



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM LOGÍSTICA E
PESQUISA OPERACIONAL**

PAULO ROSSANO FREITAS NOGUEIRA JÚNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL E
INFRAESTRUTURA NOS ESTADOS DO CEARÁ E EM SANTA CATARINA POR
MEIO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NO PERÍODO 1980-2010**

**FORTALEZA
2013**

PAULO ROSSANO FREITAS NOGUEIRA JÚNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL E
INFRAESTRUTURA NOS ESTADOS DO CEARÁ E EM SANTA CATARINA POR
MEIO DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NO PERÍODO 1980-2010**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Logística e Pesquisa Operacional da Universidade Federal do Ceará como requisito parcial a obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional.

Área de concentração: Gestão Logística.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Ribeiro de Melo Nunes.

**FORTALEZA
2013**

PAULO ROSSANO FREITAS NOGUEIRA JÚNIOR

**ANÁLISE DA RELAÇÃO ENTRE COMPETITIVIDADE INDUSTRIAL E
INFRAESTRUTURA NOS ESTADOS DO CEARÁ E SANTA CATARINA POR MEIO
DA ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS NO PERÍODO 1980-2010**

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-graduação em Logística e Pesquisa Operacional, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre em Logística e Pesquisa Operacional, outorgado pela Universidade Federal do Ceará – UFC e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta dissertação é permitida, desde que feita de acordo com as normas da ética científica.

Data de aprovação: ____/____/_____.

BANCA EXAMINADAORA

Prof. Dr. Fernando Ribeiro de Melo Nunes (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. João Welliandre de Carneiro Alexandre
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Júlio Francisco Barros Neto (Co-orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Jackson Sávio de Vasconcelos Silva
Universidade de Fortaleza (UNIFOR)

A minha esposa, Cristina Mendes, pelo apoio, incentivo e paciência na realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida e inteligência e que me dá força para continuar a caminhada em busca dos meus objetivos.

Aos meus pais, Paulo Rossano e Vera Lêda, que me ensinaram a não temer desafios e a superar os obstáculos sempre com humildade.

Aos meus irmãos, Lara Justi e Matheus Justi, pelo apoio.

A todos os meus mestres pelo conhecimento compartilhado, conselhos e confiança. A eles minha gratidão e respeito.

Ao professor Fernando Ribeiro de Melo Nunes, por toda atenção, apoio e paciência dispensado a mim. Aos professores João Welliandre de Carneiro Alexandre, Júlio Francisco Barros Neto e Jackson Sávio de Vasconcelos Silva por fazerem parte da banca examinadora.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro em parte do curso.

Aos colegas de turma pelo companheirismo no decorrer do curso e pelos alegres momentos que compartilhamos juntos.

“Aprender é como remar contra a correnteza,
sempre que se para, anda-se pra trás”.

(Confúcio)

RESUMO

O principal objetivo deste trabalho é avaliar a relevância de infraestruturas econômicas para a competitividade industrial dos estados do Ceará e Santa Catarina no período 1980 – 2010, sendo o período tratado no trabalho sob a forma de quinquênios, com a técnica de Análise Envoltória de Dados (DEA), haja vista o último estado apresentar indústria desconcentrada em seu território e maior participação no PIB industrial brasileiro e o estado nordestino apresentar, nas últimas décadas, iniciativas para desconcentrar a indústria da região metropolitana de Fortaleza, tornando-se mais competitivo. Para isso, considerou-se como *benchmark* o estado de São Paulo por apresentar historicamente o maior PIB industrial das unidades da federação. Com testes econométricos fora definida uma função de produção e foram usados dados das seguintes variáveis: Capital, emprego e variáveis de infraestrutura (comunicações, energia e transportes). Foram formuladas capacidades (indicadores) com as informações de infraestrutura. A DEA tem como princípio comparar a eficiência entre unidades (realidades operacionais ao invés de ideais intangíveis). Considerando-se a eficiência clássica, cerca de 52% das observações foram classificadas como eficientes (Ceará apresentou o maior número de unidades eficientes). No entanto, para a eficiência composta normalizada, considerada como uma avaliação pessimista, somente 1 observação foi considerada eficiente (Santa Catarina no ano de 2000). Independentemente do tipo de eficiência, Santa Catarina apresentou a menor eficiência média. Os resultados encontrados corroboram para a relevância (peso) das infraestruturas consideradas para a eficiência (competitividade industrial) dos estados.

Palavras-Chave: Análise Envoltória de Dados. Competitividade industrial. Eficiência. Infraestrutura.

ABSTRACT

The main objective of this work is to evaluate the relevance of economic infrastructures for the industrial competitiveness between the states of Ceará and Santa Catarina in the period 1980 - 2010, being the period treated at this work in the form of five years term, with the technique of data envelopment analysis (DEA), considering that the last state displays its industry decentralized into its territory and has greater participation in Brazilian industrial GDP, and that the northeastern state, in recent decades, presents initiatives to decentralize its industry from the metropolitan region of Fortaleza, increasing its competitiveness. For this study, it was used the state of São Paulo as benchmark because it has historically the highest industrial GDP between the federation's units. Econometric tests were made with a production function and data from the following variables were used: capital, employment and infrastructure variables (communications, energy and transport). Capabilities (indicators) were formulated with the infrastructure's information. The DEA's principle is to compare the efficiency between units (operational realities rather than intangible ideals). Considering the classical efficiency, about 52% of the observations were classified as efficient (Ceará has the highest number of efficient units). However, to the standard composite efficiency, considered as a pessimistic assessment, only one observation was considered efficient (Santa Catarina in the year 2000). Regardless of the type of efficiency, Santa Catarina had the lowest average efficiency. The results corroborate to the importance (weight) of the infrastructures considered for the states' efficiency (industry competitiveness).

Key Words: Data Envelopment Analysis. Efficiency. Industrial Competitiveness. Infrastructure.

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Tipos de retornos de escala.....	54
Quadro 2 – Teste de Hausman.....	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Participação dos estados do Ceará, Santa Catarina e São Paulo no PIB industrial brasileiro.....	20
Figura 2 – Fatores determinantes da competitividade industrial.....	32
Figura 3 – Prioridades de investimentos públicos em logística no Brasil.....	41
Figura 4 – Evolução da capacidade média de transportes nos estados de CE e SC.....	70
Figura 5 – Evolução da capacidade de comunicações em CE, SC e SP.....	72
Figura 6 – Evolução da capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP.....	75
Figura 7 – Evolução da capacidade média de infraestrutura nos estados de CE e SC.....	76
Figura 8 – Evolução do PIB industrial (índice) nos estados de CE e SC.....	77
Figura 9 – Evolução do emprego no setor industrial (índice) nos estados de CE e SC.....	78
Figura 10 – Evolução do capital privado (índice) nos estados de CE e SC.....	79
Figura 11 – Infraestrutura de transportes no estado de Santa Catarina.....	90
Figura 12 – Infraestrutura de transportes no estado do Ceará.....	94

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Participação das regiões brasileiras no PIB industrial nacional (%)	18
Tabela 2 – Participação das regiões brasileiras no número de unidades locais – Indústria (%).....	18
Tabela 3 – Investimentos públicos e privados em infraestrutura no Brasil no período 2001-2007 (em R\$ bilhões)	22
Tabela 4 – Brasil: Investimentos em rodovias no período 2001-2007 (R\$ Bilhões).....	41
Tabela 5 – Etapas e detalhamento das mesmas no método de pesquisa do trabalho	59
Tabela 6 – Variáveis selecionadas e suas classificações.....	60
Tabela 7 – Variáveis e subvariáveis.....	60
Tabela 8 – População dos estados de CE, SC e SP no período em análise (habitantes).....	65
Tabela 9 – Extensão territorial dos estados de CE, SC e SP (KM ²)	65
Tabela 10 – Movimentação de carga (t) nos aeroportos dos estados de CE, SC e SP.....	66
Tabela 11 – Indicador da capacidade aérea dos estados de CE, SC e SP (t/habitante).....	66
Tabela 12 – Evolução da capacidade aérea dos estados de CE, SC e SP	66
Tabela 13 – Número de quilômetros de ferrovias nos estados de CE, SC e SP (KM)	67
Tabela 14 – Indicador da capacidade ferroviária nos estados de CE, SC e SP (KM/KM ²)....	67
Tabela 15 – Evolução da capacidade ferroviária nos estados de CE, SC e SP.....	67
Tabela 16 – Movimentação de carga (em 1.000 t) nos portos dos estados de CE, SC e SP..	68
Tabela 17 – Indicador da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP (1.000t/KM ²)...	68
Tabela 18 – Evolução da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP	68
Tabela 19 – Rodovias pavimentadas (KM) nos estados de CE, SC e SP	69
Tabela 20 – Indicador da capacidade rodoviária nos estados de CE, SC e SP (KM/KM ²)	69
Tabela 21 – Evolução da capacidade rodoviária nos estados de CE, SC e SP	69
Tabela 22 – Capacidade média dos transportes nos estados de CE, SC e SP.....	70
Tabela 23 – Número total de linhas telefônicas (fixo e móvel) nos estados de CE, SC e SP ..	71

Tabela 24 – Indicador da capacidade de comunicações nos estados de CE, SC e SP	71
Tabela 25 – Evolução da capacidade de comunicações nos estados de CE, SC e SP	71
Tabela 26 – Capacidade instalada de energia elétrica (MW) nos estados de CE, SC e SP	72
Tabela 27 – Evolução da capacidade de energia elétrica nos estados de CE, SC e SP.....	73
Tabela 28 – Capacidade de produção de petróleo (m ³) nos estados de CE, SC e SP	73
Tabela 29 – Evolução da capacidade de produção petróleo nos estados de CE, SC e SP	73
Tabela 30 – Capacidade de produção de gás natural (m ³) nos estados de CE, SC e SP	74
Tabela 31 – Capacidade de produção de gás natural (m ³) nos estados de CE, SC e SP	74
Tabela 32 – Capacidade de produção de álcool (1.000 m ³) nos estados de CE, SC e SP.....	74
Tabela 33 – Evolução da capacidade de produção de álcool nos estados de CE, SC e SP.....	74
Tabela 34 – Capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP.....	75
Tabela 35 – Evolução da capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP.....	75
Tabela 36 – Capacidade média de infraestrutura nos estados de CE, SC e SP.....	75
Tabela 37 – Evolução da capacidade média de infraestrutura nos estados de CE, SC e SP...	76
Tabela 38 – PIB industrial (R\$ 200.000) – valor adicionado dos estados CE, SC e SP.....	77
Tabela 39 – Evolução do PIB (índice) nos estados de CE, SC e SP.....	77
Tabela 40 – Emprego no setor industrial dos estados CE, SC e SP.....	78
Tabela 41 – Evolução do Emprego no setor industrial (índice) dos estados CE, SC e SP	78
Tabela 42 – Capital (R\$ 1.000) no setor industrial dos estados CE, SC e SP.....	79
Tabela 43 – Evolução do capital no setor industrial (índice) dos estados CE, SC e SP	79
Tabela 44 – Taxas de crescimento	80
Tabela 45 – Estimção da equação 22 sem controle de efeitos individuais.....	81
Tabela 46 – Estimção da equação 23 sem controle de efeitos individuais.....	81
Tabela 47 – Estimção da equação 22 (Efeitos fixos)	81
Tabela 48 – Estimção da equação 23 (Efeitos fixos)	82

Tabela 49 – Estimação da equação 22 (Efeitos aleatórios).....	82
Tabela 50 – Estimação da equação 23 (Efeitos aleatórios).....	82
Tabela 51 – Classificação da eficiência dos estados de CE, SC e SP – Modelo BCC	83
Tabela 52 – Grau de eficiência das observações (%)......	84
Tabela 53 – Eficiências média e mínima	84
Tabela 54 – Evolução da capacidade aeroviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice) ...	85
Tabela 55 – Evolução da capacidade ferroviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice) ..	85
Tabela 56 – Evolução da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP (novo índice).....	85
Tabela 57 – Evolução da capacidade rodoviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice)...	85
Tabela 58 – Capacidade média dos transportes nos estados de CE, SC e SP (novo índice)	85
Tabela 59 – Evolução da capacidade de energia elétrica nos estados de CE, SC e SP (novo índice).....	86
Tabela 60 – Evolução da capacidade de produção de petróleo nos estados de CE, SC e SP (novo índice)	86
Tabela 61 – Evolução da capacidade de produção de gás natural nos estados de CE, SC e SP (novo índice)	86
Tabela 62 – Evolução da capacidade de produção de álcool nos estados de CE, SC e SP (novo índice)	86
Tabela 63 – Capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP (novo índice).....	86
Tabela 64 – Classificação da eficiência dos estados de CE, SC e SP (novos índices)– Modelo BCC.....	87
Tabela 65 – Grau de eficiência das observações do novo modelo (%)......	87
Tabela 66 – Eficiências média e mínima do novo modelo	88
Tabela 67 – Concentração de estabelecimentos industriais em Santa Catarina em 1985, 1995 e 2005	89
Tabela 68 – Potencial de melhoria em Santa Catarina em 1985, 1990 e 1995	91
Tabela 69 – Potencial de melhoria em Santa Catarina em 2005 e em 2010	91
Tabela 70 – Contribuição (peso) das variáveis para a eficiência de Santa Catarina.....	92
Tabela 71 – Potencial de melhoria no Ceará em 2005 e em 2010	94

Tabela 72 – Contribuição (peso) das variáveis para a eficiência do Ceará.....	95
---	----

LISTRAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

PIB	Produto Interno Bruto
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	Índice de Desenvolvimento Humano
FDI	Fundo de Desenvolvimento Industrial
ICMS	Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços
RMF	Região Metropolitana de Fortaleza
PPP	Parceria Público-privada
DEA	Análise Envoltória de Dados (Data Envelopment Analysis)
AIR	Áreas Industriais Relevantes
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
QL	Quociente Locacional
APL	Arranjo Produtivo Local
CSCMP	Conselho dos Profissionais de Gestão da Cadeia de Suprimentos (Council of Supply Chain Management Professional)
DMU	Unidade de tomada de decisão (Decision Making Unit)
LSDV	Modelo de variáveis dummy de mínimos quadrados (Least Squares Dummy Variable Model)
CRS	Retornos constantes de escala
NIRS	Retornos não decrescentes de escala
NDRS	Retornos não decrescentes de escala
VRS	Retornos variáveis de escala
CCR	Charnes, Cooper e Rhodes
BCC	Banker, Charnes e Cooper

ANAC	Agência Nacional de Aviação Civil
ANEEL	Agência Nacional de Energia Elétrica
ANP	Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
ANTAQ	Agência Nacional de Transportes Aquaviários
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANTT	Agência Nacional de Transportes Terrestres
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
INFRAERO	Empresa Brasileira de Infraestrutura e Aeronáutica
GEIPOP	Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes
IPEA	Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	18
1.1 Problemática e justificativa	21
1.1.1 Problemática	21
1.1.2 Justificativa.....	24
1.2 Objetivo geral	24
1.3 Objetivos específicos.....	24
1.4 Estrutura do trabalho	25
2 COMPETITIVIDADE E INFRAESTRUTURA ECONÔMICA	26
2.1 Evolução do conceito de competitividade.....	26
2.1.1 Competitividade industrial	28
2.1.2 Concentração geográfica industrial no Brasil.....	32
2.2 Industrialização no Brasil	35
2.3 Reversão da polarização da indústria brasileira	36
2.4 Impactos da infraestrutura na economia.....	39
3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS	44
3.1 Eficiência técnica.....	45
3.2 Etapas de aplicação dos modelos DEA	48
3.2.1 Seleção de unidades.....	48
3.2.2 Seleção de variáveis.....	49
3.2.3 Identificação da orientação do modelo e retorno de escala	54
3.2.4 Identificação e aplicação do modelo	55
4 METODOLOGIA DE PESQUISA	58
4.1 Delimitação temporal e espacial da pesquisa	58
4.2 Procedimentos	59
4.2.1 Definição de unidades	59
4.2.2 Seleção de variáveis.....	60
4.2.3 Técnica para validação das variáveis.....	60
4.2.4 Aplicação da análise por envoltória de dados	62
5 DADOS E INDICADORES ECONÔMICOS E DE INFRAESTRUTURA.....	64
5.1 Dados de infraestrutura.....	64
5.1.1 Transportes	65

5.1.2 Comunicações.....	70
5.1.3 Energia.....	72
5.1.4 Indicador de infraestrutura.....	75
5.2 Dados econômicos.....	76
5.2.1 Produto interno bruto industrial.....	76
5.2.2 Emprego	78
5.2.3 Capital privado	79
6 RESULTADOS E DISCUSSÃO	80
6.1 Estimação de modelo de regressão linear múltipla	80
6.2 Classificação da eficiência.....	83
6.2.1 Proposta de índices	99
6.2.1 Santa Catarina.....	88
6.2.2 Ceará.....	92
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	96
REFERÊNCIAS	98
ANEXO A – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA EM 2009	107

1 INTRODUÇÃO

No século XX a indústria no Brasil distribuiu-se especialmente na região sudeste, concentrando empregos e arrecadação de impostos, como também investimentos governamentais, o que colaborou para o aumento das diferenças regionais. A concentração pode ser evidenciada pela Tabela 1, que apresenta a participação de cada região no Produto Interno Bruto (PIB) industrial nacional.

Tabela 1 – Participação das regiões brasileiras no PIB industrial nacional - valor adicionado¹(%)

Região	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Nordeste	9,33	11,90	10,46	10,94	11,52	11,79	12,25
Norte	3,22	3,42	4,10	4,64	4,49	5,40	5,34
Sul	16,23	15,15	19,11	19,08	18,73	17,84	18,57
Sudeste	69,04	67,45	64,13	62,29	61,92	60,08	58,17
Centro-Oeste	2,19	2,09	2,20	3,06	3,34	4,8%	5,67

Fonte: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, IPEA, (2013).

Além da riqueza gerada, a quantidade de indústrias também se concentra nas Regiões Sul e Sudeste (Tabela 2). A tabela apresenta a quantidade de unidades locais, que, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), órgão responsável pela pesquisa, tratam-se de espaços físicos nos quais atividades econômicas são desenvolvidas em uma área, geralmente contínua, e correspondem a um endereço de atuação da empresa. Percebe-se, assim, concentração das unidades industriais nas regiões sul e sudeste. O Anexo A apresenta um mapa da distribuição da indústria no território brasileiro, ratificando a percepção de concentração na região sudeste, além de permitir visualizar desconcentração no espaço catarinense, ao contrário do Ceará.

Tabela 2 – Participação das regiões brasileiras no número de unidades locais – Indústria (%)

Região	1980	1985	1995	2000	2005	2010
Centro-oeste	5,54	5,42	5,79	5,27	5,56	5,77
Nordeste	16,44	19,70	10,70	10,15	10,61	11,05
Norte	3,41	3,87	2,48	2,67	2,92	2,98
Sudeste	53,61	49,81	53,59	56,57	53,81	52,90
Sul	21,00	21,20	27,44	25,34	27,10	27,29

Fonte: IBGE (2013)

¹ Valor adicionado consiste, segundo Besanko *et al* (2006), em uma mensuração do valor criado por um agente econômico, ou seja, a diferença entre o valor do bem produzido e o valor dos custos do processo produtivo.

Apesar de se ter vantagens com a concentração de atividades econômicas em um espaço geográfico, que, de acordo com Weber (1929 *apud* FERREIRA e LEMOS, 2000), são: regionais (custos menores com transporte e mão de obra) e locais (aglomerativos, ou seja, economias de escala proporcionada pela proximidade com outras indústrias e condições de infraestrutura urbana), o desenvolvimento de um país ou região pode ser comprometido caso regiões periféricas não recebam investimentos.

No século XX, a partir da década de 80 iniciou-se processo de desconcentração industrial no Brasil devido à deseconomias de escala², aumento dos preços dos terrenos, melhorias da infraestrutura das regiões periféricas e incentivos estatais. A crise financeira nesse período desacelerou o processo de desconcentração, pois os investimentos governamentais foram reduzidos até início da década de 90. Na década de 90 a economia brasileira teve alterações estruturais devido à abertura comercial e desregulamentação do mercado advindos do fenômeno da globalização.

A relação entre desenvolvimento econômico por meio de investimentos públicos e/ou privados é bastante discutida na literatura. Os investimentos públicos podem ser realizados mediante disponibilidade de infraestrutura, que consiste em, segundo Sandroni (2006), um conjunto de instalações e equipamentos empregados na extração, transporte e processamento de matérias-primas, nos meios de treinamento da força de trabalho e na fabricação de bens de capital.

De acordo com Cunha (1991), Santa Catarina foi o segundo estado que melhor aproveitou os estímulos a industrialização. Na década de 1970 do século XX, período mais importante para a indústria catarinense, de acordo com o autor, Santa Catarina passou de 2,2% em 1970 para 3,4% em 1980 na participação do setor industrial brasileiro. O crescimento do estado foi marcado pela forte presença de indústrias tradicionais, que tinham como traços os permanentes avanços tecnológicos e a crescente especialização. Em 20 anos foi montado o mais importante parque de cerâmica de revestimento do país, além de dois complexos metal-mecânicos que lideraram o desenvolvimento industrial nos anos 80. O estado foi marcado pela formação de grandes grupos empresariais e concentração territorial da indústria no interior.

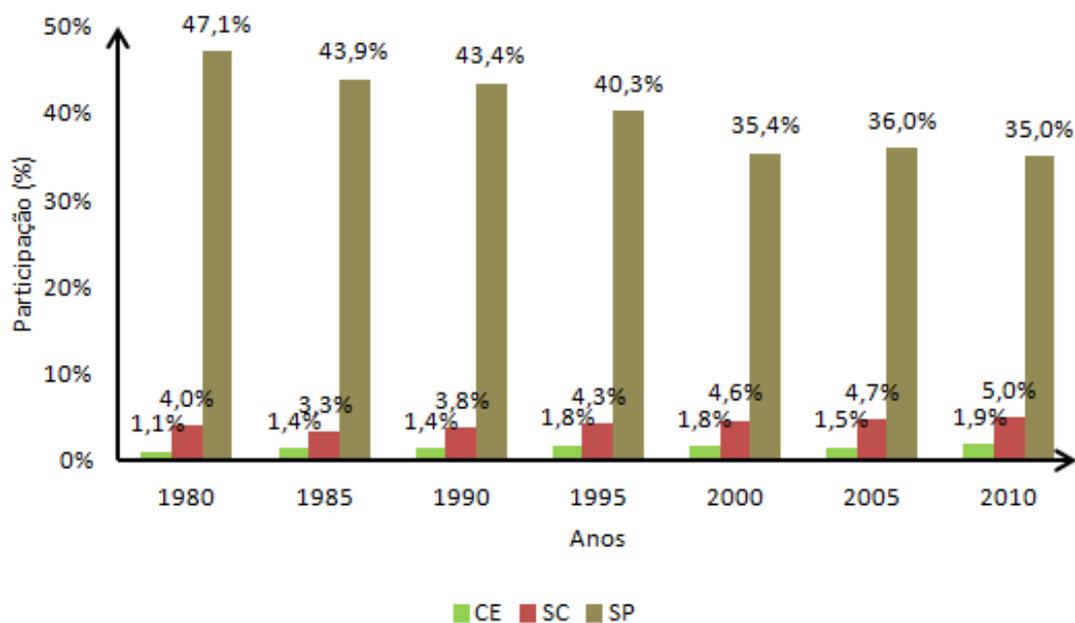
O Ceará foi prejudicado pela crise fiscal na década de 80 do século XX, pois o governo federal adiou as políticas de desenvolvimento regional. Rosa e Coimbra (1999)

² Deseconomias de escala consistem em aumentos dos custos com o aumento da produção.

afirmam que a partir da segunda metade da década de 1980, especificamente em 1987, quando Tasso Jereissati foi eleito, teve-se um novo posicionamento do governo estadual com relação a incentivos fiscais, especialmente o estadual, além do baixo custo de mão de obra e o aproveitamento de matéria-prima e infraestrutura. O governo estadual também passou a preocupar-se com a desconcentração geográfica da indústria no estado, o que o levou a alterar a Lei 10.367, de 7 dezembro de 1979, que criou o Fundo de Desenvolvimento Industrial do Estado do Ceará (FDI), para melhores condições de financiamento do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para empresas que ficassem distantes da região metropolitana de Fortaleza (RMF). Assim como Santa Catarina, o Ceará buscou desenvolvimento econômico incentivando a competitividade industrial com investimentos em infraestrutura em seu território.

Os estados em análise apresentam crescente participação no Produto Interno Bruto (PIB) industrial brasileiro (Figura 1), ressaltando a expressiva contribuição do estado de São Paulo. Condições mais adequadas para a indústria no território cearense podem ser determinantes para a competitividade da mesma, podendo resultar em um aumento da geração de empregos e salários no interior do estado, acarretando, assim, em ganhos para a população e melhoria de indicadores como Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e PIB *per capita*, além de tratar problemas como êxodo rural e crescimento desordenado de cidades da RMF.

Figura 1 – Participação dos estados do Ceará, Santa Catarina e São Paulo no PIB industrial brasileiro



Fonte: Adaptado de IBGE (2013).

1.1 Problemática e justificativa

Segundo Beaud (2000), a problemática é um conjunto estabelecido por linha de análise e pela hipótese de pesquisa que permite ao pesquisador tratar do tema escolhido. A partir de situações e fatos identificados como problemáticos e relevantes, o exame dos fatos e explicações existentes com relação aos mesmos faz-se necessário, devendo ainda o pesquisador verificar trabalhos que já os tenham analisado, caso contrário, dá-se margem para exploração do tema para que se encontre alguma solução.

1.1.1 Problemática

Com a globalização, os países tornaram-se mais importantes na medida em que diferenças como valores nacionais, cultura, estruturas econômicas e instituições contribuem para a competitividade. Não sendo possível competir em todos os setores produtivos, países competem com êxito em setores que em seu território tenham ambientes dinâmicos e desafiadores.

No entanto, nesses países são cidades/regiões/estados que têm êxito em uma indústria de determinado setor: “...os competidores em muitas indústrias de sucesso internacional – e, com frequência, em grupos inteiros de indústrias – estão muitas vezes localizados numa única cidade ou região dentro de um país” (PORTER, 1989, p. 186).

A concentração geográfica de uma cidade ou região facilita o comércio entre indústrias: “...as condições que sublinham a vantagem competitiva estão, na verdade, localizadas dentro de um país, embora em diferentes pontos e diferentes indústrias” (PORTER, 1989, p.189). De forma semelhante, Keynes (1990, *apud* SILVEIRA, 1999) diz ser o município a unidade básica nacional e suas empresas o principal elemento para impulsionar o desenvolvimento econômico por meio do investimento privado.

