**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

ANA ELISA PÉRICO

# A RELAÇÃO ENTRE AS INFRAESTRUTURAS PRODUTIVAS E O PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) DAS REGIÕES BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

**São Carlos**
**2009**

# Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

ANA ELISA PÉRICO

# A RELAÇÃO ENTRE AS INFRAESTRUTURAS PRODUTIVAS E O PRODUTO INTERNO BRUTO (PIB) DAS REGIÕES BRASILEIRAS: UMA ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

Tese apresentada à Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo para obtenção do Título de Doutora em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Economia e Finanças Corporativas

Orientadora: Profª. Associada Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto

**São Carlos**

**2009**

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Tratamento
da Informação do Serviço de Biblioteca – EESC/USP

P441r

Périco, Ana Elisa
A relação entre as infraestruturas produtivas e o produto interno bruto (PIB) das regiões brasileiras : uma análise por envoltória de dados / Ana Elisa Périco ; orientadora Daisy Aparecida do Nascimento Rebelatto. -- São Carlos, 2009.

Tese (Doutorado-Programa de Pós-Graduação e Área de Concentração em Engenharia de Produção) -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2009.

1. Análise por envoltória de dados. 2. Eficiência. 3. Infraestrutura. I. Título.

**FOLHA DE JULGAMENTO**

Candidata: Bacharel **ANA ELISA PÉRICO.**

Tese defendida e julgada em 08/06/2009 perante a Comissão Julgadora:

Aprovada

Profª. Associada **DAISY APARECIDA DO NASCIMENTO REBELATTO (Orientadora)**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADO

Prof. Associado **REGINALDO TEIXEIRA COELHO**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

Aprovada

Prof. Dr. **ALCEU GOMES ALVES FILHO**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

Aprovada

Profª. Drª. **ALESSANDRA RACHID**
(Universidade Federal de São Carlos/UFSCar)

APROVADA

Prof. Dr. **ALEXANDRE SARTORIS NETO**
(Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho"/UNESP/campus de Araraquara)

Prof. Associado **REGINALDO TEIXEIRA COELHO**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

Prof. Titular **GERALDO ROBERTO MARTINS DA COSTA**
Presidente da Comissão da Pós-Graduação da EESC

Dedico esse trabalho aos meus pais.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por dar me luz e força no desenvolvimento deste trabalho.

À professora Daisy, orientadora e amiga, pelas incontáveis contribuições, apoio, dedicação e, principalmente, carinho em todas as etapas deste trabalho.

Ao professor Alexandre Sartoris pela contribuição e disponibilidade em todos os atendimentos prestados.

Ao Departamento de Engenharia de Produção e aos funcionários José Luiz e Silvana que sempre foram muito prestativos e atenciosos.

À minha família, pelo amor incondicional e compreensão pela minha ausência.

Aos meus amigos que sempre estiveram próximos (e pacientes) e contribuíram com conhecimentos, incentivo, apoio e carinho em todas as etapas deste trabalho, a citar: Naja, Rodrigo, Marta, Mariana, Marcelo, Diogo Mendonça, Enzo, Hélio, Andrea, Dan, Herick, Sandra, Ana Cláudia Terence e José Gilberto de Souza.

“Afagar a terra, conhecer os desejos da terra
Cio da terra propícia estação e fecundar o chão”

Chico Buarque e Milton Nascimento

## RESUMO

PÉRICO, A. E. **A relação entre as Infraestruturas Produtivas e o Produto Interno Bruto (PIB) das regiões brasileiras: uma Análise por Envoltória de Dados.** 2009. 227 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2009.

O atual contexto de mercados abertos exige e, ao mesmo tempo, proporciona muitas mudanças para o mundo empresarial. Também relevante é a postura do Estado diante do cenário globalizado. A abertura dos mercados exigiu e exige uma nova postura do Estado, seja como mero regulador ou como intervencionista. Há áreas específicas em que, devido a características particulares, o Estado representa o único e principal ator no que diz respeito à realização de investimentos, como é o caso das infraestruturas. O objetivo geral do presente trabalho foi analisar as formas pelas quais as infraestruturas produtivas relacionam-se com o Produto Interno Bruto (PIB) das regiões brasileiras, determinando a margem de contribuição das categorias de infraestrutura para a formação do PIB de cada região. A investigação foi realizada para o total das regiões brasileiras, no período de 1980 a 2005. Por meio de modelagem teórica e testes econometricos definiu-se a função utilizada e os dados das seguintes variáveis foram coletados: Transportes, Comunicação, Energia (variáveis de infraestrutura), Capital Fixo e Emprego. Para as variáveis de infraestrutura trabalhou-se com as respectivas capacidades. A Análise por Envoltória de Dados foi a principal técnica utilizada neste trabalho, seu princípio básico está relacionado à comparação de eficiência entre unidades, ou seja, entre realidades operacionais e não entre um ideal inatingível ou algo que considerado como produção ótima, sem observações práticas. Para todas as regiões analisadas, independentemente do perfil econômico da mesma, foi possível ressaltar a importância verificada nas variáveis de infraestrutura. Em determinados momentos observou-se maior utilidades das mesmas na composição do PIB. Houve, em quase todos os períodos, a predominancia do padrão utilidade-capacidade, em que as variações nas capacidades representaram respostas da maior utilidade das mesmas no período imediatamante anterior ao analisado. Observações fora do padrão foram identificadas, algumas possivelmente relacionadas à incoerência de dados, outras, vinculadas ao não controle de variáveis que também podem afetar o PIB. Dessa forma, os resultados encontrados permitiram respaldar o papel produtivo das infraestruturas e sua influência na eficiência das regiões analisadas.


Palavras-chave: Análise por Envoltória de Dados. Eficiência. Infraestrutura.

## ABSTRACT

PÉRICO, A. E. **The relationship between productive infrastructure and Gross Domestic Product (GDP) of Brazilian regions: a Data Envelopment Analysis.** 2009. 227 p. Thesis. (PhD) – Engineering School of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2009.

The current context of open markets requires and, at the same time, provides many changes to the business world. Also relevant is the stance of the State before the global scenario. The opening of markets has required and requires a new attitude of the State, either as a mere regulator or as an interventionist. There are specific areas where, due to particular characteristics, the State is the only and main actor in relation to the making of investments, such as infrastructure. The general objective of this study was to analyze the ways in which the productive infrastructures are related to the Gross Domestic Product (GDP) of the Brazilian regions, determining the contribution margin of the categories of infrastructure for the formation of the GDP of each region. The research was performed for all regions of Brazil, from 1980 to 2005. Through theoretical modeling and econometric tests the function was defined and data