Segundo Kotler, Jutursripitak e Maesicee (1997, p. 358):

A riqueza de um país pode ser vista como a soma das riquezas criada pelos negócios do país. Em uma economia de mercado, as corporações geram riquezas aumentando o valor global agregado, e essas riquezas serão então distribuídas sobre a forma de maiores salários para os trabalhadores, maiores dividendos para os acionistas, maior reinvestimento para as empresas e maior receita fiscal para o Estado, e também criarão empregos para as empresas relacionadas e para as indústrias de apoio. Esse processo de criação de riquezas é inerente a qualquer economia de mercado, e o papel das empresas comerciais é explorar esses mecanismos (KOTLER, 1997, pg. 358).

Porter (1989) relaciona o desenvolvimento econômico diretamente com a competitividade nacional. Assim, pode-se dizer que o aumento da competitividade resultará em melhores condições de vida para a população do país ou da região que a alcançar.

A infraestrutura é necessária para o desenvolvimento de uma região de maneira sustentável e competitiva. O acesso a serviços de infraestrutura são indispensáveis para a competitividade em vários níveis, quer seja empresarial, regional ou nacional. Na primeira década deste século, os investimentos públicos e privados em infraestrutura cresceram significativamente, considerando o quadro de estagnação devido aos planos de estabilização, decorrentes da hiperinflação e crises internacionais no final da década de 80 e no decorrer da década de 90 do século XX. Verifica-se que, de acordo com a Tabela 3, o país investiu cerca de 2% do seu PIB em quase toda a primeira década do século XXI.

Tabela 3 – Investimentos públicos e privados em infraestrutura no Brasil no período 2001-2007 (em R\$ bilhões)

Setores	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Total
Energia elétrica	8,73	11,05	9,94	9,69	12,18	15,60	16,29	83,47
Telecomunicações	21,99	9,69	8,02	13,30	14,21	12,41	12,46	92,09
Transporte rodoviário	5,87	5,53	3,86	5,40	6,74	8,67	9,36	45,53
Transporte ferroviário	0,82	0,72	1,11	1,90	3,24	2,53	2,74	13,06
Aeroportuário	0,46	0,58	0,57	0,55	0,74	0,89	0,57	4,36
Portos (inclusive docas)	0,33	0,44	0,20	0,44	0,50	0,58	0,72	3,21
Hidrovias	0,20	0,09	0,05	0,08	0,10	0,11	0,13	0,77
Saneamento	4,82	4,43	3,74	4,46	6,44	8,28	9,76	41,92
Total	43,22	32,54	27,48	35,82	44,15	49,07	51,03	284,31
PIB Nominal	1.302	1.477	1.699	1.941	2.147	2.322	2.558	13,466
Investimento/PIB (%)	3,32	2,20	1,62	1,85	2,06	2,11	2,03	2,11

Fonte: Frischtak (2008).

Analisando países desenvolvidos e emergentes que obtiveram níveis elevados de renda no começo da década de 2000, estudos do Banco Mundial (2005) concluem que o Brasil deveria investir entre 5% e 7% do PIB anualmente para estimular o crescimento econômico de modo a alcançar os padrões desses países.

Um governo pode atuar no desenvolvimento econômico com investimentos na área de infraestrutura, no entanto, a questão da escassez de recursos públicos sempre limitará essa ação, o que exige racionalidade na tomada de decisão quanto aos investimentos.

Áreas como infraestrutura apresentam a peculiaridade de ter o Estado como responsável pelos investimentos, a não ser quando ocorrem incentivos aos investimentos privados, a exemplo das parcerias público-privadas (PPPs). No caso dessas áreas, bens e serviços produzidos caracterizam-se por não exclusividade, sem propriedade e para benefício

de todos, mesmo que parte dos agentes econômicos não esteja disposta a pagar, e a não rivalidade, ou seja, o acesso de mais agentes econômicos não implica em acréscimo de custos.

A literatura ressalta, por exemplo, em Cândido Júnior (2001) e Rodríguez (1998), que o capital público pode aumentar a produção da economia ao gerar empregos, além de elevar a demanda em outros setores produtivos pela simples produção da infraestrutura, e que equipamentos públicos adequados podem estimular a eficiência do sistema produtivo, a médio e longo prazo. Tem-se, assim, uma relação entre infraestrutura e competitividade, destacando-se a melhoria de dispêndios públicos para esta finalidade e correlação.

A indústria brasileira passou por reestruturações para competir no mercado internacional e no mercado interno com os produtos importados após a abertura comercial ocorrida no começo da década de 90 do século XX, ou seja, havia a necessidade de aumento da escala de produção, melhoria da qualidade dos processos e produtos industriais e aumento do nível tecnológico, o que permitiria uma reação mais adequada à globalização (qualidade elevada com baixo custo acompanhado de produtos com ciclo reduzido de desenvolvimento). Tem-se com isso um choque competitivo juntamente com forte impacto nas cadeias produtivas nacionais (COUTINHO, 1997 *apud* SILVA, 2012).

O alto nível de endividamento do governo brasileiro tem como uma grave consequência a destinação de boa parte do orçamento ao pagamento de juros de dívidas (externa e interna). O total de recursos destinados aos investimentos diretos e indiretos em infraestrutura tem restrições significativas, o que leva a uma participação do Estado (esferas federal, estadual e municipal) cada vez menor. Além disso, reformas de caráter neoliberal no início da década de 90 do século XX levaram a uma ruptura na forma de o Estado atuar na economia, priorizando controle de inflação e estabilidade de preços (SILVA, 2012).

Investimentos para que países e regiões se tornem competitivos são necessários em um mundo globalizado. Eficiência técnica e econômica na aplicação de recursos, valendo-se não somente do ponto de vista de uma empresa ou setor, mas de um país com relação aos demais concorrentes, está relacionada à competitividade econômica dessas países/estados/regiões, ou seja, a alocação eficiente de recursos.

A alocação eficiente de recursos não está limitada aos recursos disponibilizados pelas empresas para realizarem investimentos, seja para diversificar ou expandir sua produção. Refere-se também a melhoria de alocação de recursos públicos, que são escassos, como no caso da realidade brasileira, e devem contar com uma racionalidade no seu

direcionamento. Assim, competitividade econômica, em indústrias, por exemplo, e a alocação eficiente de recursos estão relacionadas.

1.1.2 Justificativa

O processo de globalização representa um grande desafio. Para buscar uma posição competitiva na economia mundial é necessário a busca da otimização dos investimentos públicos, de maneira a contribuir para o desenvolvimento do país/região/estado.

Infraestrutura e o ambiente regional assumem papéis relevantes nas discussões sobre desenvolvimento econômico. Alguns trabalhos têm enfatizado essa questão, como Porter (1989) e Paci e Usai (2000). Essas pesquisas caracterizam-se pela ênfase em países centrais e quase que exclusivamente em setores industriais altamente avançados, onde a inovação é uma das armas essenciais na arena competitiva.

Reduções da produção e da competitividade das empresas, como indústrias, por exemplo, podem ter várias razões. Trabalhos como Aschauer (1989b) e Munnell (1990) analisam as causas do decréscimo de investimentos públicos em infraestrutura acompanhados da ineficiência produtiva e concluiu-se pela relevância desse fator.

1.2 Objetivo geral

Avaliar através da Análise Envoltória de Dados (DEA – *Data Envelopment Analysis*) a relevância da infraestrutura para a competitividade industrial, sendo tratada neste estudo pelo PIB industrial, nos estados do Ceará e Santa Catarina, utilizando-se o estado de São Paulo como *benchmark*.

1.3 Objetivos específicos

Para atingir o objetivo geral faz-se necessário o cumprimento dos objetivos específicos abaixo elencados:

- a) analisar, de forma quali-quantitativa, a relevância da infraestrutura para o desenvolvimento regional;
- b) verificar a utilidade das diferentes categorias de infraestrutura em cada estado através da DEA;
- c) sugerir potenciais de melhoria para aumento da eficiência dos estados.

1.4 Estrutura do trabalho

O presente trabalho é estruturado em sete capítulos. O primeiro capítulo é a introdução da pesquisa, onde são apresentadas informações sobre o tema estudado, problemática do tema, justificativa da pesquisa e questões pertinentes, além da demonstração dos objetivos geral e específicos.

No capítulo dois é realizado um levantamento bibliográfico sobre a competitividade industrial, infraestrutura e a industrialização no Brasil.

No capítulo três é realizado um levantamento bibliográfico sobre a técnica DEA, abordando os principais modelos, sua importância técnica e as etapas de aplicação.

O capítulo quatro explica a metodologia de pesquisa utilizada, além da definição das unidades, processo de seleção das variáveis e a forma de coleta de dados. Aborda também a especificação do modelo para calcular a fronteira de produção dos estados em análise.

O capítulo cinco trata dos dados coletados, econômicos e de infraestrutura e indicadores formulados.

O capítulo seis trata dos resultados alcançados pelos modelos e a descrição analítica dos resultados, além de análise qualitativa da infraestrutura de cada estado. O capítulo sete é a conclusão do trabalho, onde é também descrito o impacto da pesquisa para os segmentos interessados e são feitas recomendações para pesquisas posteriores.

2 COMPETITIVIDADE E INFRAESTRUTURA ECONÔMICA

A busca da competitividade levou empresas a se organizarem, alterando seus processos de produção para formas mais eficientes, com o objetivo de enfrentar as mudanças introduzidas pela globalização. As mudanças econômicas revelaram-se mais estruturais do que passageiras, obrigando a ampliação de horizontes e objetos de pesquisa, como, por exemplo, afirmam Hersen, Shikida e Dhamer (2011). Passou-se a pensar nos impactos dessas mudanças na capacidade dos países e regiões para preservar e gerar ou não postos de trabalho. Assim, começou-se a discutir o conceito de competitividade regional/local.

O conceito de infraestrutura econômica está relacionado ao estoque de capital fixo com reduzida mobilidade, altos custos irreversíveis e elevada relação capital-produto, além de alta dispersão do consumo. A rede de infraestrutura, pelas suas características, assume o caráter de fator específico de um país ou região. Nessa categoria podem ser incluídos, por exemplo, os serviços públicos de infraestrutura de energia, de telecomunicações e de transportes. Neste trabalho o termo infraestrutura refere-se à infraestrutura econômica.

2.1 Evolução do conceito de competitividade

Competitividade é um tema cada vez mais discutido haja vista as mudanças ocorridas na década de 70 e 80 do século XX, que juntamente com as aceleradas mudanças tecnológicas impuseram um processo produtivo com maior extensão em conhecimento (SANTOS, CROCCO e LEMOS, 2002).

O conceito tradicional de competitividade, que era enxergada com um foco em preços, custos e câmbio, foi reformulado com essas transformações. Anteriormente, predominava o desempenho, eficiência técnica e otimização de recursos como indicadores de competitividade de uma nação ou região. Assim, para ter competitividade considerava-se que bastaria produzir produtos com menores custos que os dos concorrentes (SOUZA e ARICA, 2002).

Uma abordagem fornecida pela explicação clássica para o sucesso internacional de indústrias é a Teoria da Vantagem Comparativa, baseada na ideia da Vantagem Absoluta de Adam Smith, que define que "... uma nação exporta um produto se o produz ao mais baixo custo do mundo." (PORTER, 1989, p.11).

David Ricardo trabalhou a ideia, criando a Vantagem Comparativa, “... onde as forças do mercado encaminharão os recursos de um país para as indústrias onde esse país é relativamente mais produtivo” (PORTER, 1989, p.11). O comércio passa a basear-se nas diferenças de produtividade do trabalho entre nações, onde essas diferenças são atribuídas ao ambiente do país que favorece certas indústrias. Os pressupostos da vantagem comparativa dos fatores de produção adequaram-se mais ao ambiente econômico dos séculos XVIII e XIX, em função do que ocorria na época: a maioria das indústrias encontrava-se fragmentada, a produção usava mais mão de obra e preocupava-se menos com a especialização, permanecendo aparentes as diferenças nas condições de crescimento do comércio, dos recursos naturais e do capital.

No entanto, uma teoria baseada nos fatores de produção não atende mais a realidade do século XXI, como, por exemplo, a competitividade alcançada pela Coreia do Sul sem a existência da dotação de fatores como o capital. “Uma teoria que não atribui um papel às estratégias das empresas, como a melhoria da tecnologia ou a diferenciação de produtos, deixa-a quase sem outro recurso que não seja a tentativa de influenciar a política governamental” (PORTER, 1989, p.13).

Isso não quer dizer que os custos desses fatores não sejam importantes para as indústrias que dependem de recursos naturais, para as que a mão de obra especializada e semi-especializada não é parte predominante do custo total da produção ou naquelas onde a tecnologia é simples e fácil de ser adquirida, mas nas indústrias e segmentos de indústrias que envolvem tecnologia sofisticada e mão de obra altamente especializada, que são as mais importantes para a produtividade nacional e alcance da competitividade do país, os pressupostos da vantagem comparativa dos fatores têm sido uma explicação incompleta.

A competitividade também costuma ser analisada como um fenômeno diretamente associado às características relacionadas ao desempenho no mercado ou à eficiência técnica dos processos produtivos adotados pela empresa, onde os indicadores que medem essa eficiência são coeficientes técnicos ou a produtividade dos fatores. Outros privilegiam o desempenho, e, portanto, a competitividade é medida pela participação no mercado alcançada por uma empresa ou conjunto de empresas, principalmente o montante de suas exportações no total do comércio internacional de mercadorias. Esses enfoques analisam a questão por um ponto de vista estático, onde apenas o exame de como os indicadores se comporta é considerado.

Coutinho e Ferraz (1995) consideram essa visão incompleta, uma vez que identificam países com políticas focadas nesses fatores que não conseguiram melhorar a competitividade de suas empresas, enquanto outros, que apesar de elevados custos trabalhistas e de longos períodos de sobrevalorização cambial foram vitoriosos.

Diversos autores desenvolveram trabalhos baseados nesse novo enfoque de competitividade: Porter (1989, 1999, 2000), Coutinho e Ferraz (1995) e Maskell *et al.* (1998). Porter (1989) e Aiginger (1998) ainda contestam o conceito de competitividade para países, defendendo que são os aglomerados industriais (*clusters*) nas regiões das nações - com suas diversas estruturas, e não exatamente as nações, que realmente competem internacionalmente (SOUZA e ARICA, 2002).

2.1.1 Competitividade industrial

Até a década de 80 do século XX, tinha-se estudos sobre a competitividade industrial cuja ênfase dava-se apenas na análise de desempenho exportador e racionalidade alocativa da política comercial brasileira. O foco posterior dá-se, segundo Rosa e Coimbra (1999), na investigação dos determinantes da competitividade das empresas e do ambiente em que estão inseridas.

Kupfer (1992) afirma que o sucesso competitivo é medido através da eficiência e do desempenho produtivo, sendo explicado pela capacitação acumulada pela empresa. As estratégias competitivas adotadas pela empresa a partir da percepção que tem do padrão de concorrência e do meio ambiente em que está inserida, resultará na capacitação em fatores críticos. A competitividade, então, pela função da adequação das estratégias frente ao padrão de concorrência vigente.

Ferraz, Kupfer e Haguener (1997) focam dois parâmetros da competitividade:

- a) desempenho: Competitividade identificada pela participação no mercado, ou seja, a competitividade das empresas é determinada pela demanda. É uma variável *ex-post*, ou seja, a posição competitiva é determinada pela demanda, já que a mesma determina os produtos a serem adquiridos;
- b) eficiência: Competitividade indicada pela relação insumo-produto (produtos com rendimento máximo e indicadores obtidos por comparações entre custos e preços de venda, produtividade dos fatores de produção baseado em *benchmarking*). Competitividade determinada pela oferta, sendo assim uma

variável *ex-ante*, ou seja, o produtor define a competitividade, pois é o mesmo que opta por técnicas que podem permitir que ultrapasse seus limites comerciais e tecnológicos.

Ferraz, Kupfer e Haguenaer (1997) também consideram que a competitividade depende da adequação das estratégias das empresas ao padrão da concorrência em que estão inseridas. A avaliação da competitividade depende das características desse padrão, sendo caracterizado da seguinte forma:

- a) a natureza dos padrões de concorrência de cada setor altera tanto o nível de importância quanto o grau de oportunidade;
- b) os ajustes ocorrem para fazer frente às transformações das tecnologias, da organização industrial e do ambiente econômico.

Coutinho e Ferraz (1995) consideram que o desempenho competitivo de uma indústria está condicionado a fatores externos a empresa, estando os mesmos relacionados com a estrutura da indústria, do mercado e do sistema produtivo como um todo. Os fatores classificam-se em três grupos: empresariais, estruturais e sistêmicos.

Os fatores empresariais ocorrem dentro da empresa e tem-se o controle completo e poder de tomada de decisão. A diferenciação entre os concorrentes se dá pela acumulação de conhecimentos e pelas vantagens competitivas adquiridas (capacitação tecnológica, capacidade produtiva, métodos de organização da produção, controle de qualidade e produtividade da mão de obra). Dividem-se em:

- a) capacidade de gestão: baseia-se no direcionamento de investimentos em capacitação visando desempenho compatível com fatores de sucesso. As empresas evoluíram bastante com a busca de maior eficiência, rapidez nas decisões e o aumento da densidade de informações com o uso de equipamentos de ponta de tecnologia de informação;
- b) capacidade inovativa: refere-se à acumulação de condições técnicas e de recursos (humanos), resultando em desenvolvimento de processos mais produtivos e ganhos de novos mercados com produtos novos ou menores custos e melhor qualidade.
- c) capacidade produtiva: condições nas quais a organização adquire conhecimentos de produção, processo produtivo e avanços tecnológicos com introdução de novas tecnologias. A produção com qualidade e eficiência nas

empresas provém de, por exemplo, novos sistemas organizacionais, *just-in-time*, sistema *Kanban* e células de produção. Qualidade e flexibilidade, tempo de entrega e a racionalização dos custos são elementos fundamentais na competitividade.

- d) gestão de recursos humanos: Seleção e desenvolvimento de mão de obra com objetivo de comprometimento e participação nas atividades produtivas, comerciais e de desenvolvimento com o objetivo de melhoria contínua na qualidade nos processos e produtos.

Os fatores estruturais são fatores nos quais as empresas têm capacidade limitada de intervenção, mas influenciam e caracterizam o ambiente competitivo em que as empresas atuam. Os principais fatores estruturais para a competitividade estão ligados ao mercado, configuração da indústria, regime de incentivos e regulação da concorrência entre organizações.

Com relação ao mercado, o tamanho e o dinamismo são os mais importantes fatores de competitividade da indústria. O crescimento da produtividade industrial geralmente origina-se de mercados dinâmicos, onde existem renovações de equipamentos e de métodos produtivos. As estratégias competitivas das empresas estão atreladas a fatores ligados à posição geográfica em áreas de maior concentração e com maior potencial de consumo, à exploração de diferentes faixas de renda para diferentes produtos em nível de preço, de qualidade, de grau de sofisticação e de exigência dos consumidores, bem como à preocupação com novos produtos.

O fator de configuração industrial está ligado ao grau de concentração, escalas de operação, potencialidades de alianças com fornecedores, usuários e concorrentes, grau de verticalização e diversificação setorial, ritmo, origem e direção do nível tecnológico.

Quanto aos regimes de incentivos e regulação da concorrência, os mesmos estão baseados em regras que definem a conduta e as estruturas empresariais. As empresas estão dispostas a competir nos mercados na condição de que o regime de incentivos e regulação seja eficaz. Assim, buscam aumentar a capacidade de resposta frente aos desafios impostos pela economia, enquanto que as regulações procuram condicionar as suas condutas em direções socialmente desejáveis.

Os fatores sistêmicos da competitividade são fundamentados em fatores e condicionantes macroeconômicos, vinculados aos avanços do conhecimento, ao acesso à

educação, as condições de infraestrutura do crédito, além de outros desdobramentos político-institucionais. Classificam-se em: macroeconômicos, políticos-institucionais, legais-regulatórios, infraestruturais e sociais. A empresa não tem controle algum sobre esses fatores, já que a maior parte deles está ligada à presença do governo.

Nos determinantes macroeconômicos figuram basicamente a taxa de câmbio, a oferta de crédito e a taxa de juros. Dado que a taxa de câmbio representa a real condição da moeda nacional em relação às demais moedas, ela influencia na competitividade do setor exportador. A influência da oferta de crédito está atrelada aos recursos financeiros para gestão ou para financiamento de longo prazo. As taxas de juros vinculam-se à estabilidade do processo inflacionário, e à equiparação de vantagens competitivas em concorrentes internacionais.

Os fatores de natureza político-institucionais permeiam as políticas de comércio exterior e tarifária. A política tributária revela os incentivos fiscais e a carga tributária imposta às empresas.

Os determinantes legais-regulatórios expressam-se nas políticas de defesa da concorrência (estímulo a eficiência produtiva, além da qualidade dos produtos e tenta impedir a concorrência desleal).

Nos fatores infraestruturais constam a oferta de energia, transportes e telecomunicações, principalmente no que diz respeito à disponibilidade, qualidade e custos dos serviços. A competitividade da indústria é afetada diretamente tanto pelos aspectos da disponibilidade de energia com qualidade, fornecimento contínuo e a custos acessíveis, quanto pelos aspectos do sistema de transporte eficiente, moderno, com integração dos setores rodoviários, ferroviários e portuários a custos competitivos. As telecomunicações também são outro fator estratégico da competitividade e devem atender aos quesitos de disponibilidade, qualidade e baixo custo.

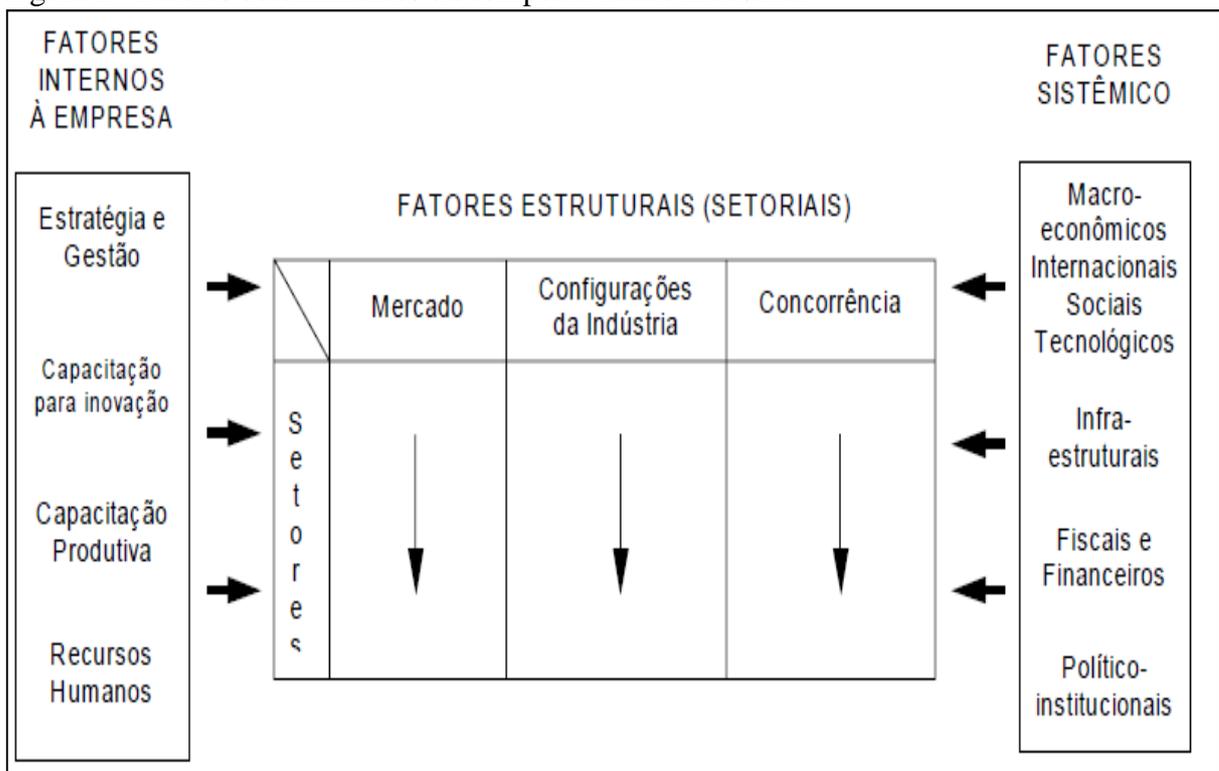
Os determinantes sociais estão relacionados às condições sociais vigentes numa economia. A educação e a qualidade de mão de obra são pontos relevantes na determinação da produtividade e qualidade dos produtos, assim como as relações de trabalho com características de cooperação entre patrões e empregados, e o padrão de vida da população exercem papéis importantes na competitividade da indústria.

Com referência aos determinantes internacionais, estes se referem aos impactos da economia local frente às tendências da economia mundial. Basicamente, a competitividade da

economia local é afetada pelos fluxos de comércio internacional, investimentos externos, pelo acesso de empresas locais às exportações e importações, que provocam aumento na eficiência e na qualidade dos produtos. Por outro lado, medidas protecionistas usadas por países industrializados prejudicam a entrada dos países em desenvolvimentos nesses mercados. Nos investimentos externos, as novas tecnologias, bem como a dinâmica da competitividade incentivando a modernização das empresas locais é determinada basicamente pela presença das multinacionais. E, as tendências dos movimentos internacionais de capital financeiro dão a estabilidade e o crescimento da economia local numa dimensão financeira.

O modelo com fatores determinantes da competitividade de uma indústria pode ser resumido conforme Figura 2, abaixo, que demonstra que os fatores estruturais são influenciados pelos fatores internos e sistêmicos, configurando-se a partir daí para afetar a competitividade das empresas nos diversos setores:

Figura 2 - Fatores determinantes da competitividade industrial



Fonte: Coutinho e Ferraz (1995).

2.1.2 Concentração geográfica industrial no Brasil

A distribuição da indústria no território brasileiro mostra uma tendência de desconcentração geográfica a partir da década de 80 do século XX. Entre 1970 e 1985, a

participação do estado de São Paulo no PIB industrial brasileiro caiu de 56,4% para 43,9%, enquanto a parcela da Região Sudeste no mesmo PIB declinou de 79,08% para 65,74% (SOUZA, 1993).

A crise financeira da década de 80 do século XX teve impactos diferenciados sobre as economias regionais, beneficiando regiões especializadas na agroindústria e na indústria de bens intermediários. A redução dos investimentos governamentais nessa década tendeu a desacelerar a desconcentração devido ao seu impacto negativo sobre os investimentos industriais nas regiões menos desenvolvidas do território nacional, como se verificou na Região Nordeste (PACHECO, 1999).

No final da década de 80 do século XX fatores como a reestruturação produtiva das empresas nacionais para enfrentar o novo ambiente competitivo globalizado, incentivada pelas medidas de abertura comercial, e as mudanças no papel do Estado na economia contribuíram para afetar a distribuição espacial da indústria brasileira (DINIZ e CROCCO, 1996).

Essas mudanças tiveram continuidade no período pós-Plano Real, estimuladas pela valorização cambial, entrada de investimentos estrangeiros e ambiente de baixa inflação. Pacheco (1999) mostra que a partir da análise das empresas da grande São Paulo, a reestruturação produtiva teve implicações sobre a ordenação espacial da indústria. O ajustamento das empresas, respeitadas as diferenças setoriais, teve como objetivos comuns a busca de ganhos de produtividade e racionalização da produção, levando em consideração diferenças de custos, logística e qualificação da mão de obra nas localizações das plantas.

Ainda de acordo com Pacheco (1999, p. 35), a tendência foi no sentido de “...manter nas antigas áreas industriais exclusivamente as linhas de maior conteúdo tecnológico, ou que, por diversas razões, demandem mão de obra de maior qualificação.” As principais razões apontadas por esse autor para a desconcentração foram os problemas ambientais e de transporte, a valorização dos terrenos e a redefinição de seu uso para outros fins, como o estabelecimento de comércio e serviços. Outro fator que pode ter contribuído para a desconcentração no período foram os incentivos fiscais oferecidos pelos Estados que buscavam atrair atividades industriais.

Certos tipos de ajustes implementados pelas empresas no período podem ter contribuído para favorecer a concentração. Nesse sentido, pode-se destacar as reações às ameaças representadas pela abertura comercial a partir do início da década de 90 do século

XX, que levaram as empresas a redimensionarem seus quadros, reduzirem seus catálogos de vendas, fecharem instalações e adotarem novas práticas de gerenciamento – gerência da qualidade total, *just in time*, dentre outras (CASTRO, 2001). Isso implicou, em muitos casos, no encolhimento ou desativação de unidades industriais em regiões menos industrializadas, contribuindo para o aumento da concentração.

As evidências quanto ao comportamento da concentração industrial entre o final dos anos oitenta e a primeira metade dos anos noventa do século XX parecem depender do recorte geográfico utilizado. Os trabalhos mais influentes apontam para um estancamento do processo de desconcentração iniciado nos anos setenta (DINIZ e CROCCO, 1996; ANDRADE e SERRA, 2001). Diniz e Crocco (1996) concluem que na segunda metade da década de 80 do século XX, o processo de desconcentração estabilizou-se, com a indústria mantendo-se concentrada em um polígono industrial localizado no interior da região Centro-Sul do país, compreendendo a área que vai do centro de Minas Gerais até Porto Alegre.

Segundo Andrade e Serra (2001), esta tendência se manteve durante a primeira metade da década de 90 do século XX, quando a participação do polígono industrial no emprego manteve-se praticamente inalterada, embora tenha ocorrido desconcentração no interior do polígono. Pode-se inferir que, em um ambiente em que predominaram as forças de mercado, com pouca interferência do Estado nas decisões locais das empresas, os efeitos sobre a distribuição espacial tenham sido distintos nos diferentes setores da indústria, de acordo com suas características locais específicas, podendo ter ocorrido concentração e desconcentração simultaneamente.

Estudos como os de Souza (2002) e de Resende e Wyllie (2005), pesquisam concentração industrial em nível setorial no Brasil. Souza (2002) estuda a concentração em nível setorial do valor da transformação industrial no período 1970-1997 e identificou uma tendência geral de desconcentração na indústria ao longo de todo o período 1970-1997, embora o comportamento tenha sido diferenciado nos diversos setores da indústria de transformação, com os setores tecnológicos apresentando-se mais concentrados durante todo o período e tendo mantido seus graus de concentração estáveis no período 1985-1997. Este autor também constatou a importância da abertura comercial sobre a distribuição espacial dos setores da indústria de transformação brasileira durante os anos noventa. Resende e Wyllie (2005) usaram as medidas de aglomeração industrial propostas por Ellison e Glaeser (1997), Maurel e Sédillot (1999) e Devenaux, Griffith e Simpson (2004), calculadas a partir de microdados de emprego da RAIS, para estudar as aglomerações nos setores da indústria de

transformação no Brasil. Estes autores trabalharam com setores de acordo com a classificação de 4 dígitos da CNAE e utilizaram as microrregiões do IBGE como recorte geográfico. Resende e Wyllie (2005) observam a existência de grande heterogeneidade na concentração dos diferentes setores da indústria de transformação brasileira, não tendo sido identificado um padrão de concentração comum aos setores estudados. Além disto, esses autores constataram mudanças significativas entre os setores mais concentrados da indústria de transformação e elevação da proporção de setores com baixo grau de aglomeração no período 1995-2001.

2.2 Industrialização no Brasil

A industrialização no Brasil ganhou impulso com Getúlio Vargas na década de 1930, que priorizou as indústrias de base (aço, química e cimento) e o setor metalúrgico. Alvin-Rad, Willumsen e White (1997) afirmam que as políticas industriais para as indústrias de base geraram resultados positivos de longo prazo, não ocorrendo o mesmo com o petróleo, que ganhou notabilidade apenas no seu último governo.

Houve políticas ativas de substituição de importações na década de 1930 com bens de consumo não-duráveis, continuando nas décadas de 1950 e 1960 com bens duráveis e parte da indústria de bens de capital nas décadas de 1970 e 1980. Os objetivos dessas políticas eram de criar capacidade produtiva nacional, mesmo que inicialmente ineficientes.

No regime militar, com o Plano Nacional de Desenvolvimento I, a industrialização continuou centrada nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, pois, segundo Furtado (2000), acreditava-se que essa região sustentaria o crescimento do país devido ao avançado sistema educacional. As diferenças regionais acentuaram-se ainda mais e somente no Plano Nacional de Desenvolvimento II o governo federal passou a considerar as regiões centro-oeste, nordeste e norte para desenvolvimento.

Segundo Ferraz, Paula e Kupfer (2002), as principais características desse período foram:

- a) estado-empresário: proliferação de empresas estatais nos setores de infraestrutura e de transformação;
- b) protecionismo: importante política comercial para a indústria nascente, apesar de algumas indústrias já amadurecidas ainda contarem com o benefício;

- c) investimento estrangeiro: instalação de filiais de multinacionais, com exceção de setores considerados de segurança nacional, e *joint-ventures* com capital nacional (público ou privado);
- d) incentivos fiscais setoriais e regionais: empréstimos a taxas de juros subsidiadas, estimulando a criação de empresas nas regiões norte, nordeste e centro-oeste.

No governo Collor (1990-1992) teve-se o Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade, que objetivava o aumento da produtividade das indústrias brasileira e fez uso de instrumentos como abertura comercial, privatização e desregulamentação do mercado. Com o Plano Real em 1994 a prioridade do governo passou a ser a estabilidade monetária.

Com estabilidade monetária as esferas governamentais passaram a ter políticas industriais como suas prioridades, tendo os estados como principal política de atração de indústrias os incentivos fiscais, configurando um quadro de guerra fiscal entre as unidades da federação.

2.3 Reversão da polarização da indústria brasileira

Diante do aumento dos custos urbanos dos principais polos de produção no início dos anos 90 do século XX, a indústria entrou em um processo de reversão do patamar de concentração geográfica, que se vem intensificando ao longo dos últimos anos, fortalecido por fundamentos tributários e fiscais expressos pelas políticas estaduais de atração de investimentos industriais por meio de programas incentivados normalmente denominados de “guerra fiscal”.

Com o objetivo de caracterizar a economia industrial em seus aspectos locais, Azzoni (1985) pesquisaram o fenômeno da “reversão da polarização” da indústria segundo indicadores de produtividade, salários, tamanho e grau de urbanização, evidenciando que na década de 1970, já se esboçava um movimento de desconcentração da indústria em direção a áreas periféricas das grandes regiões.

A chamada “reversão da polarização” tem-se acelerado em novas dimensões em virtude das características recentes da economia brasileira relacionadas com o processo de globalização e do novo paradigma tecnológico que se incorporou ao processo produtivo nacional. Tais circunstâncias econômicas acarretaram em uma reestruturação produtiva com

deslocamento de empresas entre macrorregiões ou entre microrregiões de uma mesma macrorregião, cujo efeito é a conformação de um novo perfil regional de produção.

Novas pesquisas de caráter quantitativo são realizadas na década de 90 do século XX e as mesmas relacionam-se à identificação de aglomerações espaciais de empresas ou indústrias e têm como foco a análise do fenômeno da desconcentração industrial, que passa a ser considerada como uma perda da importância relativa da indústria em regiões brasileiras industriais tradicionais em contraposição ao surgimento de novas áreas de rápido crescimento econômico.

Diniz e Crocco (1996) analisam a questão regional da indústria subdividindo o período em duas etapas. Primeiramente realizam uma análise do processo de desconcentração industrial na década de 1970. Posteriormente selecionaram as Áreas Industriais Relevantes (AIR), segundo sua magnitude e dinâmica, para então analisarem suas distribuições regionais e seus efeitos sobre a nova configuração regional da indústria nacional.

Fizeram uso dos censos industriais do IBGE para 1970 e 1985, o Censo Demográfico de 1991, além dos dados da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS) do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). O indicador de concentração, para diferentes unidades espaciais, é constituído de medidas do valor da transformação industrial e do nível de emprego em termos de participações percentuais. As unidades básicas foram às microrregiões definidas pelo IBGE e criaram o conceito de Aglomeração Industrial Relevante (microrregião com 10.000 ou mais pessoas ocupadas no setor industrial). Evidenciaram a tendência de desconcentração a partir da área Metropolitana de São Paulo, espalhando-se pelo interior de São Paulo, Minas Gerais, e pela região Sul com análises de AIR nos anos de 1970, 1980 e 1991.

Pacheco (1999) faz uma análise a partir do exame de alguns tipos de informações. Inicialmente fez apreciação, para dois períodos, do processo de desconcentração espacial da indústria com informações sobre a distribuição regional dos dados da produção industrial entre 1970 e 1985. Posteriormente utiliza-os sobre a distribuição regional do emprego industrial para o período de 1986 a 1996. A análise é complementada com outras evidências feitas a partir de dados sobre a tendência dos novos investimentos industriais. Esses conjuntos de dados relativos a períodos distintos viabilizaram uma análise geral dos determinantes da reestruturação produtiva da indústria. Segundo o autor, até 1985 havia tendência à desconcentração, com maior dispersão espacial da indústria de bens de consumo leve, e um

processo de interiorização dos setores mais dinâmicos da indústria no Estado de São Paulo, seguindo para Minas Gerais e para o Sul do país. E para o período de 1986 a 1996 houve um discreto processo de desconcentração restrito as regiões sudeste e a sul.

Já Sabóia (2001) usa apenas dados agregados da RAIS (grandes regiões, estados e microrregiões), para a indústria de transformação e extrativa mineral, no período 1989-1997. Foram consideradas taxas de variação de emprego, número de estabelecimentos e o tamanho médio dos mesmos. A primeira análise dos dados evidenciou um processo de desconcentração regional da indústria (havendo um deslocamento dos estados mais industrializados para os periféricos). Também foi constatada uma tendência de desconcentração dentro dos estados.

Britto e Albuquerque (2002) propõem uma metodologia baseada em três critérios para identificar *clusters* industriais na economia brasileira. A análise é feita utilizando os dados disponíveis na RAIS do ano de 1997 para todos os municípios brasileiros e para todas as 61 divisões da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE). O conceito de *clusters* industriais é distinguido em dois outros: verticais e horizontais. Quanto aos critérios, o primeiro é o uso do Quociente Locacional (QL) para determinar se uma cidade em particular possui especialização em um setor específico. Os autores consideraram que existiria especialização industrial em uma dada região se o QL fosse maior do que um. Outro critério foi a participação mínima relativa do par região-setor no emprego nacional da indústria. As aglomerações que possuem o $QL > 1$ e participação relativa maior que a mínima estipulada para a indústria eram controladas pelo último critério conhecido como critério de densidade. Considerou-se *cluster*, então, aglomerações que apresentassem um mínimo de estabelecimentos do respectivo setor e outro mínimo em atividades associadas na região. O critério objetivava captar a escala da aglomeração e a possível existência de cooperação dentro da aglomeração.

Crocco *et al.* (2006) utilizam técnica de análise multivariada e detectam concentrações de empresas têxteis no Brasil. Os autores elaboraram um índice de concentração capaz de captar quatro características de um Arranjo Produtivo Local (APL): a especialização do setor dentro de uma região; o seu peso em relação à estrutura industrial da região; a importância do setor nacionalmente; e a escala absoluta da estrutura industrial local. O índice de concentração consiste na combinação linear do QL, do índice Hirschman-Herfindahl modificado e de um indicador da participação relativa do setor no emprego total do setor no país. Com técnica é desenhado um mapa de localização espacial da indústria têxtil no país.

O Índice HH, também chamado de Índice de Herfindahl ou Índice de Herfindahl-Hirshman, define-se da seguinte forma, segundo Cabral (1994):

$$H \equiv \sum_{i=1}^n s_i^2 \quad (1)$$

Sendo s_i^2 é a quota de mercado da empresa i elevado ao quadrado e n é o número total de empresas. H varia entre $1/n$ (concentração mínima) e 1 (concentração máxima).

2.4 Impactos da infraestrutura na economia

É comum confundir os conceitos de infraestrutura com logística. O *Council of Supply Chain Management Professional* (2012) define logística como parte do gerenciamento da cadeia de abastecimento que planeja, implementa e controla o fluxo e armazenamento eficiente e econômico de matérias-primas, materiais semi-acabados e produtos acabados, assim como informações relativas aos mesmos do ponto de origem até o ponto de consumo para atender as exigências dos consumidores, pois gerar valor para o consumidor passou a garantir uma vantagem competitiva para as empresas. A infraestrutura considerada neste trabalho relaciona-se a transporte, energia e telecomunicações.

A origem da discussão recente pode ser situada nos artigos de Aschauer (1989a, 1989b, 1989c). O ponto que diferencia o trabalho desse autor consiste na busca de uma explicação para a redução nas taxas de crescimento da produtividade nos Estados Unidos na década de 70 a partir da diminuição no estoque de infraestrutura.

Uma forma de avaliar o impacto da infraestrutura na economia é calcular o estoque de capital de infraestrutura, como rodovias, e verificar se os investimentos nesse estoque afetam a produtividade dos vários setores da economia. Fernald (1999) utilizou dados de setores da indústria norte-americana, de 1953 a 1989, e concluiu que as indústrias automobilísticas de tecnologia intensiva se beneficiaram mais da construção da rede de rodovias que as demais. A queda da produtividade presenciada depois de 1973 foi acentuada nas indústrias automobilísticas de tecnologia intensiva. Esse resultado sugere uma causalidade entre investimentos em infraestrutura e produtividade. Fernald (1999) conclui que a queda dos investimentos públicos explicava parte relevante da redução das taxas de variação da produtividade após 1973.

Sanchez-Robles (1998) destaca que a maior parte dos trabalhos sobre crescimento econômico e infraestrutura havia demonstrado um impacto positivo e estatisticamente

significativo do capital público sobre o produto e a produtividade total de fatores. Sua proposta foi empregar índices de infraestrutura baseados em unidades físicas, ao invés de considerar unidades monetárias de investimento, visto que os dados de despesa podem conter distorções de preços, além de não informarem sobre a eficiência do projeto. Isso porque diferentes projetos de igual valor monetário podem resultar em estoques físicos de capital distintos, a depender da capacidade de governança do Estado e das condições físicas do projeto – por exemplo, terreno e declividade, no caso de rodovias. Foi feita uma amostra de 57 países, no período de 1970 a 1992. Sua avaliação empírica indicou que a forma de se medir o desenvolvimento da infraestrutura afeta os resultados. Ao utilizar a despesa monetária como variável explicativa do crescimento econômico, a autora chegou a um coeficiente negativo, indicando que o aumento no investimento pode deprimir o nível de atividades da economia no longo prazo. Já quando empregou o índice físico de estoque de infraestrutura, baseado na oferta de transportes, energia elétrica e de telecomunicações, chegou-se a uma estimativa de efeito positivo sobre o crescimento econômico, muito embora esse efeito seja transitório.

Seguindo a abordagem de Sanchez-Robles (1998), Calderón e Servén (2004) consideram índices quantitativos de infraestrutura e acrescentaram indicadores de qualidade. Os autores utilizaram um painel desbalanceado de 121 países no período de 1960 a 2000. Como resultado do estudo, os autores encontram efeitos positivos e significativos do estoque de infraestrutura sobre o nível de renda e o crescimento econômico das nações. Argumentam, ainda, que o desenvolvimento da infraestrutura favorece uma melhor distribuição da renda. A interpretação desse resultado pode ser pensada a partir da influência do desenvolvimento da infraestrutura sobre o desempenho dos investimentos e da produtividade.

De imediato, os investimentos em infraestrutura promovem o crescimento econômico por se tratar de bens de capital. Além disso, o impacto do setor de infraestrutura é relevante pelo fato de prover recursos essenciais para um amplo conjunto de setores ao longo de várias cadeias produtivas. Assim, uma melhoria nesse setor também propicia melhorias de produtividade em outros setores, atuando como um fato relevante para o crescimento econômico.

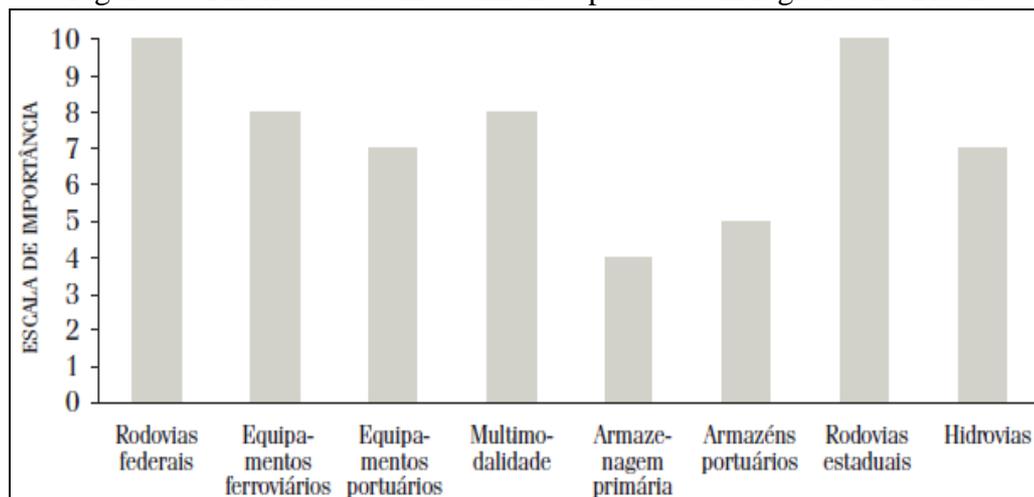
A literatura também aponta que a infraestrutura pode ser relevante para o crescimento econômico, mas o mesmo pode acarretar em um aquecimento da demanda por infraestrutura, investigando, assim, esse nexos causal, Calderón e Servén (2004) apontam que os setores que mais contribuem para a economia em países em desenvolvimento são os setores de telecomunicações, transporte (todos os modais) e energia. Estache (2004) aponta

que investimentos em infraestrutura têm um efeito positivo sobre a produção, mas somente nas fases iniciais de desenvolvimento de uma região ou nação.

Transporte e demais equipamentos que facilitem o comércio são fatores que devem ser considerados a fim de otimizar o fluxo físico de bens, que se relaciona diretamente com a competitividade. No entanto, os governos limitam-se erroneamente quando focam somente gargalos estruturais nos investimentos, pois deixam de considerar os procedimentos regulatórios dos serviços, conforme gráfico abaixo, que mostra a ênfase dada ao modal rodoviário em detrimento de equipamentos ferroviários e portuários, por exemplo.

A Tabela 5 demonstra o peso das rodovias no Brasil. Um custo elevado em um modal que não é o mais eficiente em algumas ocasiões. Enquanto se prioriza este, o país deixa de investir no modal ferroviário, conforme Figura 2:

Figura 3 – Prioridades de investimentos públicos em logística no Brasil



Fonte: Resende (2006).

Tabela 4 – Brasil: Investimentos em rodovias no período 2001-2007 (R\$ Bilhões)

Rodovias	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Orçamento Geral da União	2,12	2,04	0,77	1,95	2,56	4,05	4,71
% do PIB	0,16	0,14	0,05	0,10	0,12	0,17	0,18
Concessionárias	1,74	1,56	1,02	1,03	1,32	1,45	1,53
% do PIB	0,13	0,11	0,06	0,05	0,06	0,06	0,06
Estados	2,01	1,93	2,07	2,42	2,86	3,17	3,11
% do PIB	0,15	0,13	0,12	0,12	0,13	0,14	0,12
Total	5,87	5,53	3,86	5,40	6,74	8,67	9,39
% do PIB	0,45	0,37	0,23	0,28	0,31	0,37	0,37

Fonte: Frischtak (2008).

Na maioria dos países, os custos logísticos são considerados como o elemento mais importante dos termos de troca do que as barreiras alfandegárias. Isso porque elas,

juntamente com os acordos de livre comércio contribuíram para maior relevância dos custos logísticos, motivando, assim, inúmeras iniciativas do poder público no que tange ao aperfeiçoamento dos componentes dos custos logísticos.

Micco e Serebrisky (2006) apontam que custos de transporte ligados a importação podem cair até 9% em um período de 5 anos após o assinatura de acordo de livre comércio. Vale frisar ainda os estoques, pois seus níveis auxiliam na confiabilidade dos serviços de infraestrutura (transporte, essencialmente). Por exemplo, quando um país dispõe de uma infraestrutura de transportes precária, as empresas necessitam ter altos níveis de estoques, o que encarece os custos unitários em decorrência também do alto custo do capital, o que diminui a competitividade e a produtividade.

Guasch e Kogan (2001, 2006 *apud* GONZALEZ, GUASCH, SEREBRISKY, 2008, p. 11) encontraram resultados que evidenciaram o que foi apontado no parágrafo anterior, pois consideram que se empresas americanas mantivessem um estoque de 1,25% do PIB, os estoques da América Latina e outras regiões menos competitivas teria de ser o dobro, no mínimo. Fatores como perdas de vendas devido a interrupções nos transportes ou tempo médio na alfândega pesa significativa em países e regiões menos competitivas.

A infraestrutura cria condições favoráveis para o crescimento de indústrias, além de gerar e empregos, assim tem sua importância ressaltada sobre a atividade econômica ao propiciar melhores condições para a produção. A infraestrutura pode apresentar efeitos diretos ou indiretos sobre emprego, renda, critérios de localização de empresas, capital, progresso tecnológico e outras variáveis econômicas. Assim, pode afetar o grau de desenvolvimento regional, ao estimular ou restringir as disparidades regionais, e ao atuar como elemento de decisão na análise de investimentos públicos ou privados (BENITEZ, 1999).

A infraestrutura tem participação direta ou indireta nas diversas teorias de desenvolvimento regional. Por exemplo, Myrdal (1957 *apud* BENITEZ, 1999) defende que os efeitos propulsivos de expansão econômica existentes nas regiões de alto e médio nível de desenvolvimento são fortalecidos pela melhoria dos transportes, das comunicações e dos padrões educacionais.

Perroux (1977 *apud* BENITEZ, 1999) tem uma abordagem na qual o crescimento é alcançado com uma infraestrutura desenvolvida, além da prestação de serviços do centro ao interior e a demanda de fatores produtivos pelas zonas de influências ser tão importante quanto a concentração de indústrias-chave.

O efeito direto de se contar com infraestruturas adequadas pode ser observado pela própria prestação dos serviços, já que a infraestrutura também pode ser considerada como bem final e pode melhorar o bem-estar e a qualidade de vida daqueles que a consomem. De forma indireta, afeta as atividades e processos produtivos, por meio de sua característica de bem público intermediário, influenciando na atividade econômica (com reflexos na produção e no Emprego), e pelas vantagens que oferece aos indivíduos e empresas quando estes consideram suas decisões de localização (BENITEZ, 1999).

Cabe, ainda, defender que melhor dotação em infraestrutura eleva a competitividade e produtividade da indústria. Dessa forma, uma região melhor equipada com infraestrutura tem vantagens comparativas em relação à outra, menos privilegiada, e isso pode implicar em maior nível de Emprego, um PIB regional per capita mais alto, e, conseqüentemente, maior desenvolvimento.

Ferreira (1996) estimou o impacto do capital de infraestrutura federal (telecomunicações, energia elétrica, portos, setor marítimo e ferrovias) e o impacto do capital total (capital das estatais). Foi evidenciado que o crescimento de 1% no capital de infraestrutura gerava, no longo prazo, um aumento de 0,34% a 1,12% do PIB, dependendo da taxa de depreciação utilizada (6%, 8% ou 10%). Quanto à série mais ampla, capital público total, o impacto estimado sobre o PIB situou-se entre 0,71% e 1,05%.

3 ANÁLISE ENVOLTÓRIA DE DADOS

A Análise Envoltória de Dados é uma ferramenta matemática para a medida de eficiência de unidades produtivas. Foi inicialmente desenvolvida como um método para estimar a eficiência comparativa de unidades organizacionais, tais como bancos, escolas, hospitais e agências governamentais. A característica-chave que torna as unidades comparáveis em cada caso é que elas utilizam a mesma função, em termos de recursos de entradas e o mesmo tipo de saída.

O princípio básico deste método está relacionado à comparação de eficiência entre unidades, ou seja, entre realidades operacionais e não entre um ideal inatingível ou algo que seja considerado como produção ótima. Segundo Thanassoulis (2001, p. 17), “As eficiências estimadas são comparativas ou relativas porque permitem alterações a uma unidade, tanto relacionadas aos recursos de entrada quanto aos recursos de saída, quando comparada com outras unidades *benchmark*, em vez de comparar com algum senso absoluto”.

Lins e Meza (2000) atribuem algumas características da DEA, além de defenderem que a mesma é para apoio a decisão de natureza multicritério, sendo capaz de melhor modelar a complexidade da realidade:

- a) difere dos métodos baseados em avaliação puramente econômica, que necessitam converter todos os *inputs* (entradas) e *outputs* (saídas) em unidade monetária;
- b) os índices de eficiência são baseados em dados reais;
- c) generaliza o método de Farrel, construindo um único *output* virtual e um único *input* virtual;
- d) é uma alternativa e um complemento aos métodos da análise da tendência central e análise custo benefício;
- e) considera a possibilidade de que os *outliers* não representem apenas desvios em relação ao comportamento médio, mas possíveis *benchmarks* a serem estudados pelas demais Unidades Decisórias (DMU – *Decision Making Unit*);
- f) ao contrário das abordagens paramétricas tradicionais, DEA otimiza cada observação individual com o objetivo de determinar uma fronteira linear por partes que compreende o conjunto de DMUs.

Segundo Seiford (1999), os enfoques e interesses em DEA são diversificados. Os estatísticos consideram-na como um exercício em análise exploratória de dados. Os econométricos como uma técnica que estima uma função de produção empírica. Os matemáticos como uma metodologia para determinar soluções não dominadas em um problema multicritério. Os engenheiros industriais encontram na DEA uma ferramenta para melhoria de produtividade.

Embora a ferramenta DEA seja relativamente recente, tem-se um rápido desenvolvimento. Conta com uma ampla base teórica e variedade de aplicações práticas como: em economia (LOVELL e PASTOR, 1995), educação (SARRICO, 1997), dentre outras áreas.

3.1 Eficiência técnica

North (1990) considera fatores externos à organização para conceituar o que seria eficiência a partir de uma análise macroeconômica, conceituando-a como a capacidade de gerar um arranjo institucional que maximize a produção, dado um certo estoque de recursos e tecnologia. Morales Junior (2000) advoga a mesma ideia, ou seja, um arranjo físico eficiente dependente da dinâmica política e cultural da sociedade.

Tem-se na literatura três conceitos de eficiência: produtiva, distributiva e alocativa. O primeiro consiste na utilização, com máximo rendimento e menor custo, da planta produtiva instalada e respectiva tecnologia. O segundo refere-se à capacidade de eliminação, por meio de concorrência ou de outro dispositivo, de rendas monopolísticas ou outros ganhos temporários por parte de agentes individuais. O terceiro relaciona-se à melhor forma de alocar os recursos (POSSAS, PONDÉ e FAGUNDES, 1996). Geralmente a interpretação dada para eficiência é técnica ou produtiva (FARID, 1998 *apud* ABEL, 2000).

Wilhelm (2000) define a eficiência técnica com uma comparação entre os níveis de *input* e *output* observados com os níveis de *input* e *output* ótimos, ou seja, a razão entre a produção observada e o potencial máximo atingível. Têm-se, então, duas perspectivas de eficiência técnica, na qual uma busca aumentar a produção (*outputs*) e a outra reduzir os insumos (*inputs*). A partir daí pode-se estabelecer um paralelo entre os conceitos de eficiência técnica e eficiência produtiva.

Para Varian (1992), a eficiência técnica trata da relação entre *input* e *output* do mesmo sistema de macro atividades e o objetivo principal pode ser produzir mais *output* com

a mesma quantidade de *input* ou produzir a mesma quantidade de *output* utilizando uma quantidade de *input* menor.

O critério de eficiência na produção está associado aos conceitos de racionalidade econômica e de produtividade material e revela a capacidade da organização de produzir um máximo de resultados com um mínimo de recursos (BELLONI, 2000).

Deve ser considerado, também, que uma unidade produtiva que opera com mais eficiência possui chances de incrementar sua produtividade. A produtividade de uma organização é um conceito associado às quantidades dos recursos empregados para realizar suas atividades e às quantidades de resultados gerados por essas atividades. A produtividade varia de organização para organização em função de diferenças na tecnologia de produção utilizada, de diferenças ambientais e de diferenças na eficiência do processo de produção (LOVELL e SCHMIDT, 1993).

Existem dois métodos para mensurar a eficiência na utilização dos recursos: o método paramétrico, em que se utilizam métodos econométricos, e o não paramétrico, baseado em programação matemática. O método paramétrico utiliza técnicas para estimar funções de produções médias, requer suposições acerca da distribuição do erro e especificações explícitas de forma funcional. O método tem dificuldade em acomodar múltiplos produtos, geralmente expressando a produção por um índice, no qual importantes informações no espaço dos produtos podem ser perdidas.

Reinaldo (2002) afirma que o método não paramétrico baseia-se na programação matemática e possui dois objetivos principais: construir fronteiras de produção a partir de dados empíricos e calcular uma medida de produtividade relacionando dados de observações com as fronteiras de produção. Os pontos observados que pertencem à fronteira de produção são ditos eficientes e seus níveis de *input* e *output* são ótimos, enquanto os outros são ineficientes. A principal vantagem do método não paramétrico é a flexibilidade, já que adapta modelos com múltiplos *inputs* e *outputs* e impõem menos restrições quanto à tecnologia de produção, evitando colocar restrições desnecessárias sobre a função de produção que podem afetar a análise e distorcer as estimativas de eficiência (IRAIOZ *et al.*, 1997 *apud* ÁLVAREZ, CALVETE e GARRIDO, 2002).

Debreu (1951 *apud* FARE *et al.*, 1994), ao determinar o coeficiente de utilização de recursos, estabeleceu o primeiro indicador de eficiência produtiva conhecido. Orientado para a minimização do consumo de recursos, esse coeficiente consiste na redução

equiproporcional máxima possível em todos os recursos, mantida a produção da mesma quantidade de (um único) resultado. Essa definição induz um conceito de eficiência diferente daquele de Koopmans.

Para Koopmans (1990 *apud* LOVELL, 1993), uma unidade de produção é tecnicamente eficiente se um acréscimo em qualquer produto requer uma redução em pelo menos um outro produto ou um acréscimo em pelo menos um insumo; ou ainda, uma redução em qualquer insumo requer um acréscimo em pelo menos um outro insumo ou uma redução em pelo menos um produto. Este conceito é equivalente à noção de Ótimo de Pareto. Assim, uma unidade é tecnicamente ineficiente no sentido Koopmans-Pareto se puder produzir os mesmos produtos reduzindo pelo menos um dos insumos ou se puder usar os mesmos insumos para produzir mais pelo menos um dos produtos.

Farrell (1957) continuou o trabalho iniciado por Debreu (1951 *apud* FARE *et al.*, 1994) e desenvolveu um procedimento para calcular o indicador de eficiência produtiva de Debreu. Farrel (1957) restringiu suas análises e cálculos à eficiência produtiva com um único resultado, embora tivesse formulado o problema para o caso com múltiplos resultados.

Farrel (1957) menciona o conceito de eficiência produtiva como sinônimo de eficiência técnica e propõe uma técnica para sua medição que se deve a uma tecnologia uni produto. Assumindo vários fatores de produção para um único *output* a rendimentos constante de escala, Farrel (1957) utiliza como referência uma combinação eficiente de fatores para um dado nível de produto, classificando os desvios em relação à essa combinação como ineficiência. O autor já trabalhava com a visão de que a melhor combinação de *inputs* (com tendência para reduzir os recursos a um nível considerado eficiente) deveria gerar o máximo de *outputs*.

Os trabalhos de Koopmans, Debreu e Farrel foram redescobertos na década de 70, não só pelos economistas, mas, também, como tema de interesse da Pesquisa Operacional (FARE *et al.*, 1994).

Diante dessas explicações, cabe ressaltar a forma mais utilizada para quantificar a eficiência, mediante a razão entre *output* e a quantidade utilizada de *input*, conforme ilustra a Equação 2 e considerando os ambientes complexos em que as organizações estão inseridas.

$$Eficiência = \frac{\sum_r u_r y_r}{\sum_i v_i x_i} \quad (2)$$

Em que u_r e v_i são pesos, ou seja, o grau de importância que a empresa atribui a quantidades y_r de *output* r e x_i de *input* i . Definir o conjunto de pesos u_r e v_i é uma de grande complexidade. Para Niederauer (2002), se houvesse acordo entre as unidades sob avaliação, a questão estaria solucionada, mas os produtores têm interpretações diferentes sobre determinados assuntos, criando dificuldades em se definir pesos para as variáveis.

É necessário que as variáveis de *input* e *output* representem fenômenos do contexto real. Para calcular a eficiência dos sistemas produtivos, é necessário que as organizações identifiquem as principais variáveis referentes aos *inputs* e *outputs* do sistema.

Charnes, Cooper e Rhodes (1978) analisaram os estudos de Farrel (1957) tanto no sentido de trabalhar com múltiplos recursos e múltiplos resultados, quanto na obtenção de um indicador que atendesse ao conceito de eficiência de Koopmans. Essa generalização deu origem a uma técnica de construção de fronteiras de produção e indicadores da eficiência produtiva conhecida como Análise Envoltória de Dados.

3.2 Etapas de aplicação dos modelos DEA

A aplicação dos modelos DEA segue as seguintes etapas:

- a) seleção de unidades a serem analisadas;
- b) seleção das variáveis (*inputs* e *outputs*) para estabelecer eficiência relativa das unidades selecionadas na etapa anterior;
- c) identificação da orientação do modelo e retornos de escala;
- d) identificação e aplicação dos modelos.

3.2.1 Seleção de unidades

A DEA determina que as unidades a serem analisadas sejam chamadas de *Decision Making Units* (DMUs). Para Lins e Meza (2000), a primeira observação a ser feita diz respeito à homogeneidade das DMUs. Por DMUs homogêneas entendem-se aquelas que realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, que estejam trabalhando nas mesmas condições de mercado, e tais que as variáveis utilizadas sejam iguais, com exceção da sua magnitude.

As unidades a serem avaliadas necessitam ser suficientemente semelhantes, de forma que a comparação faça sentido, mas também suficientemente diferentes, de forma que possamos discriminá-las.

Uma vez definidas as DMUs, deve-se determinar o seu número. O número de unidades a ser incluído nas análises precisa ser suficientemente grande, de forma que a discriminação entre elas seja possível. Se o número de unidades utilizadas, comparado ao número de inputs e outputs, for pequeno, é provável que muitas das unidades sejam consideradas como 100% eficientes. Isto porque qualquer unidade considerada como tendo o melhor desempenho e que execute a melhor relação entre output e input, será considerada eficiente.

Segundo Lins e Meza (2000) o número de DMUs deve ser, no mínimo, o dobro do número de variáveis utilizadas no modelo, em se tratando de modelos DEA tradicionais. Para Nunamaker (1985 *apud* ABEL, 2000) o número de organizações deveria ser de, no mínimo, três vezes maior que a soma dos produtos e insumos incluídos na especificação.

3.2.2 Seleção de variáveis

Há várias técnicas de seleção de variáveis cujo objetivo é apresentar um resultado otimizado, o qual considere todas as variáveis originais, apresentando uma boa relação causal e uma alta capacidade de discriminação entre as DMUs, ou seja, resultados com maiores possibilidades de análise e ainda assim representativos.

A seleção das variáveis considera, inicialmente, uma grande lista de possibilidades, além de que as variáveis podem ser controláveis ou não. A introdução de um grande número de variáveis resulta em uma maior explicação das diferenças entre as DMUs, porém fará com que um número maior de DMUs esteja na fronteira. O acréscimo de muitas variáveis reduz a capacidade do DEA de discriminar as DMUs eficientes das ineficientes. Assim, o modelo deve ser mantido o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório do DEA.

Golany e Roll (1989) estruturaram procedimentos para aplicação do DEA e propuseram que a seleção das variáveis relevantes na análise de desempenho de um sistema deve se dar em três estágios: Julgamento criterioso, análise quantitativa sem uso de DEA e análise baseada em DEA.

No que se refere ao primeiro estágio, Golany e Roll (1989, p. 239) destacam: “Um problema frequentemente encontrado é a distinção formal entre fatores que causam a eficiência e fatores que explicam o efeito eficiência.” A questão de distinguir entre os *inputs* e os fatores explicativos precisa ser solucionada a partir de uma análise de causalidade. Compreendem-se como determinantes aquelas variáveis que podem ser tidas como responsáveis por outras e não resultantes de outras.

O segundo estágio, conforme Golany e Roll (1989) referem-se às análises estatísticas e de regressão, tanto para auxiliar na caracterização de uma variável como *input* ou *output*, quanto para avaliar o grau de relevância e de redundância de determinada variável. Quando a regressão explicar uma variável utilizando como variáveis independentes o conjunto de inputs, esta deve ser considerada como *output* e quando for capaz de explicá-la por meio do conjunto de outputs, deverá ser considerada como *input*.

No terceiro estágio, Norman e Stoker (1991) propuseram o primeiro procedimento sistematizado para seleção de variáveis, inspirados no método *stepwise* (passo a passo) para a seleção de variáveis. O método parte de um par de *input-output* inicial, calcula o *score* de eficiência das DMUs com base neste par, e os coeficientes de correlação de todas as demais variáveis com estes *scores*. Para selecionar a próxima variável a entrar no modelo, a lista de variável é percorrida em ordem decrescente do módulo do coeficiente de correlação. O método *stepwise* reconhece que existe uma informação prévia sobre se a variável candidata é um input ou output, e estabelece critérios distintos para a seleção. O objetivo é incorporar a variável que permitirá um melhor ajuste das DMUs à fronteira. Utiliza-se como critério básico para seleção das variáveis, o grau de ajustamento, ou de proximidade da fronteira, ao invés do poder de discriminação. Nos modelos DEA, a inclusão de um fator pode não acarretar redução na eficiência de qualquer DMU. Fatores que não alteram significativamente os escores de eficiência também serão identificados como fatores que não contribuem para que as DMUs se aproximem, em média, da fronteira de eficiência. Tais fatores não serão incorporados ao modelo.

Segundo Lins e Meza (2000), variáveis adicionais são acrescentadas e é escolhido, para continuidade do algoritmo, aquele cenário com maior eficiência média. A seleção termina quando a variável adicionada não produz incremento significativo à eficiência média.

O método *stepwise* não tem como objetivo melhorar a ordenação em DEA e para incluir esta característica, Soares de Mello *et al.* (2004) propuseram uma alteração ao algoritmo original. Este método, chamado de Multicritério para Seleção de Variáveis em DEA, considera tanto o melhor ajuste à fronteira (medido pela eficiência média), quanto a melhor discriminação (avaliada pelo número de DMUs eficientes). Da mesma forma como no *stepwise*, o método Multicritério parte de um par *input-output* inicial e para cada variável acrescentada são calculados o número de DMUs na fronteira e a eficiência média. A seleção encerra-se quando o número de variáveis for no máximo 1/3 do número de DMUs, regra empírica apresentada por Friedman e Sinuany-Stern (1998).

De modo a reduzir a subjetividade dos métodos anteriores, seja na escolha pelo decisor do par inicial, seja na imposição de que o número de variáveis deve ser z vezes o número de DMUs, Senra (2004) propôs uma série de métodos que eliminam essas etapas no algoritmo de seleção de variáveis. O Método Multicritério Combinatório Inicial, mantém a regra de parada do método Multicritério de Soares de Mello *et al.* (2004), mas elimina a escolha do par inicial. O Método Multicritério Combinatório por Cenários tem duas fases. Na 1ª fase, o algoritmo é semelhante ao anterior, com exceção da eliminação da regra de parada: são testados os cenários até que todas as variáveis tenham sido consideradas. Na 2ª fase são recalculados os índices SEF e SDIS para os cenários selecionados e é escolhido aquele com maior valor de S .

Ainda na direção de não incorporar subjetividade à seleção de variáveis, Senra (2004) e Senra *et al.* (2004) propuseram dois outros métodos: Multicritério Total e Multicritério Total Simplificado. O primeiro é um método exaustivo e com custo de cálculo elevado, que calcula o índice S para todas as combinações possíveis de variáveis, sendo selecionado o cenário com maior valor de S . A segunda proposta objetiva unir os bons resultados do método Multicritério Total com o baixo custo de cálculo ao serem inseridas variáveis passo a passo.

Aschauer (1989c) contribuiu de maneira significativa ao chamar a atenção sobre as possibilidades de aumento das dotações públicas nos Estados Unidos, como forma de estimular o crescimento da produtividade para alcançar resultados positivos ao incluir o capital físico em infraestrutura na função produção convencional. A análise foi feita em uma função de produção do tipo *Cobb-Douglas* adaptada para cada região:

$$Y = A \times L \times K \times G \times \varepsilon \quad (3)$$

Podendo ser expresso a equação (4):

$$Y_{it} = a_t + \gamma L_{it} \alpha K_{it} + \beta G_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

Sendo:

i = região;
 t = tempo;
 Y_{it} = logaritmo do PIB;
 a_t = progresso técnico;
 L_{it} = logaritmo de mão de obra;
 K_{it} = logaritmo de capital fixo;
 G_{it} = logaritmo de infraestrutura;
 ε_{it} = erro.

O trabalho objetivava verificar primeiramente se β era significativo e, caso fosse, quantificar a contribuição das infraestruturas para a formação do produto interno bruto de cada região. Além disso, uma vez que se dispunha das informações de infraestrutura desagregadas por categorias, foi possível analisar sua contribuição de maneira independente.

A variável a_t refletiu as disfunções da função de produção, comuns a todas as regiões em cada período de tempo. A variável pode ser reconhecida na literatura como uma variável *dummy*, ou seja, serve para representar a influência de uma característica ou atributo qualitativo. A mesma controla os efeitos de características qualitativas específicas e que atuam sobre o PIB.

A disponibilidade de dados em painel permitiu maior flexibilidade na sua especificação, sendo necessária inicialmente a análise da estrutura do erro. De maneira geral, a especificação foi a seguinte:

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + \mu_{it} \quad (5)$$

Onde:

μ_{it} = erro;
 η_i = características e efeitos individuais da função de produção de cada estado, que são constantes ao longo do tempo e não observadas.

Se houver diferenças não observadas ou presença de efeitos individuais e não são reconhecidos explicitamente no modelo e exista correlação entre esses efeitos e as variáveis do modelo, os coeficientes estimados das variáveis explicativas incluídas poderão ser viesados, já que não reconheceriam parcialmente estas diferenças.

A partir de então, o modelo adotado foi o seguinte:

$$Y_{it} = a_t + \gamma L_{it} + \alpha K_{it} + \beta G_{it} + \eta_i + \mu_{it} \quad (6)$$

Na equação (6), η_i pode variar na seção cruzada. Especificado o modelo e considerada a existência de diferenças não observadas, coube expor os diferentes modos de estimá-lo. As duas formulações mais comuns para especificar a natureza dos efeitos individuais em um modelo em painel são a utilização de efeitos fixos ou a de efeitos aleatórios. A abordagem de efeitos fixos toma o efeito individual como um termo constante

específico de um grupo, controlando sua presença mediante o uso de variáveis *dummies* e incorporando todas as variáveis como desvios da média, sem explorar os dados da seção cruzada. Por outro lado, a abordagem de efeitos aleatórios especifica que o efeito individual é um ruído específico de cada grupo, semelhante ao erro.

A escolha entre os tratamentos dos efeitos individuais (fixo ou aleatório) depende da ausência de correlação entre os efeitos individuais não observados (η_i) e as variáveis explicativas L, K e G. Tal escolha foi realizada mediante o teste de Hausman (GUJARATI, 2006). A estatística do teste segue uma distribuição χ^2 com k graus de liberdade, sendo as hipóteses as seguintes:

- a) H_0 : Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas = 0 (ausência de correlação), ou seja, estimadores de efeitos fixos e aleatórios são ambos consistentes, mas o de efeitos aleatórios é eficiente.
- b) H_1 : Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas $\neq 0$ (presença de correlação), ou seja, somente os estimadores de efeitos fixos são consistentes.

No modelo de efeitos fixos, os efeitos individuais podem ser livremente correlacionados com os demais estimadores, enquanto no modelo de efeitos aleatórios supõe-se que não há correlação entre efeitos individuais e demais variáveis explicativas.

Para a estimação com efeitos fixos, o estimador de mínimos quadrados ordinários, chamado de LSDV (*Least Squares Dummy Variable Model*), é um estimador consistente e eficiente do modelo. Para o modelo de efeitos aleatórios, utilizou-se o método dos mínimos quadrados generalizados, admitindo que os interceptos sejam independentes e identicamente distribuídos. A definição de qual o modelo mais apropriado depende das informações sobre as características da amostra.

A partir da função de produção *Cobb-Douglas*, que determina que o produto é função exclusivamente de Capital e mão de obra, tenta-se criar e validar uma outra função de produção. Para a variável produto faz-se uso da variável PIB (PIB do estado i no quinquênio t). A variável capital foi subdividida em duas outras, capital privado e capital público, sendo o capital privado a variável de CAPITAL (formação bruta de capital fixo), enquanto para o capital público utilizou-se a variável de Infraestrutura (IE_{it}) e, por fim, para a variável Emprego (EMP_{it}) utilizam-se informações do RAIS para taxa de ocupação. Dessa forma, a função de produção consolidada na literatura é:

$$PIB_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CAPITAL_{it} + \beta_3 IE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (7)$$

3.2.3 Identificação da orientação do modelo e retorno de escala

Deve-se compreender a tecnologia utilizada pela DMU antes da aplicação do modelo. Entende-se por tecnologia de produção a maneira como a DMU transforma os seus insumos em produtos. Com essa compreensão pode-se encontrar todos os planos possíveis de produção. Para definir os modelos que representam melhor a tecnologia de produção, há a necessidade de entender suas orientações e o tipo de retorno de escala.

O modelo de eficiência pode responder qualquer uma das duas perguntas:

- a) As unidades produzem determinado nível de *output*, quanto é possível reduzir os *inputs*, mantendo o nível atual de *output*? Isto significa minimizar os *inputs*.
- b) As unidades utilizam determinado nível de *input*, qual é o maior nível de *output* que pode ser alcançado com esse nível de *input*? Isto significa maximizar os *outputs*.

A DEA possui ainda uma terceira opção em relação à orientação dos modelos para que se possa identificar a eficiência das unidades em análise. A orientação para o *input* indica que o objetivo será de reduzir os insumos sem alterar o nível atual dos *outputs*; enquanto a orientação para o *output* tem como objetivo aumentar os *outputs*, porém mantendo fixo o nível de *input*; por fim, a orientação *input-output* constitui uma junção dos modelos anteriores, ou seja, aumentar ao máximo os *outputs*, reduzindo ao mínimo os *inputs*.

A relação entre *inputs* e *outputs* é denominada retorno de escala. Brunetta (2004) resalta quatro possibilidades (devidamente explanadas no Quadro 1) de retornos nos modelos DEA: retorno constante de escala (CRS), retornos não decrescentes de escala (NIRS), retornos não decrescentes de escala (NDRS) e retornos variáveis de escala (VRS).

Quadro 1 – Tipos de retornos de escala

Retorno de escala	Caracterização
Retorno constante de escala	<i>Inputs</i> aumentam ou diminuem numa mesma proporção dos <i>outputs</i>
Retorno não crescente de escala	
Retorno não decrescente de escala	Se ao multiplicar a quantidade de <i>inputs</i> por um fator $\lambda > 1$, os <i>outputs</i> serão multiplicados por um fator $\lambda' \leq \lambda$
Retorno variável de escala	Se ao multiplicar a quantidade de <i>inputs</i> por um fator $\lambda > 1$, os <i>outputs</i> serão multiplicados por um fator $\lambda' \geq \lambda$
	Quando os <i>inputs</i> são multiplicados por um fator λ , os <i>outputs</i> podem seguir qualquer comportamento em relação a este fator λ

Fonte: Brunetta (2004).

3.2.4 Identificação e aplicação do modelo

Os modelos mais utilizados são CCR e BCC. O primeiro foi desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), permitindo uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas. Já o BCC foi criado por Banker, Charnes e Cooper (1984), e permite distinguir entre ineficiências técnica e de escala, estimando ainda a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante.

Segundo Paiva (2000, p. 42), esses dois modelos diferenciam-se basicamente da seguinte forma:

- a) tipos de combinações e suposições sobre retornos de escala;
- b) tipos de projeção do plano ineficiente à fronteira de eficiência.

3.2.4.1 Modelo CCR

O nome do modelo é a inicial dos nomes dos três autores. Faz uso do método de programação matemática para desenvolver um modelo que atenda a casos com múltiplos outputs/inputs com a construção de um único *output* “virtual” e um *input* “virtual” (CHARNES *et al*, 1997).

Segundo Casa Nova (2002), permite uma avaliação objetiva da eficiência global, além de identificar fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

Pode ter orientação para o consumo e para o produto e seu indicador de eficiência indica uma medida de produtividade global denominado indicador de eficiência produtiva.

O modelo CCR com orientação ao consumo é representado da seguinte forma:

$$\text{Max } h_k = \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} \quad (8)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} \leq 0 \quad (9)$$

$$\sum_{i=1}^n v_i x_{ik} = 1 \quad (10)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (11)$$

Considerando-se N empresas produzindo m quantidade de produtos (*outputs*) y a partir de n quantidade de insumos (*inputs*) x. Uma empresa k produz y_{rk} quantidade de produtos com a utilização de x_{ik} quantidade de insumos. Objetiva-se encontrar o máximo

indicador de eficiência h_k onde u_r é o peso específico a ser encontrado para um produto r e v_i o peso específico de cada insumo i . Considerando que r varia de 1 a m , i varia de 1 a n e j varia de 1 a N .

Esse modelo (equação 8) busca a eficiência a partir de alterações nos níveis de *inputs*, mantendo constante o nível de *output*, ou seja, retorno constante de escala. A primeira restrição (equação 9) é o resultado da empresa (subtração de produtos por insumos) e está limitada a 0, levando as empresas eficientes a obterem resultado 0. A segunda restrição (equação 10) consiste no produto das quantidades consumidas pelos pesos da empresa K , que para ser eficiente o h_k será igual 1.

Já o modelo CCR com orientação ao produto tem por objetivo a maximização do nível de produção utilizando ao máximo o consumo de *inputs*, ou seja, busca eficiência mantendo os níveis de insumos e aumentando os níveis de produtos. Pode ser representado na equação abaixo:

$$\text{Min } h_k = \sum_{i=1}^n v_i x_{ik} \quad (12)$$

3.2.4.2 Modelo BCC

O nome do modelo é também a inicial dos nomes dos três autores. O modelo pressupõe que tecnologias apresentem retornos variáveis a escala de produção, admitindo que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. De acordo com Belloni (2000), o indicador da eficiência técnica resultante da aplicação do Modelo BCC permite identificar a ineficiência técnica, isolando da ineficiência produtiva o componente associado à ineficiência de escala. O modelo possibilita a utilização de unidades de referência de portes distintos.

O modelo BCC com orientação ao consumo é escrito da seguinte forma:

$$\text{Max } \sum_{r=1}^m u_r y_{rk} - u_k \quad (13)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^m v_i x_{ik} = 1 \quad (14)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^n v_i x_{ij} - u_k \leq 0 \quad (15)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (16)$$

A variável u_k representa os retornos variáveis de escala. Segundo Casa Nova (2002), essa variável não deve atender à restrição de positividade, podendo assumir valores negativos.

O modelo BCC com orientação ao produto é descrito na seguinte forma:

$$\text{Min } \sum_{i=1}^n v_i x_{ki} + v_k \quad (17)$$

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^n u_r y_{rk} = 1 \quad (18)$$

$$\sum_{r=1}^m u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^n v_i x_{jr} - v_k \leq 0 \quad (19)$$

$$u_r, v_i \geq 0 \quad (20)$$

O termo v_k representa a possibilidade de retornos variáveis de escala, sendo possível assumir valores positivos ou negativos (Casa Nova, 2002). Em ambos os modelos r varia de 1 até m , i varia de 1 a n e j varia de 1 a N .

O indicador de eficiência do modelo BCC corresponde a uma medida de eficiência técnica, já que está depurado dos efeitos de escala de produção.

4 METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Marconi e Lakatos (2003), não pode haver ciência sem a utilização de métodos científicos. O método é um agrupamento de atividades racionais e sistemáticas que permitem alcançar o objetivo pretendido com maior segurança e economia, traçando o caminho a se seguir, diagnosticando erros e apoiando as decisões do cientista. O método, assim, é um meio de acesso aos fatos.

O método a ser utilizado é o dedutivo. Segundo Ruiz (2002, p. 138), o método dedutivo é adequado quando “a partir de enunciados mais gerais dispostos ordenadamente como premissas de um raciocínio, chega a uma conclusão particular ou menos geral”.

Trata-se de uma pesquisa bibliográfica, que, segundo Gil (2002), é desenvolvida com base em material já elaborado, constituída principalmente por livros, artigos e estudos setoriais.

No trabalho foram utilizados dados secundários coletados nas seguintes fontes: Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC), Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL), Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), Agência Nacional de Transportes Aquaviários (ANTAQ), Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL), Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (ANTF), Associação Nacional dos Transportadores Terrestres (ANTT), Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), Empresa de Pesquisa Energética (EPE), Empresa Brasileira de Infraestrutura e Aeronáutica (INFRAERO), Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (GEIPOT), IBGE, Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicada (IPEA) e MTE. Nas próximas seções as fontes serão melhor explanadas.

4.1 Delimitação temporal e espacial da pesquisa

O período analisado no trabalho é o período 1980 a 2010, analisado quinquenalmente. Obras de infraestrutura tem longo tempo de duração até sua conclusão, sendo este o motivo de escolha de um período longo para análise.

A restrição espacial é importante por limitar a coleta de dados e investigação. Os objetos de estudo do trabalho são os estados do Ceará e Santa Catarina. No entanto, foram coletados dados de São Paulo, estado este utilizado como *benchmark*, haja vista ser o estado

com maior PIB industrial, sendo tratado no estudo como o estado industrialmente mais competitivo.

4.2 Procedimentos

O trabalho é composto por oito etapas, sendo a principal a Análise Envoltória de Dados, por isso a aplicação da ferramenta está em função das demais etapas. As etapas estão elencadas na Tabela 5:

Tabela 5 – Etapas e detalhamento das mesmas no método de pesquisa do trabalho

Etapa	Detalhamento
Identificação da quantidade mínima de unidades a ser analisada	Utilização de técnica proposta por Nunamaker (1985 <i>apud</i> ABEL, 2000)
Pré-identificação de variáveis	Identificar variáveis que possuem relação com a medida de desempenho proposta baseando-se em estudos anteriores
Coleta e organização de dados	Coleta de dados secundários
Confecção de índices das variáveis selecionadas	Utilização de técnica de números-índices
Seleção e validação de variáveis	Regressão linear múltipla (estimação por meio do software <i>EViews</i>)
Construção de modelo	Identificar orientação do modelo e tipo de retorno de escala
Processamento	Uso de <i>software</i> SIAD (Sistema Integrado de Apoio a Decisão)
Resultados e discussão	Eficientes ou ineficientes

Fonte: Elaboração própria do autor.

4.2.1 Definição de unidades

Adota-se no trabalho o critério elaborado por Nunamaker (1985 *apud* ABEL, 2000), no qual o número de unidades analisado deve ser, no mínimo, o triplo da soma de *inputs* e *outputs* utilizados no modelo.

O critério justifica-se por exigir um número superior de unidades para análise e, segundo a literatura, permite melhor discriminação entre as unidades analisadas. Prevê-se a análise de seis variáveis, sendo cinco *inputs* e um *output*. Logo, o critério de Nunamaker para o trabalho é:

$$3 \times (5 + 1) = 18 \quad (21)$$

O mínimo de unidades analisadas deve ser 18. Como se tem três estados, em 30 anos (7 quinquênios), cada estado em cada quinquênio trata-se de uma unidade. O total analisado pelo trabalho é de 21 unidades.

4.2.2 Seleção de variáveis

A proposta inicial de escolha de variáveis foi baseada na primeira fase da técnica de seleção de variáveis proposta por Golany e Roll (1989), que prevê que a seleção seja baseada na escolha daquelas variáveis que sejam capazes de descrever o desempenho da unidade, portanto, desprovida que qualquer análise quantitativa.

A medida usada para desempenho foi o Produto Interno Bruto industrial dos estados.

Pesquisas como a de Rodríguez (1998) e Périco e Santana (2011) apontam como a conceituação de fatores de produção, variáveis que tenham relação com a medida de desempenho adotada (Tabela 6).

Tabela 6 – Variáveis selecionadas e suas classificações

Variável	Classificação
Emprego	<i>Input</i>
Capital fixo	<i>Input</i>
Infraestrutura	<i>Input</i>
Produto Interno Bruto	<i>Output</i>

Fonte: Elaboração própria do autor.

A variável infraestrutura pode ser subdivida para subvariáveis desagregadas (Tabela 7).

Tabela 7 – Variáveis e subvariáveis

Variável	Subvariável	Subvariáveis desagregadas
Emprego		
Capital fixo		
Infraestrutura	Transportes	Rodovia, ferrovia, portos e aeroportos
	Comunicação	Linha de telefone (fixo e móvel)
	Energia	Elétrica, petróleo, gás natural e álcool
Produto Interno Bruto Industrial		

Fonte: Elaboração própria do autor.

4.2.3 Técnica para validação das variáveis

A validação será feita por regressão linear múltipla, que busca identificar relações de dependência entre variáveis.

A partir da função de produção *Cobb-Douglas* [equação (7)], que determina que o produto é função de capital, mão de obra e infraestrutura, tenta-se criar e validar uma outra função de produção. Para a variável produto faz-se uso da variável PIB industrial (PIB

industrial do estado i no quinquênio t), e as variáveis emprego e capital privado contemplam apenas a atividade industrial, ou seja, mão de obra ocupada, fazendo-se uso também de informações do RAIS, e ainda aquisições, ambas do setor industrial. Dessa forma, a função de produção proposta é a seguinte é:

$$PIBIND_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CAPITAL_{it} + \beta_3 IE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

Onde:

$PIBIND_{it}$ = PIB industrial do estado i no quinquênio t ;
 EMP_{it} = taxa de ocupação de mão de obra na indústria do estado i no quinquênio t ;
 $CAPITAL_{it}$ = capital privado no estado i no quinquênio t ;
 IE_{it} = Infraestrutura no estado i no quinquênio t ;
 ε_{it} = Erros aleatórios.

Objetiva-se com o modelo verificar os pesos das variáveis para eficiência de cada estado e a sua contribuição para a determinação do PIB industrial dos estados do Ceará e de Santa Catarina através da obtenção da elasticidade de cada variável. Assim, o painel será composto por 3 estados, observando-se 7 quinquênios (1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010). Diga-se novamente que São Paulo é tido como *benchmark*, pois é o estado com maior PIB industrial no país.

A variável infraestrutura foi subdividida no modelo log-log [equação (23)], que será utilizado no presente trabalho:

O modelo log-log utilizado será o seguinte:

$$PIBIND_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CAPITAL_{it} + \beta_3 T_{it} + \beta_4 C_{it} + \beta_5 E_{it} + \varepsilon_{it} \quad (23)$$

Onde:

$PIBIND_{it}$ = PIB industrial do estado i no quinquênio t ;
 EMP_{it} = taxa de ocupação de mão de obra na indústria do estado i no quinquênio t ;
 $CAPITAL_{it}$ = capital privado (formação bruta de capital fixo) do estado i no quinquênio t ;
 $COMUNICAÇÃO_{it}$ = Comunicação do estado i no quinquênio t ;
 T_{it} = Transportes no estado i no quinquênio t ;
 E_{it} = Energia no estado no quinquênio t ;
 ε_{it} = Erros aleatórios.

4.2.4 Aplicação da análise por envoltória de dados

Com seleção e validação do modelo, deve-se definir o que melhor representa a tecnologia de produção, devendo-se escolher a orientação do modelo e o tipo de retorno de escala.

4.2.4.1 Definição da orientação

Para o trabalho, modelos com orientação para *inputs* são considerados desfavoráveis, pois nas unidades analisadas não há como reduzir *inputs* (capital fixo, mão de obra e infraestrutura). Sendo um dos objetivos o aumento do PIB industrial, opta-se pela orientação para o *output* (produto).

4.2.4.2 Definição do modelo

No trabalho será utilizado o modelo BCC, ou seja, os *inputs* podem aumentar ou diminuir em diferente proporção dos *outputs*, abrangendo questões do porte das unidades analisadas (reduções ou aumentos nos *inputs* não geram alterações na mesma proporção nos *outputs*).

O modelo BCC também distingue entre ineficiência técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura, identificando a presença de ganhos de escala crescente, decrescente ou constante, admitindo também que a produtividade varie em função da escala de produção.

4.2.4.3 Classificação de eficiência

As eficiências serão obtidas mediante uso do software SIAD, Angulo-Mesa et al. (2005), que além da eficiência obtida pelo modelo BCC clássico, também dispõe a eficiência na fronteira invertida, permitindo maior capacidade discriminatória do modelo.

De acordo com Silveira, Angulo Meza e Soares de Mello (2012), a fronteira invertida consiste em uma avaliação pessimista das DMUs, pois avalia a ineficiência de DMU com a construção de uma fronteira composta pelas unidades com menor eficiência.

A eficiência composta (Soares de melo et al., 2008), consiste em um índice de eficiência agregado obtido da média aritmética da eficiência da fronteira clássica e a ineficiência da fronteira invertida. A eficiência composta normalizada baseia-se na divisão dos valores pelo maior índice calculado, levando a uma DMU de eficiência composta 100% ter bom desempenho na fronteira clássica ao invés da fronteira invertida.

A classificação das eficiências seguirá critérios propostos por Ray e Badra (1993 *apud* PÉRICO, 2009), que, por sua vez, propuseram uma classificação dos índices de eficiência, desagregando a ineficiência em forte (inferior ou igual a 70%), moderada (maior do que 70% e menor do que 90%) e fraca (superior ou igual a 90%).

5 DADOS E INDICADORES ECONÔMICOS E DE INFRAESTRUTURA

Nesta seção são apresentados os indicadores de infraestrutura e econômicos dos estados no período proposto para análise.

5.1 Dados de infraestrutura

As informações são apresentadas nos anos 1980, 1985, 1990, 1995, 2000, 2005 e 2010. Os indicadores formulados foram adaptados de Biel (1986 *apud* PÉRICO, 2009). O método consiste no recolhimento das informações para posteriormente serem elaborados indicadores (capacidades relativas) de acordo com a classificação da infraestrutura (rede ou pontual). E através de números-índices, obtêm-se a evolução da capacidade analisada atribuindo-se valor máximo (100) para o maior valor de cada ano, sendo os demais valores de cada ano normalizados, ou seja, divide-se os indicadores menores pelo maior do ano e multiplica por 100, resultando nas tabelas de evolução de capacidade. Com isso, o método apresenta uma observação eficiente em cada ano.

O método classifica as categorias de infraestrutura como rede ou pontual, ou seja, infraestruturas em rede têm capacidades relacionadas à extensão territorial, permitindo a confecção de indicador, enquanto infraestruturas pontuais têm capacidades relacionadas a população, acarretando apenas um indicador. Neste trabalho buscou-se relacionar as capacidades das categorias de infraestrutura com população ou extensão territorial.

Apesar de a função de infraestruturas ser a de servir a população, nem sempre é adequado relacionar a capacidade com a população. Por exemplo: Um estado X possui 500 quilômetros de estradas pavimentadas, uma extensão territorial de 5.000 km² e uma população de 100.000 habitantes, enquanto que um estado Y possui 1 milhão de habitantes, uma extensão territorial de 2.500 km² e a mesma quantidade de km de estradas pavimentadas do estado X. Relacionando a estrada com a extensão territorial, poder-se-ia afirmar que no estado X, 10% do território está sob a forma de estradas pavimentadas, enquanto no estado Y o indicador seria de 20%, ou seja, o estado Y teria com um indicador melhor. Ao relacionar com a população, o estado X apresenta uma situação melhor, haja vista que o indicador de 0,5% do estado X ser superior a 0,05% do estado Y.

O indicador baseado na população não é adequado, pois ambos os estados dispõem de 500 quilômetros de estradas pavimentadas, no entanto o estado Y possui dez vezes mais habitantes do que o estado X. Não seria coerente afirmar que os habitantes do

estado X seriam melhor atendidos pela rodovia do que os habitantes do estado Y, pois o bom atendimento à população, nesse caso, independe do número de habitantes.

Assim, torna-se mais confiável a relação entre disponibilidade de infraestrutura e extensão territorial para um indicador mais confiável, sendo estes os casos de infraestruturas disponibilizadas através de redes físicas, como transportes (rodovias e ferrovias).

As populações e extensão territoriais de cada estado nos anos em análise estão elencadas nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – População dos estados de CE, SC e SP no período em análise (habitantes)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	5.288.429	5.827.538	6.366.647	6.809.290	7.430.661	8.117.000	8.452.381
Santa Catarina	3.628.292	4.085.143	4.541.994	4.875.244	5.356.360	5.956.000	6.248.436
São Paulo	25.042.074	28.315.500	31.588.925	34.119.110	37.032.403	39.875.000	41.262.199

Fonte: IPEA (2012).

Tabela 9 – Extensão territorial dos estados de CE, SC e SP (KM²)

Estado	Área (KM ²)
Ceará	148.920,47
Santa Catarina	95.736,17
São Paulo	248.222,80

Fonte: IBGE (2012).

5.1.1 Transportes

Périco (2009) sugere um indicador de transporte a partir de uma média aritmética dos índices dos indicadores dos modais de transportes. A média aritmética é justificada, segundo a autora, pelo grau de substituição dos serviços. A média resulta em uma capacidade média que será normalizada para posterior *input* no modelo DEA.

5.1.1.1 Aéreo

O indicador da capacidade aérea relaciona a quantidade (toneladas, t) de carga transportada com a população de cada estado, permitindo encontrar a capacidade estadual [equação (24)]. Para mensurar a capacidade de transporte de carga foi utilizada a variável movimentação de carga. A variável pode ser considerada como medida de capacidade, pois não é permitido que um aeroporto movimente mais carga do que sua capacidade permite.

$$\text{Indicador de capacidade aérea}_{it} = \frac{\text{Carga aérea}_{it}}{\text{População}_{it}} \quad (24)$$

Onde:

$\text{Indicador de capacidade aérea}_{it}$ = Indicador da capacidade aérea do estado i no ano t ;
 Carga aérea_{it} = Quantidade de carga movimentada nos aeroportos (i) do estado i no ano t ;
 População_{it} = Total de habitantes do estado i no ano t .

Foram consultados anuários estatísticos da ANAC, GEIPOT e INFRAERO. Estes foram necessárias para identificar os aeroportos internacionais e regionais para os anos 1980, 1985, 1990 e 1995, com base em informações da INFRAERO, de cada estado para calcular a movimentação de carga (Tabela 10).

A Tabela 11 apresenta os indicadores de capacidade aérea relacionando a movimentação de carga com a população. A Tabela 12 apresenta os dados da Tabela 11 normalizados, ou seja, obtêm-se índices que representam a evolução das capacidades aéreas de cada estado.

Tabela 10 – Movimentação de carga (t) nos aeroportos dos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	9.231,06	15.482,55	8.035,42	37.237,05	31.226,67	35.406,66	50.584,25
Santa Catarina	3.671,44	5.577,19	2.755,52	10.412,75	12.131,98	10.079,40	5.844,94
São Paulo	128.247,30	233.737,29	114.556,53	551.360,00	578.000,00	693.872,19	672.493,52

Fontes: ANAC (2013), GEIPOT (2013) e INFRAERO (2013).

Tabela 11 – Indicador da capacidade aérea dos estados de CE, SC e SP (t/habitante)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,002	0,003	0,001	0,005	0,004	0,004	0,006
Santa Catarina	0,001	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,001
São Paulo	0,005	0,008	0,004	0,016	0,016	0,017	0,016

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 12 – Evolução da capacidade aérea dos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	34,08	32,18	34,80	33,84	26,92	25,07	36,72
Santa Catarina	19,76	16,54	16,73	13,22	14,51	9,73	5,74
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.1.2 Ferrovias

As ferrovias são indicadores do tipo rede, pois têm a função de ligar lugares, como as rodovias. O indicador [equação (25)] relaciona os quilômetros de ferrovias com a

extensão territorial (em km²) de cada estado, fornecida na Tabela 9, permitindo obter a capacidade de cada estado.

A variável utilizada foi a extensão da malha ferroviária adequada para o tráfego. A utilização dessa variável permite que sejam considerados somente quilômetros e trechos apropriados para o transporte, de forma que as condições de tráfego preservem-se as mesmas em toda a malha contabilizada.

$$\text{Indicador de capacidade ferroviária}_{it} = \frac{\text{Extensão ferroviária}_{it}}{\text{Área}_i} \quad (25)$$

Onde:

*Indicador de capacidade ferroviário*_{it} = Indicador da capacidade ferroviária do estado i no ano t;
*Extensão ferroviária*_{it} = Extensão da malha ferroviária (KM) do estado i no ano t;
*Área*_{it} = Extensão territorial (KM²) do estado i.

Foram consultados anuários estatísticos da ANTT e GEIPOT (Tabela 13). A Tabela 14 apresenta os indicadores de capacidade ferroviária relacionando a extensão das linhas férreas com a área. A Tabela 15 apresenta os dados da Tabela 14 normalizados.

Tabela 13 – Número de quilômetros de ferrovias nos estados de CE, SC e SP (KM)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	1.194,88	1.199,64	1.213,82	1.409,06	1.215,00	1.177,50	1.168,89
Santa Catarina	1.365,69	1.371,13	1.387,33	1.353,84	1.354,00	1.352,01	1.365,00
São Paulo	4.960,66	4.980,40	5.039,28	5.711,55	5.339,00	4.737,62	4.706,00

Fonte: ANTT (2013) e GEIPOT (2013).

Tabela 14 – Indicador da capacidade ferroviária nos estados de CE, SC e SP (KM/KM²)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,0080	0,0081	0,0082	0,0095	0,0082	0,0079	0,0078
Santa Catarina	0,0143	0,0143	0,0145	0,0141	0,0141	0,0141	0,0143
São Paulo	0,0200	0,0201	0,0203	0,0230	0,0215	0,0191	0,0190

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 15 – Evolução da capacidade ferroviária nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	40,15	40,15	40,15	41,12	37,93	41,43	41,40
Santa Catarina	71,38	71,38	71,38	61,46	65,75	73,99	75,20
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.1.3 Portos

O indicador de capacidade portuária (equação 26) foi elaborado relacionando-se a quantidade (mil toneladas) de carga transportada com a população de cada estado para obter-se a capacidade portuária. Para mensurar essa capacidade, foi utilizada a variável movimentação de carga. Essa variável pode ser considerada como uma medida de capacidade, já que não é permitido que um porto movimente mais carga do que sua capacidade permite.

$$\text{Indicador de capacidade portuária}_{it} = \frac{\text{Carga portuária}_{it}}{\text{População}_{it}} \quad (26)$$

Onde:

$\text{Indicador de portuária}_{it}$ = Indicador de capacidade portuária do estado i no ano t;
 $\text{Carga portuária}_{it}$ = Quantidade de carga transportada (1.000 t) do estado i no ano t;
 População_{it} = Total de habitantes do estado i no ano t.

Foram consultados anuários estatísticos da ANTAQ e GEIPOT (Tabela 16). A Tabela 17 apresenta os indicadores de capacidade portuária relacionando a movimentação de carga com a população. A Tabela 18 apresenta os dados da Tabela 17 normalizados.

Tabela 16 – Movimentação de carga (em 1.000 t) nos portos dos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	18.373	23.192	26.259	30.913	36.324	47.186	79.145
Santa Catarina	85.068	107.384	121.584	137.378	177.962	219.775	283.857
São Paulo	427.101	539.144	610.437	736.574	897.335	1.128.204	1.414.977

Fonte: ANTAQ (2013) e GEIPOT (2013).

Tabela 17 – Indicador da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP (1.000t/KM²)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,123	0,156	0,176	0,208	0,244	0,317	0,531
Santa Catarina	0,889	1,122	1,270	1,435	1,859	2,296	2,965
São Paulo	1,721	2,172	2,459	2,967	3,615	4,545	5,700

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 18 – Evolução da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	7,17	7,17	7,17	7,00	6,75	6,97	9,32
Santa Catarina	51,64	51,64	51,64	48,36	51,42	50,51	52,01
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.1.4 Rodovias

O indicador (equação 27) foi obtido relacionando o total de quilômetros de rodovias pavimentadas com a extensão territorial (em km²) de cada estado.

A variável utilizada para mensurar a infraestrutura de rodovias foi o número de quilômetros pavimentados, pois rodovias pavimentadas são aquelas que permitem o tráfego, tanto de automóveis, como de caminhões.

$$\text{Indicador de capacidade rodoviária}_{it} = \frac{\text{Rodovias pavimentadas}_{it}}{\text{Área}_i} \quad (27)$$

Onde:

*Indicador de capacidade rodoviária*_{it} = Indicador de capacidade rodoviária do estado i no ano t;
*Rodovias pavimentadas*_{it} = Total de rodovias pavimentadas (KM) do estado i no ano t;
*Área*_i = Extensão territorial (KM²) do estado i.

Foram consultados anuários estatísticos da ANTT e GEIPOT (Tabela 19). A Tabela 20 apresenta os indicadores de capacidade rodoviária relacionando a extensão de rodovias pavimentadas com a área. A Tabela 21 apresenta os dados da Tabela 20 normalizados.

Tabela 19 – Rodovias pavimentadas (KM) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	2.795,65	4.073,52	4.907,41	6.270,00	6.622,00	6.839,50	6.882,80
Santa Catarina	2.843,31	4.142,96	4.991,06	5.397,00	6.417,00	9.539,50	10.113,90
São Paulo	10.896,70	15.887,47	19.127,74	25.306,00	26.377,00	25.899,20	28.128,00

Fonte: ANTT (2013) e GEIPOT (2013).

Tabela 20 – Indicador da capacidade rodoviária nos estados de CE, SC e SP (KM/KM²)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,019	0,027	0,033	0,042	0,044	0,046	0,046
Santa Catarina	0,030	0,043	0,052	0,056	0,067	0,100	0,106
São Paulo	0,044	0,064	0,077	0,102	0,106	0,104	0,113

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 21 – Evolução da capacidade rodoviária nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	42,76	42,74	42,76	41,30	41,85	44,02	40,79
Santa Catarina	67,65	67,61	67,65	55,30	63,08	95,50	93,23
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.1.5 Capacidade média dos transportes

A Tabela 22 apresenta a capacidade média dos transportes, considerando-se o efeito substituição e os seguintes modais de transportes: Aeroviário, aquaviário, ferroviário e rodoviário.

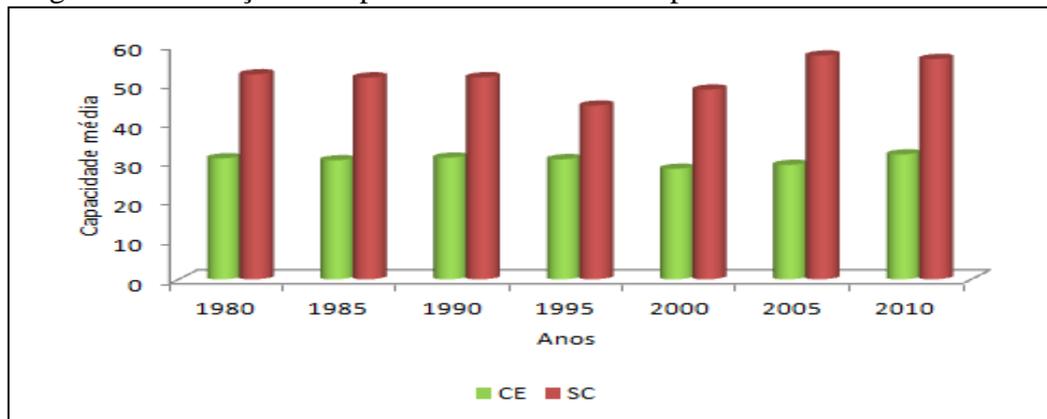
Tabela 22 – Capacidade média dos transportes nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	31,04	30,56	31,22	30,81	28,36	29,37	32,06
Santa Catarina	52,61	51,79	51,85	44,58	48,69	57,43	56,55
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 4 apresenta a evolução da capacidade média de transportes no Ceará e em Santa Catarina. Percebe-se o distanciamento de CE e SC a partir de 1995.

Figura 4 – Evolução da capacidade média de transportes nos estados de CE e SC



Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.2 Comunicações

Essa categoria de infraestrutura incide de maneira considerável nas atividades econômicas. A variável utilizada para mensurar essa infraestrutura foi o número de linhas telefônicas (linhas de telefones fixos e móveis). A elaboração do indicador [equação (28)] de comunicações foi realizada por meio da relação entre o número de linhas de telefone e a população. Foram consultados anuários estatísticos e o Sistema de Metas de Universalização (SGMU) da ANATEL (Tabela 23).

$$\text{Indicador de capacidade de comunicações}_{it} = \frac{\text{Linhas telefônicas}_{it}}{\text{População}_{it}} \quad (28)$$

Onde:

*Indicador de capacidade de comunicações*_{it} = Indicador da capacidade de comunicações do estado i no ano t;
*Linhas telefônicas*_{it} = Total de linhas telefônicas (fixo e móvel) do estado i no ano t;
*População*_{it} = Total de habitantes do estado i no ano t.

A Tabela 24 apresenta os indicadores de capacidade de comunicações relacionando a quantidade de linhas telefônicas com a população. A Tabela 25 apresenta os dados da Tabela 24 normalizados.

Tabela 23 – Número total de linhas telefônicas (fixo e móvel) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	140.640	210.960	275.420	430.710	1.585.130	3.222.987	8.314.769
Santa Catarina	157.920	236.880	309.260	483.630	1.779.890	4.619.683	7.927.293
São Paulo	1.186.080	1.779.120	2.322.740	3.632.370	13.368.110	33.256.560	61.805.706

Fonte: ANATEL (2013).

Tabela 24 – Indicador da capacidade de comunicações nos estados de CE, SC e SP (linhas/habitante)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,027	0,036	0,043	0,063	0,213	0,397	0,984
Santa Catarina	0,044	0,058	0,068	0,099	0,332	0,776	1,269
São Paulo	0,047	0,063	0,074	0,106	0,361	0,834	1,498

Fonte: Elaboração própria do autor.

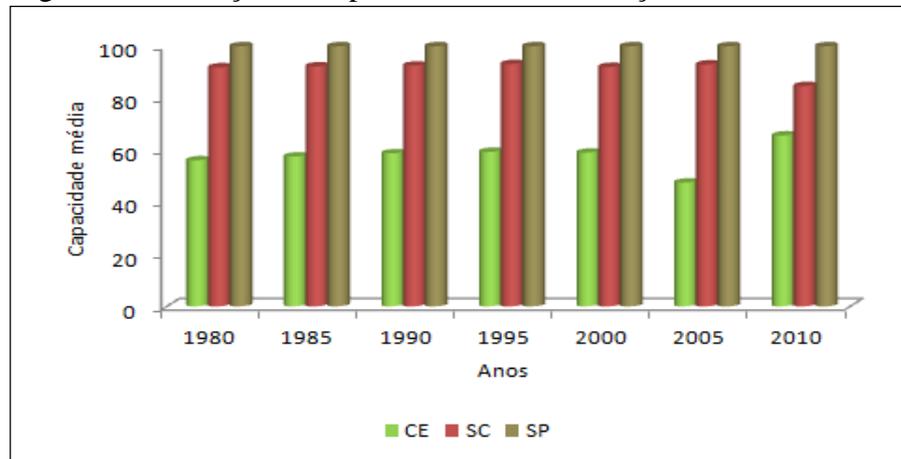
Tabela 25 – Evolução da capacidade de comunicações nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	56,15	57,61	58,83	59,41	59,09	47,61	65,67
Santa Catarina	91,89	92,29	92,60	93,18	92,05	93,00	84,70
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 5 apresenta a evolução da capacidade de comunicações. Percebe-se que Santa Catarina apresenta valores próximos ao estado de São Paulo no período analisado.

Figura 5 – Evolução da capacidade de comunicações em CE, SC e SP



Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.3 Energia

Indispensável para o desenvolvimento de um país/estado/região, a energia torna-se crucial para indústrias. O indicador de energia é obtido através da média aritmética dos índices dos indicadores de energia elétrica, petróleo, gás natural e álcool. O uso da média aritmética deve-se a certo grau de substituição existente entre as diferentes fontes de energia.

5.1.3.1 Energia elétrica

A variável utilizada para mensurar a infraestrutura de energia elétrica foi a capacidade instalada de energia elétrica (MW), Tabela 26.

Foram consultados anuários estatísticos da ANEEL e EPE, além do Balanço Energético Nacional do MME. A Tabela 27 apresenta os dados da Tabela 26 normalizados da capacidade de energia elétrica de cada estado.

Tabela 26 – Capacidade instalada de energia elétrica (MW) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	243,75	321,19	386,31	430,46	536,48	701,00	1.396,00
Santa Catarina	1.013,58	1.335,62	1.606,42	1.789,99	2.230,85	2.915,00	4.606,00
São Paulo	4.984,43	6.568,12	7.899,86	8.802,57	10.970,60	14.335,00	16.843,00

Fonte: EPE (2013).

Tabela 27 – Evolução da capacidade de energia elétrica nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	4,89	8,29
Santa Catarina	20,33	20,33	20,33	20,33	20,33	20,33	27,35
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.3.2 Petróleo

A produção de petróleo (m³) foi a variável utilizada para avaliar essa infraestrutura. Essa variável pode ser considerada como uma medida de capacidade, já que não é permitido que seja produzida uma quantidade de petróleo além do que o local produz, ou seja, além da capacidade.

Foram consultados anuários estatísticos da ANP (Tabela 28). A Tabela 29 apresenta os dados da Tabela 28 normalizados da capacidade de produção de petróleo de cada estado. Valores nulos implicam em produção inexistente de petróleo nas unidades da federação analisadas.

Tabela 28 – Capacidade de produção de petróleo (m³) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	233.409,36	269.329,82	296.019,90	775.157,00	697.775,00	466.704,00
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	50.512,71	89.987,00	81.733,00	839.137,40

Fonte: ANP (2013).

Tabela 29 – Evolução da capacidade de produção petróleo nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	55,62
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	17,06	11,61	11,71	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.3.3 Gás natural

Como o petróleo, a variável utilizada para mensurar a infraestrutura de gás natural foi a produção do produto (m³). Tal variável é adequada, já que também não é possível extrair quantidade de gás natural além da capacidade produtiva do local.

Como no petróleo, foram consultados anuários estatísticos da ANP (Tabela 30). A Tabela 31 apresenta os dados da Tabela 30 normalizados da capacidade de produção de gás natural de cada estado.

Tabela 30 – Capacidade de produção de gás natural (m³) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	41.002,50	47.092,50	59.662,50	100.089,69	111.111,00	42.646,76
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	194.102,00	324.098,00	379.713,00	342.014,53

Fonte: ANP (2013).

Tabela 31 – Capacidade de produção de gás natural (m³) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	100,00	100,00	30,74	30,88	29,26	12,47
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	0	0	0	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.3.4 Álcool

A variável utilizada para avaliar a infraestrutura de álcool foi a produção de álcool (1.000 m³). A utilização da mesma é pertinente, pois não é possível que a produção deste bem seja superior à sua capacidade.

Foram consultadas as versões do Balanço Energético Nacional, disponibilizadas pela EPE (Tabela 32). A Tabela 33 apresenta os dados da Tabela 32 normalizados da capacidade de produção de álcool de cada estado.

Tabela 32 – Capacidade de produção de álcool (1.000 m³) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	0	0,73	0,81	0,68	1,02	4,00
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	2.258,87	7.105,35	7.077,70	7.831,68	6.575,05	9.853,77	15.660,00

Fonte: EPE (2013).

Tabela 33 – Evolução da capacidade de produção de álcool nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0	0	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03
Santa Catarina	0	0	0	0	0	0	0
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

5.1.3.5 Capacidade média de energia

A Tabela 34 apresenta a capacidade média de energia (média aritmética das evoluções de capacidades energéticas), considerando-se o efeito substituição, enquanto a Tabela 35 apresenta a evolução da capacidade média (índice).

Tabela 34 – Capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	1,22	51,22	51,23	33,91	33,95	33,54	19,10
Santa Catarina	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	5,08	6,84
São Paulo	50,00	50,00	50,00	79,27	77,90	77,93	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

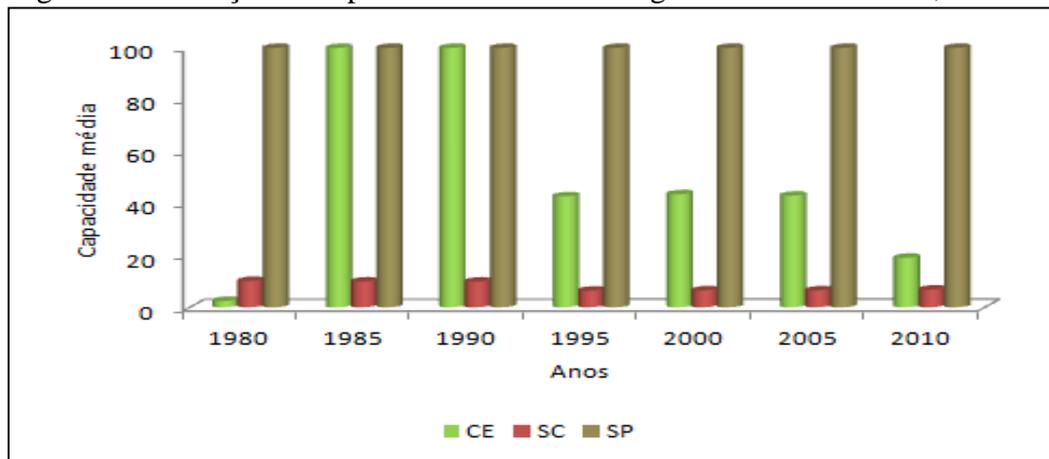
Tabela 35 – Evolução da capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	2,45	100,00	100,00	42,78	43,57	43,04	19,10
Santa Catarina	10,17	9,92	9,92	6,41	6,53	6,52	6,84
São Paulo	100,00	97,61	97,61	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 6 apresenta a evolução da capacidade média de energia. Percebe-se que o Ceará foi *benchmark* nos anos de 1985 e 1990 e que Santa Catarina apresentou o menor valor em todos os anos analisados.

Figura 6 – Evolução da capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP



Fonte: Elaboração própria.

5.1.4 Indicador de infraestrutura

O indicador de infraestrutura é obtido agregando-se os indicadores de transporte, comunicações e energia, além de, posteriormente, relativizá-los. A Tabela 36 apresenta a capacidade média de infraestrutura (média aritmética das evoluções das capacidades de transportes, energia e comunicações), considerando-se o efeito substituição, enquanto a Tabela 37 apresenta a evolução da capacidade média (índice).

Tabela 36 – Capacidade média de infraestrutura nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	29,88	62,72	63,35	44,33	43,68	40,01	38,94
Santa Catarina	51,55	51,34	51,46	48,06	49,09	52,32	49,36
São Paulo	100,00	99,20	99,20	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

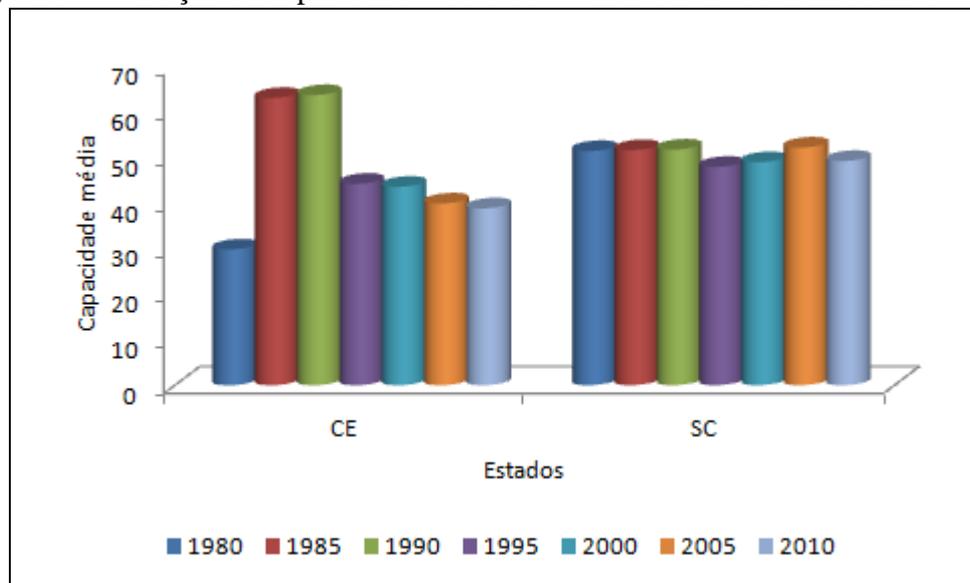
Tabela 37 – Evolução da capacidade média de infraestrutura nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	29,88	63,23	63,86	44,33	43,68	40,01	38,94
Santa Catarina	51,55	51,75	51,87	48,06	49,09	52,32	49,36
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 7 apresenta a evolução da capacidade de infraestrutura dos estados do Ceará e Santa Catarina. Percebe-se que o Ceará apresentou melhor desempenho nos anos 1985 e 1990. No entanto a distância entre os estados aumentou significativamente na primeira década do século 21.

Figura 7 – Evolução da capacidade média de infraestrutura nos estados de CE e SC



Fonte: Elaboração própria do autor.

5.2 Dados econômicos

Apresenta-se nesta seção dados e indicadores econômicos, conforme foi realizado com informações e indicadores de infraestrutura, também praticado por Périco (2009). As variáveis selecionadas são: PIB industrial, emprego na indústria e capital privado (indústria).

5.2.1 Produto interno bruto industrial

O PIB representa a soma de todos os bens e serviços finais produzidos em um país/estado/região em determinado período. Neste trabalho trata-se a variável PIB industrial, ou seja, a definição anterior atende somente ao setor industrial e a variável utilizada é o PIB

industrial – indústria – valor adicionado (preços básicos), tendo-se o deflator implícito do PIB nacional (IPEA, 2013).

Foi consultado o sistema IPEADATA do IPEA para acesso aos dados (Tabela 38). A Tabela 39 apresenta os dados da Tabela 38 normalizados da evolução do PIB (índice) de cada estado.

Tabela 38 – PIB industrial (R\$ 200.000) – valor adicionado dos estados CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	3.434.646	5.189.770	5.350.781	6.165.959	7.258.498	5.266.894	6.867.156
Santa Catarina	12.552.534	12.393.053	14.038.273	14.559.523	19.081.982	15.953.540	17.971.052
São Paulo	147.490.406	162.475.660	161.896.922	137.855.945	145.441.227	122.224.535	127.822.732

Fonte: IPEA (2013).

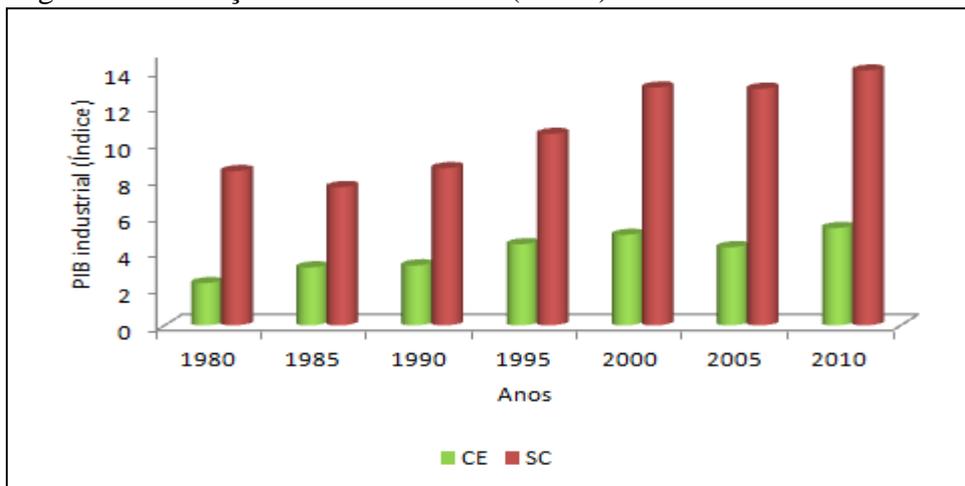
Tabela 39 – Evolução do PIB (índice) nos estados de CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	2,33	3,19	3,31	4,47	4,99	4,31	5,37
Santa Catarina	8,51	7,63	8,67	10,56	13,12	13,05	14,06
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 8 apresenta a evolução do PIB industrial (índice) dos estados do Ceará e Santa Catarina. Percebe-se que a diferença entre os estados do Ceará e de Santa Catarina aumentou ainda mais na primeira década do século 21 (anos 2000). O estado de São Paulo apresentou maior valor em todo o período, sendo atribuído o valor de 100 para composição dos índices.

Figura 8 – Evolução do PIB industrial (índice) nos estados de CE e SC



Fonte: Elaboração própria do autor.

5.2.2 Emprego

A variável emprego consiste na quantidade de pessoas que trabalham para um empregador, ou mais, cumprindo uma jornada de trabalho, recebendo uma remuneração em dinheiro e demais formas de pagamento na indústria.

Foi consultada a Pesquisa Industrial Anual (PIA), realizada pelo IBGE (Tabela 40). A Tabela 41 apresenta os dados da Tabela 40 normalizados da evolução do emprego (índice) de cada estado.

Tabela 40 – Emprego no setor industrial dos estados CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	103.723	110.769	118.615	126.461	158.244	190.027	261.198
Santa Catarina	301.116	310.371	339.509	368.647	441.575	514.502	655.295
São Paulo	2.679.530	2.528.237	2.391.744	2.255.251	2.274.089	2.292.927	2.900.313

Fonte: IBGE (2013).

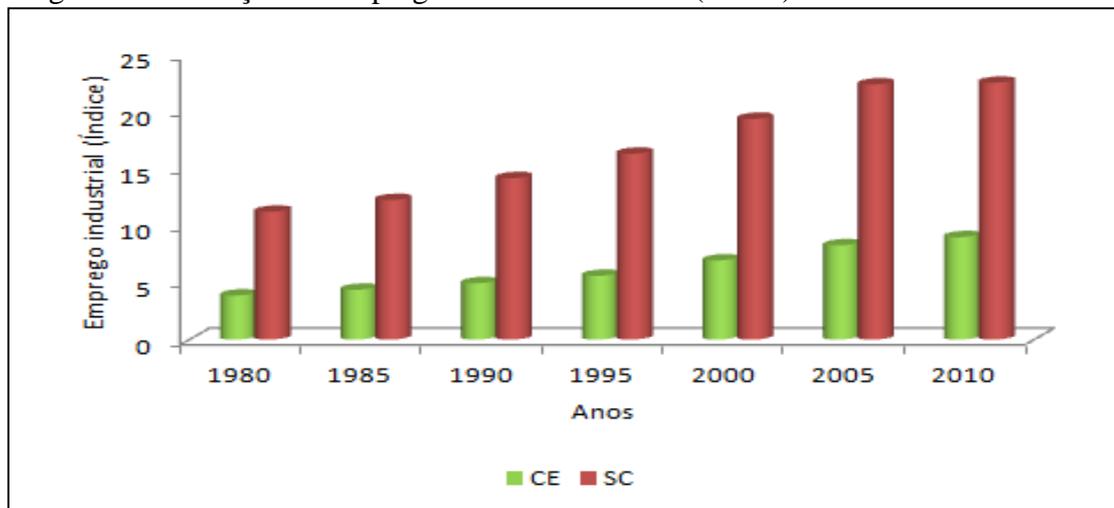
Tabela 41 – Evolução do Emprego no setor industrial (índice) dos estados CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	3,87	4,38	4,96	5,61	6,96	8,29	9,01
Santa Catarina	11,24	12,28	14,20	16,35	19,42	22,44	22,59
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 9 apresenta a evolução do emprego no setor industrial (índice) dos estados do Ceará e Santa Catarina. Percebe-se que a diferença entre os estados do Ceará e de Santa Catarina aumentou ainda mais na primeira década do século 21.

Figura 9 – Evolução do emprego no setor industrial (índice) nos estados de CE e SC



Fonte: Elaboração própria do autor.

5.2.3 Capital privado

Neste trabalho fez-se uso da variável inversões de capital e ativo imobilizado, disponibilizada na PIA (IBGE, 2013), ora denominada no modelo como CAPITAL (Tabela 42). A mesma refere-se a aquisições de equipamentos na indústria, correspondendo a investimentos privados no processo produtivo. Foi feito uma atualização monetária dos valores encontrados pelo Índice Geral de Preços (disponibilidade interna).

A Tabela 43 apresenta os dados da Tabela 42 normalizados da evolução do capital privado (índice) de cada estado.

Tabela 42 – Capital (R\$ 1.000) no setor industrial dos estados CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	706.905	1.518.480	863.275	899.438	845.421	800.278	1.274.868
Santa Catarina	3.148.139	4.135.916	5.231.636	3.600.544	2.929.483	3.029.626	4.926.432
São Paulo	48.284.612	86.733.605	79.999.409	61.379.449	52.180.194	54.830.509	85.439.958

Fonte: IBGE (2013).

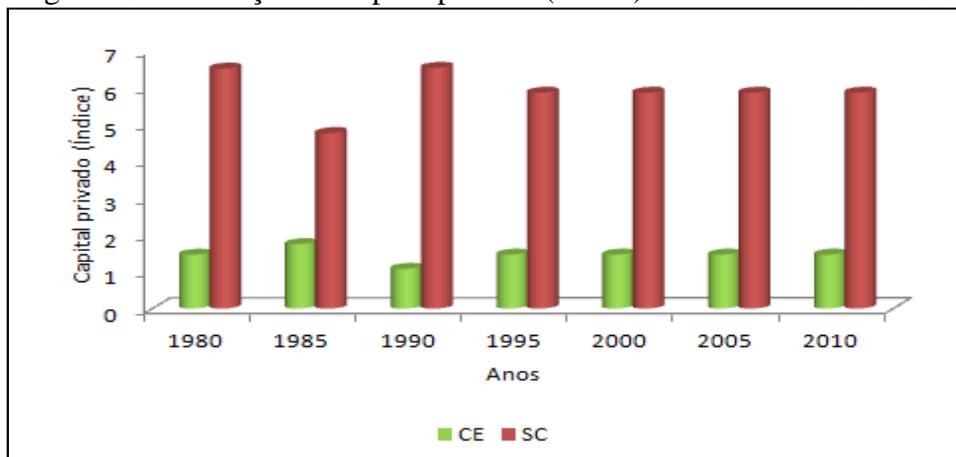
Tabela 43 – Evolução do capital no setor industrial (índice) dos estados CE, SC e SP

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	1,46	1,75	1,08	1,47	1,62	1,46	1,49
Santa Catarina	6,52	4,77	6,54	5,87	5,61	5,53	5,77
São Paulo	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Figura 10 apresenta a evolução do capital privado (índice) dos estados do Ceará e Santa Catarina. Percebe-se que a diferença entre os estados do Ceará e de Santa Catarina manteve-se estável na primeira década do século 21.

Figura 10 – Evolução do capital privado (índice) nos estados de CE e SC



Fonte: Elaboração própria do autor.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta seção tem por objetivo uma análise econométrica para verificar significância das variáveis para formação do PIB industrial de cada estado através da elasticidade das variáveis com relação à variável dependente.

Após a análise econométrica, a DEA é aplicada com o modelo que apresentou melhor avaliação, permitindo identificar a eficiência de cada estado no período pesquisado.

6.1 Estimação de modelo de regressão linear múltipla

A análise econométrica é composta por um painel com 3 estados, sendo estes observados em sete quinquênios (1980 – 2010), logo, $t = 7$, totalizando 21 observações. As análises serão feitas com o *software* EViews 7.

Os modelos estimados no trabalho são modelos *log-log*, possibilitando a análise das elasticidades. Serão estimadas a equação 22, na qual consta a infraestrutura como capital público, e a equação 23, que considera a infraestrutura desagregada, ou seja, transportes, comunicações e energia, com o PIB industrial como *output*.

$$PIBIND_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CAPITAL_{it} + \beta_3 IE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (22)$$

$$PIBIND_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CAPITAL_{it} + \beta_3 T_{it} + \beta_4 C_{it} + \beta_5 E_{it} + \varepsilon_{it} \quad (23)$$

Neste trabalho as séries serão usadas com suas respectivas taxas de crescimento (características dos modelos log-log) para atingir ao objetivo. O uso das taxas neste trabalho será percebido quando os nomes das variáveis estiverem acompanhados de uma ênfase, conforme demonstrado na Tabela 44.

Tabela 44 – Taxas de crescimento

Variáveis	Taxa de Crescimento
PIBIND	PIBIND
CAPITAL	CAPITAL
EMP	EMPREGO
IE	INFRAESTRUTURA
C	COMUNICAÇÃO
E	ENERGIA
T	TRANSPORTES

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tem-se nas Tabelas 45 e 46 resultados das estimações por mínimos quadrados ordinários sem controle de efeitos individuais. Apesar da significância pelo p-valor, como, por

exemplo, emprego, nesse caso há uma desconsideração dos efeitos não observados de cada estado sobre o PIB industrial, acarretando em estimativas são inconsistentes.

Tabela 45 – Estimação da equação 22 sem controle de efeitos individuais

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-1,438522	0,504277	-2,852642	0,0110
<i>CAPITAL</i>	0,171787	0,066225	2,593986	0,0189
<i>EMPREGO</i>	0,807576	0,085748	9,417976	0,3701
<i>INFRAESTRUTURA</i>	0,329126	0,127030	2,590919	0,0190
R^2	0,996183			

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 46 – Estimação da equação 23 sem controle de efeitos individuais

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-0,152911	0,921998	-0,165847	0,8705
<i>CAPITAL</i>	0,262763	0,077376	3,395919	0,0040
<i>EMPREGO</i>	0,825413	0,077551	10,64348	0,0000
<i>COMUNICAÇÃO</i>	0,183899	0,210994	0,871580	0,3972
<i>ENERGIA</i>	0,068371	0,023361	2,926794	0,0104
<i>TRANSPORTES</i>	0,115858	0,298676	0,519110	0,3182
R^2	0,997484			

Fonte: Elaboração própria do autor.

Os modelos serão estimados novamente, mas serão considerados os efeitos individuais de cada estado, sendo pressuposto que as não observações podem variar de estado para estado, passando a ser desconsiderado nos modelos devido a sua influência nos resultados. As possibilidades de estimação de painéis considerados esses efeitos são: modelos de efeitos fixo e modelos de efeitos aleatórios.

Na estimação de modelos de efeitos fixos, assume-se que a heterogeneidade dos estados é captada na constante (C), que por sua vez é diferente para cada estado (unidade). Sendo diferente para cada unidade, a constante capta diferenças que são invariantes no tempo, no mínimo em um curto prazo de tempo, como, por exemplo, recursos naturais.

As Tabelas 47 e 48 apresentam os coeficientes como significantes pelo p-valor, especialmente capital para a equação 22 e capital e transportes para a equação 23, com exceção de emprego para ambas as equações.

Tabela 47 – Estimação da equação 22 (Efeitos fixos)

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-1,430195	0,803216	-1,780585	0,0952
<i>CAPITAL</i>	0,277287	0,187705	1,477252	0,1603
<i>EMPREGO</i>	0,851828	0,081003	10,51595	0,0000
<i>INFRAESTRUTURA</i>	0,236529	0,128547	1,840011	0,0856
R^2	0,997360			

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 48 – Estimação da equação 23 (Efeitos fixos)

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-2,807065	1,933131	-1,452082	0,1702
<i>CAPITAL</i>	0,232618	0,172808	1,346106	0,2013
<i>EMPREGO</i>	0,838680	0,074480	11,26039	0,0000
<i>COMUNICAÇÃO</i>	0,649386	0,309278	2,099684	0,0558
<i>ENERGIA</i>	0,049694	0,024489	2,029266	0,0634
<i>TRANSPORTES</i>	0,271315	0,336893	1,187490	0,2563
R^2	0,998061			

Fonte: Elaboração própria do autor.

Já a estimação em modelos de efeitos aleatórios considera a heterogeneidade dos estados no termo de erro. A Tabela 49 apresenta o resultado da estimação da equação 22 considerando-se efeitos aleatórios, permitindo deduzir acerca da significância dos coeficientes estimados das variáveis capital, emprego e infraestrutura. A Tabela 50 demonstra os resultados da estimação da equação 23, onde se deduz que são especialmente significantes os coeficientes de emprego, comunicação e energia.

Tabela 49 – Estimação da equação 22 (Efeitos aleatórios)

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-1,524722	0,478595	-3,185830	0,0054
<i>CAPITAL</i>	0,168897	0,064427	2,621520	0,0179
<i>EMPREGO</i>	0,804460	0,084050	9,571213	0,0000
<i>INFRAESTRUTURA</i>	0,353996	0,119959	2,950988	0,0089
R^2	0,996528			

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 50 – Estimação da equação 23 (Efeitos aleatórios)

Variável	Coefficiente	Desvio-padrão	Estatística t	P-valor
C	-0,152911	0,864338	-0,176910	0,8619
<i>CAPITAL</i>	0,262763	0,072537	3,622457	0,0025
<i>EMPREGO</i>	0,825413	0,072701	11,35350	0,0000
<i>COMUNICAÇÃO</i>	0,183899	0,197799	0,929723	0,3672
<i>ENERGIA</i>	0,068371	0,021900	3,122037	0,0070
<i>TRANSPORTES</i>	0,145591	0,186284	0,781551	0,4466
R^2	0,997484			

Fonte: Elaboração própria do autor.

No entanto, faz-se necessário realizar o teste Hausman para optar pelo modelo mais adequado (efeitos aleatórios ou fixos). A hipótese nula é de que os estimadores do modelo com efeitos aleatórios são consistentes, enquanto que na hipótese alternativa os mesmos são não consistentes e os estimadores do modelo com efeitos fixo são. Logo, caso a hipótese nula não seja aceita com modelo com efeitos aleatório, opta-se pelo modelo com efeitos fixos. O Quadro 2 apresenta o teste feito na equação 23 para efeitos aleatórios no

software EViews 7 e pode-se deduzir que a hipótese nula não é rejeitada devido ao baixo p-valor.

Quadro 2 – Teste de Hausman

Estadística Qui-quadrado	Graus de liberdade	Probabilidade
8,053999	5	0.0153

Com o resultado do teste de Hausman, optou-se pelos modelos de efeito aleatório, sendo os estimadores destes modelos os melhores estimadores lineares não viesados.

6.2 Classificação da eficiência

Frise-se que neste trabalho a eficiência está relacionada à forma com a qual os recursos (capital, emprego e infraestrutura) são utilizados para geração do resultado (PIB industrial). A Tabela 51 demonstra as eficiências dos estados do Ceará, Santa Catarina e São Paulo de 1980 a 2010, obtidas com o SIAD.

Tabela 51 – Classificação da eficiência dos estados de CE, SC e SP – Modelo BCC (%)

DMU	Eficiência clássica	Eficiência invertida	Eficiência composta	Eficiência composta normalizada
CE1980	100,00	100,00	50,00	81,09
CE1985	100,00	100,00	50,00	81,09
CE1990	100,00	100,00	50,00	81,09
CE1995	100,00	76,68	61,66	100,00
CE2000	100,00	81,50	59,25	96,09
CE2005	100,00	100,00	50,00	81,09
CE2010	100,00	96,86	51,57	83,63
SC1980	96,33	100,00	48,17	78,11
SC1985	87,34	100,00	43,67	70,82
SC1990	82,15	100,00	41,08	66,62
SC1995	94,52	100,00	47,26	76,64
SC2000	100,00	87,05	56,47	91,58
SC2005	98,83	100,00	49,41	80,14
SC2010	100,00	94,20	52,90	85,79
SP1980	100,00	100,00	50,00	81,09
SP1985	100,00	100,00	50,00	81,09
SP1990	100,00	100,00	50,00	81,09
SP1995	100,00	100,00	50,00	81,09
SP2000	100,00	100,00	50,00	81,09
SP2005	100,00	100,00	50,00	81,09
SP2010	100,00	100,00	50,00	81,09

Fonte: Elaboração própria do autor.

Considerando-se a eficiência clássica, 76% das observações mostraram-se eficientes, sendo os estados do Ceará e São Paulo eficientes em todo o período analisado. No entanto, a eficiência composta normalizada aponta somente uma observação como eficiente.

As eficiências foram classificadas segundo critérios de Ray e Badra (1993 *apud* PÉRICO, 2009) na Tabela 52.

Tabela 52 – Grau de eficiência das observações (%)

Grau de eficiência	Eficiência clássica	Eficiência composta normalizada
Eficiente ($\theta = 100\%$)	76,19	4,76
Ineficiência fraca ($90\% \leq \theta < 100\%$)	14,29	9,52
Ineficiência moderada ($70\% \leq \theta < 90\%$)	14,29	85,71
Ineficiência forte ($\theta \leq 70\%$)	0	0

Fonte: Elaboração própria do autor.

Grande parte das observações deixa de ser eficiente quando considerada a eficiência composta normalizada. Nesse caso, a maioria das observações possui ineficiência moderada, sendo o estado de São Paulo em todo o período e Ceará e Santa Catarina em 5 anos.

Ainda comparando as eficiências, a Tabela 53 demonstra que Santa Catarina possui menor média nas eficiências clássica composta normalizada, enquanto Ceará e São Paulo apresentaram os mesmos valores.

Tabela 53 – Eficiências média e mínima

	Ceará	Santa Catarina	São Paulo
Eficiência clássica			
Observações eficientes	7	2	7
Observações ineficientes	0	5	0
% eficientes	100,00%	28,57%	100,00%
Eficiência média	100,00%	94,17%	100,00%
Eficiência mínima	100,00%	82,15%	100,00%
Eficiência composta normalizada			
Observações eficientes	1	0	0
Observações ineficientes	6	7	7
% eficientes	14,29%	0	0
Eficiência média	86,29%	78,53%	81,09%
Eficiência mínima	81,09%	66,62%	81,09%

Fonte: Elaboração própria do autor.

Pode-se concluir que o modelo apresentou pouca distinção das eficiências entre os estados. É apresentada na pesquisa uma proposta com uma nova composição dos índices (*inputs* e *outputs*) para aferir melhor a eficiência dos estados em análise.

6.2.1 Proposta de índices

Propõe-se nova composição de índices para apenas a variável energia e transporte, que são compostas por diferentes unidades. As demais serão utilizadas em seus valores

absolutos (Tabelas 24, 38, 40 e 42). No novo índice será considerado como valor máximo (eficiente) o maior valor da amostra no período ao invés de o maior valor de cada ano. Não será feito um novo índice após as médias das variáveis obtidas pelos índices de cada subvariável, ou seja, não será contemplada a evolução das capacidades médias.

As Tabelas 54, 55, 56 e 57 apresentam os novos valores das evoluções das subvariáveis de transporte. A Tabela 58 apresenta a nova capacidade média de transportes.

Tabela 54 – Evolução da capacidade aeroviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	10,03	15,27	7,25	31,43	24,15	25,07	34,39
Santa Catarina	5,82	7,85	3,49	12,27	13,02	9,73	5,38
São Paulo	29,43	47,44	20,84	92,87	89,69	100,00	93,66

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 55 – Evolução da capacidade ferroviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	34,87	35,01	35,42	41,12	35,46	34,36	34,11
Santa Catarina	62,00	62,24	62,98	61,46	61,47	61,38	61,96
São Paulo	86,85	87,20	88,23	100,00	93,48	82,95	82,39

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 56 – Evolução da capacidade portuária dos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	2,16	2,73	3,09	3,64	4,28	5,56	9,32
Santa Catarina	15,59	19,68	22,28	25,17	32,61	40,27	52,01
São Paulo	30,18	38,10	43,14	52,06	63,42	79,73	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 57 – Evolução da capacidade rodoviária dos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	16,57	24,14	29,08	37,15	39,24	40,53	40,79
Santa Catarina	26,21	38,19	46,01	49,75	59,15	87,93	93,23
São Paulo	38,74	56,48	68,00	89,97	93,77	92,08	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 58 – Capacidade média dos transportes nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	15,91	19,29	18,71	28,34	25,78	26,38	29,65
Santa Catarina	27,40	31,99	33,69	37,16	41,56	49,83	53,15
São Paulo	46,30	57,31	55,05	83,72	85,09	88,69	94,01

Fonte: Elaboração própria do autor.

As Tabelas 59, 60, 61 e 62 apresentam os novos valores das evoluções das subvariáveis de energia. A Tabela 63 apresenta a nova capacidade média de energia.

Tabela 59 – Evolução da capacidade de energia elétrica nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	1,45	1,91	2,29	2,56	3,19	4,16	8,29
Santa Catarina	6,02	7,93	9,54	10,63	13,24	17,31	27,35
São Paulo	29,59	39,00	46,90	52,26	65,13	85,11	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 60 – Evolução da capacidade de produção de petróleo nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,00	27,82	32,10	35,28	92,38	83,15	55,62
Santa Catarina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
São Paulo	0,00	0,00	0,00	6,02	10,72	9,74	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 61 – Evolução da capacidade de produção de gás natural nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,00	10,80	12,40	15,71	26,36	29,26	11,23
Santa Catarina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
São Paulo	0,00	0,00	0,00	51,12	85,35	100,00	90,07

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 62 – Evolução da capacidade de produção de álcool nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,03
Santa Catarina	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
São Paulo	14,42	45,37	45,20	50,01	41,99	62,92	100,00

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 63 – Capacidade média de energia nos estados de CE, SC e SP (novo índice)

Estado	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010
Ceará	0,36	10,13	11,70	13,39	30,48	29,15	18,79
Santa Catarina	1,50	1,98	2,38	2,66	3,31	4,33	6,84
São Paulo	11,00	21,09	23,02	39,85	50,80	64,44	97,52

Fonte: Elaboração própria do autor.

A Tabela 64 demonstra as novas eficiências obtidas pelo modelo BCC clássico com o *software* SIAD.

Tabela 64 – Classificação da eficiência dos estados de CE, SC e SP (novos índices)– Modelo BCC (%)

DMU	Eficiência clássica	Eficiência invertida	Eficiência composta	Eficiência composta normalizada
CE1980	100,00	100,00	50,00	74,08
CE1985	100,00	99,20	50,40	74,67
CE1990	100,00	80,81	59,60	88,30
CE1995	100,00	100,00	50,00	74,08
CE2000	100,00	100,00	50,00	74,08
CE2005	87,60	100,00	43,80	64,89
CE2010	74,88	100,00	37,44	55,47
SC1980	100,00	73,35	63,33	93,82
SC1985	84,03	88,28	47,87	70,93
SC1990	82,41	90,92	45,74	67,77
SC1995	95,31	80,85	57,23	84,79
SC2000	100,00	65,01	67,50	100,00
SC2005	82,38	100,00	41,19	61,03
SC2010	72,65	100,00	36,33	53,82
SP1980	100,00	100,00	50,00	74,08
SP1985	100,00	100,00	50,00	74,08
SP1990	100,00	74,02	62,99	93,32
SP1995	96,59	73,84	61,37	90,93
SP2000	100,00	73,98	63,01	93,35
SP2005	83,10	100,00	41,55	61,56
SP2010	78,73	100,00	39,36	58,32

Fonte: Elaboração própria do autor.

Aproximadamente 52% das observações mostraram-se eficientes de acordo com a eficiência clássica. Os estados do Ceará e São Paulo deixaram de ser eficientes em todo o período, mantendo-se Santa Catarina eficiente ainda em ainda dois períodos, conforme observado na Tabela 51, porém agora nos anos de 1980 e 2000. A eficiência composta normalizada ainda aponta uma observação como eficiente, mas não mais no Ceará.

Seguindo a classificação de eficiência feita na Tabela 52, as novas eficiências foram classificadas segundo os mesmos critérios na Tabela 65.

Tabela 65 – Grau de eficiência das observações do novo modelo (%)

Grau de eficiência	Eficiência clássica	Eficiência composta normalizada
Eficiente ($\theta = 100\%$)	52,38	4,76
Ineficiência fraca ($90\% \leq \theta < 100\%$)	9,52	19,04
Ineficiência moderada ($70\% \leq \theta < 90\%$)	38,09	42,85
Ineficiência forte ($\theta \leq 70\%$)	0	33,33

Fonte: Elaboração própria do autor.

Boa parte das observações deixou de ser eficiente quando considerada a eficiência composta normalizada. A maioria das observações possui ineficiência moderada, conforme

modelo anterior, no entanto apresenta observações com forte ineficiência, sendo estas nos anos de 2005 e 2010, refletindo impactos de crises econômicas internacionais.

Ainda comparando as eficiências, a Tabela 66 demonstra que Santa Catarina possui menor média nas eficiências clássica e composta normalizada, enquanto São Paulo apresenta o maior valor. Também é apontado que Santa Catarina apresenta, em média, capacidade de expandir sua produção em até 11,89%, considerando-se a eficiência clássica, ou 23,98%, considerando-se a eficiência composta normalizada, sem aumentar seus recursos caso opere na fronteira de produção.

Tabela 66 – Eficiências média e mínima do novo modelo

	Ceará	Santa Catarina	São Paulo
Eficiência clássica			
Observações eficientes	5	2	4
Observações ineficientes	2	5	3
% eficientes	71,43%	28,57%	57,14%
Eficiência média	94,64%	88,11%	94,06%
Eficiência mínima	74,88%	72,65%	78,73%
Eficiência composta normalizada			
Observações eficientes	0	0	0
Observações ineficientes	7	7	7
% eficientes	0%	14,29%	0%
Eficiência média	72,22%	76,02%	77,95%
Eficiência mínima	55,47%	53,82%	58,32%

Fonte: Elaboração própria do autor.

O novo modelo apresentou maior distinção de eficiência do que o anterior especialmente na eficiência composta normalizada, pois as observações passam a ser classificadas em todos os critérios de eficiência. No entanto todos os estados apresentaram menor eficiência média.

Serão apresentadas análises individuais dos estados do Ceará e Santa Catarina, além de continuar as discussões das informações obtidas com a aplicação da DEA (novos índices).

6.2.2 Santa Catarina

Localiza-se na Região Sul e faz fronteira com a Argentina (oeste), estados do Paraná (norte), Rio Grande do Sul (sul) e oceano Atlântico (leste). Apresenta fácil acesso marítimo, aéreo e terrestre aos países do Mercosul. É o primeiro estado brasileiro em número de empresas com certificações internacionais.

A Tabela 67 apresenta a concentração de indústrias nas mesorregiões catarinenses. O Vale do Itajaí é a mesorregião de maior concentração, no entanto, a mesma apresenta um percentual inferior a 40%, valor significativamente inferior a mesorregião de maior concentração no Ceará.

Tabela 67 – Concentração de estabelecimentos industriais em Santa Catarina em 1985, 1995 e 2005 (%)

Mesorregião	1985	1995	2005
Oeste catarinense	21,05%	16,29%	18,32%
Norte Catarinense	19,00%	19,24%	12,16%
Serrana	6,79%	5,08%	5,41%
Vale do Itajaí	26,40%	31,13%	35,95%
Grande Florianópolis	9,51%	10,01%	10,80%
Sul catarinense	17,25%	18,24%	17,36%

Fonte: IPEA (2013).

Santa Catarina dispõe de quatro portos (Imbituba, Itajaí, Portonave e São Francisco do Sul) de grande porte.

No modal aéreo, o estado dispõe de quatro aeroportos operados pela INFRAERO, que localizam-se nas cidades de Florianópolis, Navegantes, Joinville e Forquilha.

Bonelli e Brito (1997) apontam como exemplos de políticas industriais descentralizadas catarinenses:

- a) concessões financeiras diferenciadas (Programa de Desenvolvimento da Empresa Catarinense - PRODEC);
- b) estímulos para a infraestrutura;
- c) consciência a nível municipal.

O estado desenvolveu o Programa Catarinense de Logística Empresarial, que objetiva oferecer as indústrias um quadro de referência de desempenho logístico por setor contendo indicadores para *benchmarking*.

Possui seis grandes complexos industriais, segundo Ratzat *et al* (2010):

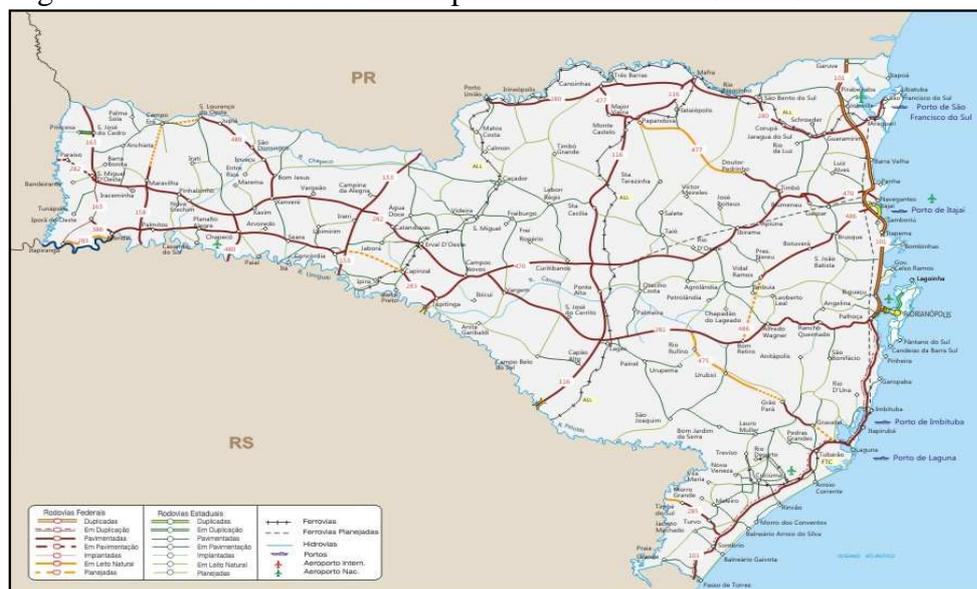
- a) Complexo Agro-Industrial da Região Oeste: produção de alimentos (aves, suínos, entre outros) e bebidas. São 3.081 empresas que representam 34,6% das exportações catarinenses. Representa 6,2% da arrecadação de ICMS, além 26,2% do valor de transformação industrial no estado;
- b) Complexo Eletro-Metal-Mecânico da Região Nordeste: indústrias mecânica (motocompressores), de material de transporte e de matérias plásticas. São

4.387 empresas que representam 27,5% das exportações catarinenses, correspondendo 4,2% da arrecadação do ICMS e 22,9% do valor de transformação industrial estadual;

- c) Complexo Têxtil da Região do Vale do Itajaí: setores de vestuário, calçados e artefatos de tecido. São 6.850 empresas que respondem por 5,8% das exportações catarinenses e 5% do ICMS e 15,3% do valor de transformação industrial;
- d) Complexo Madeireiro da Região do Planalto Catarinense: setores mobiliário, de papel e de celulose. São 5.573 empresas que respondem por 20,6% das exportações catarinenses. Representa 2% da arrecadação do ICMS e 12,4% do valor de transformação do estado;
- e) Complexo Mineral da Região Sul: extração das jazidas de carvão mineral (60% da produção nacional), caulim e argila (matérias-primas para a indústria de pisos e azulejos). São 2.187 empresas que representam 4,4% das exportações estaduais, correspondendo 1,3% do ICMS e 4,3% do valor da transformação industrial do estado;
- f) Complexo Tecnológico do Litoral: 8.600 empresas, R\$ 1,8 bilhão de faturamento anual.

Santa Catarina possui 1365 quilômetros de ferrovia (Figura 11), permitindo escoar a produção interna a um baixo custo. No sentido norte-sul liga o porto de São Francisco do Sul a fronteira com o estado do Rio Grande do Sul.

Figura 11 – Infraestrutura de transportes no estado de Santa Catarina



Fonte: Ministério dos Transportes (2013).

O estado mostrou-se menos eficiente do que o Ceará, com exceção do ano 1995, 2000 e 2010, estando ainda apto a aumentar a sua produção sem aumentar seus recursos caso opere na fronteira de produção nos anos restantes. De acordo com a Tabela 64, o estado poderia expandir sua produção em 11,89% considerando a eficiência clássica e 23,98% considerando-se a eficiência composta normalizada.

Através da DEA obtêm-se os potenciais de melhoria para que a DMU atinja eficiência. O estado apresenta oportunidades de melhorias em 1985, 1990, 1995, 2005 e 2010, anos nos quais não foi eficiente ($\theta < 100\%$). As melhorias são apresentadas nas Tabelas 68 e 69.

Tabela 68 – Potencial de melhoria em Santa Catarina em 1985, 1990 e 1995

Variável	1985		1990		1995	
	Atual	Melhoria	Atual	Melhoria	Atual	Melhoria
CAPITAL	4.135.916	4.135.916	5.231.636	5.231.636	3.600.544	3.600.544
EMPREGO	310.371	310.371	339.509	339.509	368.647	353.961
COMUNICAÇÃO	0,06	0,06	0,07	0,04	0,10	0,10
ENERGIA	1,98	1,98	2,38	2,38	2,66	1,95
TRANSPORTES	31,99	20,99	33,69	20,32	37,16	30,31
PIBIND	12.393.053	14.748.2952	14.038.273	17.035.141	14.559.523	15.275.982

Fonte: Elaboração própria do autor.

Tabela 69 – Potencial de melhoria em Santa Catarina em 2005 e em 2010

Variável	2005		2010	
	Atual	Melhoria	Atual	Melhoria
CAPITAL	3.029.626	3.029.626	4.926.432	4.926.432
EMPREGO	514.502	446.516	655.295	540.110
COMUNICAÇÃO	0,78	0,33	1,27	0,32
ENERGIA	4,33	3,33	6,84	3,65
TRANSPORTES	49,83	41,57	53,15	41,77
PIBIND	15.953.540	19.365.505	17.971.053	24.735.700

Fonte: Elaboração própria do autor.

O modelo apresenta que a infraestrutura de transportes foi subutilizada em todos os anos contemplados nas tabelas acima. Em 1990, 2005 e 2010 comunicação mostrou-se subutilizada. Com as variáveis da coluna atual, o modelo apresenta o PIB industrial possível de se alcançar com eficiência das variáveis na coluna melhoria em cada ano. Destaca-se o valor no ano de 2010, cujo PIB industrial potencial apresentou aumento de aproximadamente 37,6%. Nos anos de 1980 e 2000 o estado apresentou-se como eficiente, não necessitando as variáveis de melhorias, sendo esse o motivo desses anos não serem elencados nas Tabelas acima.

A Tabela 70 apresenta o peso das variáveis para a eficiência do estado. Percebe-se a significância do peso da variável capital para todos os anos, especialmente 2005 e 2010, juntamente com o PIB industrial (PIBIND). As variáveis de infraestrutura, comunicação e energia, apresentaram pesos significantes nas décadas de 1980 e 1990.

Tabela 70 – Contribuição (peso) das variáveis para a eficiência de Santa Catarina

Ano	CAPITAL	EMPREGO	COMUNICAÇÃO	ENERGIA	TRANSPORTES	PIBIND
1980	0,00000019	0	0,59874457	0,21540615	0	0,00000008
1985	0,00000014	0,00000181	1,0002577	0,00886553	0	0,00000008
1990	0,00000006	0,00000272	0	0,01773734	0	0,00000007
1995	0,00000021	0	1,7129799	0	0	0,00000007
2000	0,00000012	0	0	0,19052207	0	0,00000005
2005	0,00000018	0	0	0	0	0,00000006
2010	0,00000016	0	0	0	0	0,00000006

Fonte: Elaboração própria do autor.

Vale dizer que valores nulos implicam em produtividade reduzida da variável em comparação com outros estados e em todos os anos analisados, como fora visto em transportes. Com isso, é possível que valores da variável que apresentou peso zero, como comunicação em 1990, o Ceará pode ter valor de comunicação semelhante em outro ano e a mesma apresenta peso diferente de zero.

6.2.3 Ceará

Localiza-se na região nordeste e faz fronteira com oceano Atlântico (norte), estados do Piauí (oeste), Rio Grande do Norte, Paraíba (leste) e Pernambuco (sul).

Bonelli e Brito (1997) apontam como exemplos de políticas industriais descentralizadas cearenses:

- a) Benefícios fiscais (ICMS);
- b) Concessões financeiras diferenciadas (FDI);
- c) Estímulo para a infraestrutura.

Dispõe de dois distritos industriais, um no município de Maracanaú e outro em Sobral, além de um complexo industrial-portuário (Pecém) e polos como o de alimentos em Acaraú, o moveleiro em Marco, o metal-mecânico na região jaguaribana (leste) e o calçadista na região do Cariri (sul).

O distrito industrial de Maracanaú fica a 18 km do Centro da capital, 12 km do Aeroporto Internacional Pinto Martins e 26 km do Porto do Mucuripe, ambos em Fortaleza. É

responsável por aproximadamente 10% do Imposto sobre Mercadoria e Serviços (ICMS) arrecadado no estado. Concentra empresas de diversos segmentos e emprega cerca de 20 mil pessoas.

O distrito industrial de Sobral conta com indústrias diversificadas, atraídas por incentivos estaduais e municipais. As duas maiores são produtoras de calçado e cimento e geram aproximadamente 10.000 empregos diretos. O distrito possui 275 estabelecimentos e o consumo de energia elétrica já o segundo do estado, perdendo apenas para a região metropolitana de Fortaleza (SDES, 2002).

A Zona de Processamento de Exportação (ZPE) do Pecém, criada em 2011, deverá incentivar o aumento da geração de emprego e renda na região. Grandes investimentos compõem a ZPE, como uma refinaria e uma siderúrgica. A ZPE cearense cumpre os objetivos de uma ZPE, como redução de desequilíbrios regionais, aumento da competitividade das exportações e criação de empregos. E o nordeste apresenta vantagens como a maior proximidade com principais mercados consumidores, clima favorável e estabilidade geológica.

O Ceará possui um sistema ferroviário de cerca 1400 quilômetros (Figura 12). Dispõe de 2 portos (Mucuripe e Pecém), além de dois aeroportos operados pela INFRAERO (Fortaleza e Juazeiro do Norte).

Figura 12 – Infraestrutura de transportes no estado do Ceará



Fonte: Ministério dos Transportes (2013).

O estado mostrou-se eficiente em quase todos os anos analisados, demonstrando operar na fronteira. Apresenta oportunidades de melhorias em 2005 e 2010, anos nos quais não foi eficiente ($\theta < 100\%$). As melhorias são apresentadas na Tabela 71.

Tabela 71 – Potencial de melhoria no Ceará em 2005 e em 2010

Variável	2005		2010	
	Atual	Melhoria	Atual	Melhoria
CAPITAL	800.278	800.278	1.274.868	1.274.868
EMPREGO	190.027	140.475	261.198	202.648
COMUNICAÇÃO	0,40	0,15	0,98	0,18
ENERGIA	29,15	20,66	18,79	18,79
TRANSPORTES	26,38	22,56	29,65	29,65
PIBIND	5.266.895	6.012.287	6.867.157	9.170.460

Fonte: Elaboração própria do autor.

O modelo apresenta que a infraestrutura foi subutilizada especialmente no ano de 2005, com destaque para a variável energia. O estado apresenta um PIB industrial maior em 2010. Redução de variáveis de infraestrutura e econômicas mostram-se inviáveis, sendo focado no trabalho as melhorias no *output*.

A Tabela 72 apresenta o peso das variáveis para a eficiência do estado do Ceará. O estado apresentou um maior número de variáveis com pesos significantes. Assim como Santa Catarina, a variável capital foi relevante em quase todo o período, com exceção de 1980 e especialmente no início da década de 2000. Emprego apresentou relevância para a eficiência do estado em 1990. As variáveis de infraestrutura foram significantes em alguns anos, sendo a variável transporte relevante apenas em 2010.

Tabela 72 – Contribuição (peso) das variáveis para a eficiência do Ceará

Ano	CAPITAL	EMPREGO	COMUNICAÇÃO	ENERGIA	TRANSPORTES	PIBIND
1980	0	0	0	3,9419124	0	0,00000029
1985	0	0,00002812	57,061927	0	0	0,00000019
1990	0,00000021	0,00002179	0	0	0	0,00000019
1995	0,00000008	0,00000831	0	0,01832618	0	0,00000016
2000	0,0000038	0	0	0	0	0,00000014
2005	0,00000524	0	0	0	0	0,00000019
2010	0,00000097	0	0	0,01289157	0,00349421	0,00000015

Fonte: Elaboração própria do autor.

Apesar da classificação de eficiente, variáveis com peso nulo implicam em uso dos recursos das mesmas para formação do PIB industrial.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo geral do trabalho foi atingido com a validação de uma função de produção que considerasse as capacidades de infraestruturas econômicas e da competitividade industrial por meio do PIB industrial. A regressão validou a função de produção proposta.

A técnica de Análise Envoltória de Dados, modelo BCC, respondeu adequadamente para construção de fronteira de eficiência e identificação dos níveis de eficiência de cada estado. As eficiências dos estados do Ceará e Santa Catarina foram classificadas, tendo o estado de São Paulo como *benchmark*. O modelo DEA apresentou sugestões de melhoria para os DMUs que se mostraram ineficientes.

A análise quali-quantitativa da relevância da infraestrutura foi realizada nos capítulos 5 e 6. As utilidades das variáveis foram analisadas visando investigar a relevância para eficiência nas subseções 6.2.2 e 6.2.3. Variáveis que tiveram valor da utilidade maior que as demais em um mesmo período foram consideradas como as de maior significância para eficiência dos estados, fundamentando investimentos nos *inputs*.

Variáveis com menores valores de utilidades implicam em capacidade subutilizada, o que não quer dizer que as mesmas não foram necessárias, mas operaram em capacidade elevada considerando-se o PIB industrial. Assim, o modelo apontou redução da capacidade das mesmas para torná-la mais produtiva, como, por exemplo, as variáveis de comunicação e transporte em 1990 no estado de Santa Catarina.

Assim, as variáveis apresentam uma relação onde a alteração da capacidade de uma variável resulta na alteração da utilidade da mesma e demais utilidades de outras variáveis. Tem-se a busca por um *mix* de recursos que aproveite a capacidade de todas as variáveis da melhor maneira possível, uma vez que todas são consideradas relevantes para formação do PIB industrial.

Potenciais de melhoria foram sugeridos nas subseções 6.2.2 e 6.2.3. O estado de Santa Catarina apresentou diversos potenciais de melhoria no período analisado (5 anos), ao contrário do estado do Ceará (2 anos). O estado nordestino já opera na fronteira de produção que a sua infraestrutura permite, ou seja, faz-se necessário investimento em infraestrutura, viabilizando um aumento expressivo do PIB industrial.

Foi considerado o efeito substituição entre as variáveis. Capital e emprego podem estar sob este efeito. Com isso, uma alta utilidade da variável capital poderia acarretar menor

utilidade da variável emprego, pois se pode gerar redução da demanda por mão de obra devido à maior automação industrial.

Recursos públicos são escassos e devem ser alocados de forma a gerarem melhores resultados (eficiência) e externalidades positivas. Alterações bruscas nas capacidades de infraestruturas não acarretam necessariamente em eficiência, devendo as mesmas serem acompanhadas de análise de utilidades de cada variável no período analisado.

Fatores não controlados (como, por exemplo, os macroeconômicos) podem ter alterado o comportamento de algumas observações, explicando resultados não previstos. O modelo trata-se de uma simplificação da realidade (PIB industrial em função de capital, emprego, comunicação, energia e transportes), pois existem fatores que contribuem para formação do PIB industrial e competitividade industrial que não foram considerados. A incidência dos mesmos pode ter tido consequências em determinados períodos onde não foi possível observar comportamentos alinhados com os previstos pela DEA.

Os dados resultaram em um painel com informações relevantes dos modais de transportes, energia, comunicações, capital, emprego e PIB industrial desagregadas nos estados de Ceará, Santa Catarina e São Paulo no período de 1980 a 2010. A coleta apresentou uma série de dificuldades por não estarem centralizadas ou disponibilizadas em uma plataforma. Os resultados conseguidos com a DEA mostraram-se passíveis de contribuição para formulação de políticas públicas.

A utilização dos resultados de trabalhos dessa natureza pode ajudar a conduzir investimentos públicos de maneira mais adequada, pois se tornariam mais eficientes, contribuindo para desenvolvimento econômico e aumento da competitividade.

Por fim, recomenda-se os seguintes temas para trabalhos futuros:

- a) análise de mais estados com alto valor do PIB industrial, permitindo uma melhor análise da competitividade industrial e fronteira de eficiência;
- b) uso de fronteira invertida em uma amostra maior para identificação de *benchmarks* e *anti-benchmarks*.

REFERÊNCIAS

- ABEL, L. **Avaliação cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC, utilizando DEA (Data Envelopment Analysis)**. 2000. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- AIGINGER, K. A framework for evaluating the dynamic competitiveness of countries. **Structural Change and Economy Dynamics**, v. 9, p. 159-188, 1998.
- ALVAREZ, A.R.; CALVETE, G.F.; GARRIDO, C.L. **A eficiência técnica das explorações leiteiras na comarca interior da província de A. Coruña: influencia da concentración parcelaria**. Santiago: Departamento de Coordinación e Desenvolvemento Tecnológico, 2002.
- ALVIN-RAD, H.; WILLUMSEN, M. D; WITTE, A. D. Industrialização e desenvolvimento no governo Vargas: uma análise empírica de mudanças estruturais. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 27, p.127-166, 1997.
- AGÊNCIA NACIONAL DE AVIAÇÃO CIVIL. **Anuários Estatísticos de Transporte Aéreo**. Disponível em: <<http://www2.anac.gov.br/estatistica/anuarios.asp>>. Acesso em: 3 abr. 2013
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Banco de Informações de Geração**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/area.cfm?idArea=15&idPerfil=2&idiomaAtual=0>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Anuário Estatístico Brasileiro do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis**. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=548>>. Acesso em: 22 mar. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES. **Sistema de Gestão de Metas de Universalização**. Disponível em: <<http://sistemas.anatel.gov.br/sgmu/>>. Acesso em: 20 mar. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES ARQUAVIÁRIOS. **Anuários Estatísticos de Transporte Aquaviário**. Disponível em: <http://www.antaq.gov.br/Portal/Estatisticas_Anuarios.asp>. Acesso em: 7 jan. 2013.
- AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES. **Anuários Estatísticos dos Transportes Terrestres**. Disponível em: <http://www.antt.gov.br/index.php/content/view/5627/AETT_Anuario_Estatistico_dos_Transportes_Terrestres.html>. Acesso em: 10 fev. 2013.
- ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. Distribuição espacial do emprego e do produto industrial na década de 90: possibilidades atuais para sua investigação. *In: CIDADES MÉDIAS BRASILEIRAS*, 2001, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: IPEA, 2001. p. 337-393.
- ANGULO MEZA, L.; BIONDI NETO, L.; SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E.G. ISYDS – Integrated System for Decision Support (SIAD – Sistema Integrado de Apoio a

Decisão): a software package for data envelopment analysis model. **Pesquisa Operacional**, v.25, p 493-503. 2005.

ASCHAUER, D. A. Is Public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, Amsterdã, v.23, p.177-200, 1989a.

ASCHAUER, D. A. Public investment and productivity growth in the group of seven. **Economic perspectives**. Nashville, v. 13, p. 17-25. 1989b.

ASCHAUER, D.A. Does public capital crowd out private capital? **Journal of Monetary Economics**, Amsterdã, v.24, p.171-188, 1989c.

AZZONI, C. R. **Indústria e reversão da polarização no Brasil**. 1985. 170 f. Tese (Doutorado em Economia) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1985.

BANCO MUNDIAL. **Infrastructure in Latin America and the Caribbean: recent developments and key challenges**, v. 1. Ago. 2005.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, Providence, v.30, p.1078-1092. 1984.

BEAUD, M. **Arte da tese: como redigir uma tese de mestrado ou de doutorado, uma monografia ou qualquer outro trabalho universitário**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand, 2000, 176 p.

BELLONI, J. A. **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. 2000. 245 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BENITEZ, R. M. A infraestrutura, sua relação com a produtividade total dos fatores e seu reflexo sobre o produto regional. **Política e Planejamento Público**, Brasília, v. 19, junho, p. 257-308, 1999.

Bonelli, R. e Brito, A. F. Políticas Industriais Descentralizadas: As Experiências Europeias e as Iniciativas Sub-Nacionais no Brasil. **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, n. 15, junho, 1997.

BRITTO, J.; ALBUQUERQUE, E. M. Clusters industriais na economia brasileira: uma análise exploratória a partir de dados da RAIS. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 32, p. 71-102, 2002.

BRUNETTA, M. R. **Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando Análise por Envoltória de Dados: um estudo de caso aplicado a produtores de leite**. 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Métodos Numéricos em Engenharia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CABRAL, L. **Economia Industrial**. 1ed. Lisboa: McGraw-Hill, 1994. 240 p.

CALDERÓN, C. e SERVÉN, L. **The effects of infrastructure development on growth and income distribution**. Santiago: LAMES. 2004.

CÂNDIDO JÚNIOR, J. O. Os Gastos Públicos no Brasil são Produtivos? **Planejamento e Políticas Públicas**, Brasília, v. 23, p. 233-260, 2001.

CASA NOVA, S.P.C. **Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise das demonstrações contábeis**. 2002. 317 f. Tese (Doutorado em Controladoria e Contabilidade) – Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

CASTRO, A. B. A reestruturação brasileira nos anos 90: uma interpretação. **Revista de Economia Política**. São Paulo, v. 21, p.3-25, 2001.

CHARNES, A.; COOPER, W.; LEWIN, A. Y.; SEIFORD, L. M. **Data envelopment analysis: theory, methodology, and application**. Massachusetts: Kluwer, 1997.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdã, v.2, p.429-444, Nov, 1978.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS. **Glossary terms**. Illinois, 2010.

COUTINHO, L.; FERRAZ, J. **Estudo da competitividade da indústria brasileira**. 3. ed. Campinas: Papiros, 1995. 510p.

CROCCO, M. A.; GALINARI, R.; SANTOS, F.; LEMOS, M.B.; SIMÕES, R. Metodologia de identificação de aglomerações produtivas locais. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 16, p. 211-241, 2006.

CUNHA, I. J. A industrialização catarinense: um exemplo para o Brasil. **Atualidade Econômica**, Florianópolis, v. 20, p. 90-10, 1991.

DEVEREUX, M. P.; GRIFFITH, R.; SIMPSON, H. The geographic distribution of production activity in the UK. **Regional Science and Urban Economics**, Londres, v. 34, p. 533-564, 2004.

DINIZ, C. C.; CROCCO, M. A. Reestruturação econômica e impacto regional: o novo mapa da indústria brasileira. **Nova Economia**, Belo Horizonte, v. 6, n. 1, p. 77-103, 1996.

ELLISON, G.; GLAESER, E. L. Geographic concentration in U.S. manufacturing industries: a databoard approach. **NBER Working Papers**, n. 4840. 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE INFRAESTRUTURA E AERONÁUTICA. Anuário Estatístico Operacional. Disponível em: <<http://www.infraero.gov.br/index.php/br/estatisticados-aeroportos.html>>. Acesso em: 4. abr. 2013.

EMPRESA BRASILEIRA DE PLANEJAMENTO DE TRANSPORTES. Sistema de Informações do Anuário Estatístico dos Transportes. Disponível em: <<http://www.geipot.gov.br/NovaWeb/IndexAnuario.htm>>. Acesso em: 8. mar. 2013.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional. Disponível em: <<https://ben.epe.gov.br/>>. Acesso em: 13 mar. 2013.

ESTACHE, A. Emerging Infrastructure Policy Issues in Developing Countries: A Survey of Recent Economic Literature. **POVNET Infrastructure Working Group**, Washington, D.C., out. 2004.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z. Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, Nashville, v.84, p.66-83, 1994.

FARREL, M. J. The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**, Londres, v. 120, p.253-290. 1957.

FERNALD, J. G. Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. **American Economic Review**, v. 89, n. 3, Junho. 1999.

FERRAZ, J. C.; KUPFER, D.; HAGUENAUER, L. **Made in Brazil**: desafios competitivos para a indústria. Rio de Janeiro: Campus, 1997.

FERRAZ, J. C; PAULA, G. M; KUPFER, D. Política industrial. *In*: KUPFER, D. (Org.). **Economia industrial: fundamentos teóricos e práticas no Brasil**. Rio de Janeiro: Elsevier, Campus, 2002. p 545-567.

FERREIRA, P.C. Investimento em infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 26, p.231-252. 1996.

FERREIRA, F.; LEMOS, M. B. Localização Industrial e Fatos Estilizados da Nova Reconfiguração Espacial do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 31, p. 484-507, 2000.

FRIEDMAN, L.; SINUANY-STERN, Z. DEA and the discriminant analysis of ratios for ranking units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.111, n.3, p.470-478, Dez. 1998

FRISCHTAK, Cláudio R. O investimento em infraestrutura no Brasil: histórico recente e perspectivas. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 38, n. 2, p. 307-348, 2008.

FURTADO, M. B. **Síntese da economia brasileira**. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000. 281p.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GOLANY, B.; ROLL, Y. An Application procedure for DEA. **International Journal of Management Science**, v.17, p.237-250. 1989.

GONZALEZ, Julio A.; GUASCH, Jose L.; SEREBRISKY, Tomas. Improving logistics costs for transportation and trade facilitation. **Policy Research Working Paper Series**, n. 4558, 2008.

GUJARATI, D. N. **Econometria básica**. São Paulo: Campus, 2006. 812 p.

HERSEN, A.; SHIKIDA, P. F. A.; DAHMER, V. S. Concentração na agroindústria canavieira mineira durante as safras 1996/1997 a 2005/2003. **Organizações Rurais e Agroindustriais**, Lavras, v. 13, p. 303-316, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estados**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/>>. Acesso em: 14 dez. 2012.

_____. **Cadastro Central de Empresas 2009**. Disponível em: <http://atlascolar.ibge.gov.br/images/atlas/mapas_brasil/brasil_distribuicao_industrias.pdf>. Acesso em: 02 mai. 2013.

_____. **Produção Industrial Anual**. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 9 mai. 2013.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **População Residente - Total**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2012.

_____. **PIB Estadual – indústria – valor adicionado**. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br/>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

KOTLER, P.; JUTURSIPITAK, S.; MAESICEE, S. **O Marketing das Nações**. 1. ed. São Paulo: Futura, 1997. 412 p.

KUPFER, D. Padrão de concorrência e competitividade. *In*: Encontro Nacional de Economia, 20, 1992, Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: 1992. v. 1.

LINS, M.P.E.; MEZA, L.A. **Análise envoltória de dados e perspectivas de integração no meio ambiente de apoio à decisão**. Rio de Janeiro: COPPE, 2000.

LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. Nova Iorque: Oxford University Press. 1993. p.3-67.

LOVELL, C.A.K.; PASTOR, J.T. Units invariant and translation invariant DEA models. **Operations Research Letters**, Amsterdã, v.18, n.3, p.147-151, Out. 1995.

MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MASKELL, P.; ESKELINEN, H.; HANNIBALSSON, I.; MALMBERG, A.; VATNE, E. Competitiveness, localized learning and regional development (Specialisation and Prosperity in Small Open Economies). **Routledge Frontier of Political Economy**, Londres, p. 265-275, 1998.

MAUREL, F.; SÉDILLOT, B. A measure of the geographic concentration in French manufacturing industries. **Regional Science and Urban Economics**, Paris, v. 29, p. 575-604, 1999.

MICCO, A.; SEREBRISKY, Tomas. Competition Regimes and Air Transport Costs: The effects of open skies agreements. **Journal of International Economics**, n. 20, p. 25-51, 2006.

MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES. **Banco de Informações e Mapas de Transportes**. Disponível em: <<http://www2.transportes.gov.br/bit/01-inicial/index.html>>. Acesso em: 08 abr. 2013.

MORALES JUNIOR, A.C. 2000. O conceito de eficiência na nova economia institucional. *In: Encontro Estadual de Economia - SUDESTE*, 28., 2000, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2000.

MUNNELL, A. H. Why has productivity growth declined? Productivity and public investment. **New England Economic Review**. Jan./Fev.1990

NIEDERAUER, C.A.P. **Um modelo para medir a produtividade de pesquisadores baseado na Análise por Envoltória de Dados**. 2012. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

NORMAN, M.; STOKER, B. **Data envelopment analysis: the assessment of performance**. Chichester: John Wiley, 1991.

NORTH, D. Institutions, institutional change and economic performance. **Cambridge University Press**, New York. 1990.

PACHECO, C. A. Novos padrões de localização industrial: tendências recentes dos indicadores de produção e do investimento industrial. **Texto para Discussão - IPEA**, Brasília, v. 633, 1999.

PACI, R.; USAI, S. Technological enclaves and industrial districts: an analysis of the regional distribution of innovative activity in Europe. **Regional Studies**, Seaford, v. 34, p. 97-114, 2000.

PAIVA, F.C. **Eficiência produtiva de programas de ensino de pós-graduação em engenharias**: uma aplicação do método Análise por Envoltória de Dados – DEA. 2000. 79 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

PÉRICO, A. E.; SANTANA, N. B. As infraestruturas produtivas e o impacto no Produto Interno da região Nordeste brasileira: Uma Análise por Envoltória de Dados. *In: Simpósio de Engenharia de Produção*, 18, 2011, Bauru. **Anais...** Bauru: UNIPAMPA, 2011.

PÉRICO, A.E. 2009. **A relação entre infraestruturas produtivas e o PIB das regiões brasileiras**: uma análise por envoltória de dados. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

PORTER, M. **A Vantagem Competitiva das Nações**. 7. ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1989, 897 p.

PORTER, M. **Competição (on competition), estratégicas competitivas essenciais**. 6. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1999. 520p.

PORTER, M. A Nova Era da Estratégia. **INTERMANAGERS**, São Paulo, 2000. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/66194824/Michael-Porter-A-nova-era-da-estrategia>>. Acesso em: 02 mai 2012.

POSSAS, M.L.; PONDÉ, J.L.; FAGUNDES, J. Política antitruste: um enfoque schumpeteriano. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 23., Salvador. **Anais...** Salvador: UFBA, 1996.

Ratzat, E. L.; Mori. G. M.; Salinet Jr, J. L.; Caulkins, K. W.; Junkes, L. N.; Furlanetto, R. Análise da situação logística visando o benchmarking: o caso da indústria catarinense. *In*: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 22., 2002, Curitiba. **Anais...** Curitiba: ABEPRO, 2002.

RESENDE, M.; WYLLIE, R. Aglomeração industrial no Brasil: um estudo empírico. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 433-460, 2005.

REINALDO, R.R.P. **Avaliando a eficiência em unidades de ensino fundamental de Fortaleza – CE, usando a Análise por Envoltória de Dados (DEA)**. 2002. 127 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

RODRÍGUEZ, M. J. D. **El capital público em la economía española**. 1. ed. Madri: Universidad Europea - CEES Ediciones, 1998.

ROSA, A. L. T.; COIMBRA, R. A. Determinantes da localização industrial no Ceará: 1991-1995. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 30, p. 668-684, 1999.

RUIZ, J. A. **Metodologia científica**: guia para eficiência nos estudos. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SABÓIA, J. A dinâmica da descentralização industrial no Brasil. **Texto para Discussão – UNICAMP**, Campinas, v. 452, 2001.

SANCHEZ-ROBLES, B. Infrastructure Investment and Growth: some empirical evidence. **Contemporary Economic Policy**, v. XVI, Jan. 1998.

SANDRONI, Paulo. **Dicionário de economia do século XXI**. 2. ed. São Paulo: Record, 2006. 909 p.

SANTOS, F.; CROCCO, M.; LEMOS, M. Arranjos e Sistemas Produtivos Locais em “Espaços Industriais” Periféricos: Estudo comparativo de Dois Casos Brasileiros. **CEDEPLAR – Textos para discussão**, Belo Horizonte, Texto para discussão nº 182, p. 9-14, 2002.

SARRICO, C. S. Data envelopment analysis and university selection. **Journal of the Operational Research Society**, London, v.48, p.1163-1177, 1997.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO DE SOBRAL (SDES). **Manual para Investir em Sobral**. 1. ed. Sobral, 2002.

SEIFORD, L.M.; ZHU, J. An investigation of returns to scale under data envelopment analysis. **International Journal of Management Science**, v. 27, p.1–11. 1999.

SENRA, L.F.A.C. **Métodos de seleção de variáveis em DEA**: estudo de caso no setor elétrico brasileiro. 2004. 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Programa de Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2004.

SENRA, L.F.A.C.; NANJI, L.C.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Comparação de métodos de seleções de variáveis em DEA. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 36., São João Del Rei. **Anais...** (2004)São João Del Rei: UFSJ, 2004.

SILVA, H. C. **O processo de desindustrialização**: Uma avaliação sob a perspectiva da economia brasileira (1990 – 2010). 2012. 155 p. Dissertação (Mestrado em Economia), Centro Socioeconômico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SILVEIRA, J.Q. ; Soares De Mello, João Carlos C. B. ; ANGULO MEZA, L. . Evaluación de la eficiencia de las compañías aéreas brasileras a través de un modelo híbrido de análisis envolvente de datos (DEA) y programación lineal multiobjetivo. *Ingeniare*. **Revista Chilena de Ingeniería**, v. 20, p. 331-342, 2012.

SILVEIRA, W. **Abordagem sistêmica para diagnóstico da vocação competitiva e desenvolvimento microrregional** – O Caso de Blumenau. 1999. 63p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção), Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.

SOARES DE MELLO, J. C. B.; ANGULO MEZA, L.; GOMES, E.G.; BIONDI NETO, L. Alguns paradoxos em modelos DEA-BCC: eficiências negativas e inexistência de retornos de escala. *In*: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 28., 2008, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2008.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G.; BIONDI NETO, L.; ÂNGULO MEZA, L. Gestão de auto-estradas: análise de eficiência das auto-estradas federais brasileiras com portagens. **Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão**, Rio de Janeiro, v.3, p.68-75. 2004.

SILVEIRA, J.Q. ; ANGULO MEZA, L. ; SOARES DE MELLO, J.C.C.B. Identificação de benchmarks e anti-benchmarks para companhias aéreas usando modelos DEA e fronteira invertida. **Produção**, São Paulo, v. 22, p. 788-795, 2012.

SOUZA, N. J. **A localização da indústria de transformação brasileira nas últimas três décadas**. 2002. 114 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Fundação Getúlio Vargas – FGV, Rio de Janeiro, 2002.

_____. Desenvolvimento polarizado e desequilíbrios regionais no Brasil. Porto Alegre, **Análise Econômica**, v. 19, p. 29-59, 1993.

SOUZA, S.; ARICA, J. Competitividade industrial e regional: Medidas, abordagens e dicotomias. **Boletim Técnico**, Campos dos Goytacazes, v. 4, p. 30-34 , 2002.

THANASSOULIS, E. **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis**: A foundation text with integrated software. New York: Kluwe Academic, 2001.

VARIAN, H.R. **Microeconomic analysis**. New York: W.W. Norton, 1992.

WILHELM, V.E. 2000. **Análise da eficiência técnica em ambiente difuso**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ANEXO

ANEXO A – DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA INDÚSTRIA BRASILEIRA EM 2009



Fonte: IBGE (2010)

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Pós Graduação em Engenharia

-
- N714a Nogueira Júnior, Paulo Rossano Freitas.
Análise da relação entre competitividade industrial e infraestrutura nos Estados do Ceará e em Santa Catarina por meio da análise envoltória de dados no período 1980-2010 / Paulo Rossano Freitas Nogueira Júnior. – 2013.
108 f. : il., enc. ; 30 cm.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Programa de Pós – Graduação em Logística e Pesquisa Operacional, Fortaleza, 2013.
Área de Concentração: Gestão Logística.
Orientação: Prof. Dr. Fernando Ribeiro de Melo Nunes.
Coorientação: Prof. Dr. Júlio Francisco Barros Neto
1. Logística. 2. Concorrência (Indústria) 3. Infraestrutura (Economia). I. Título.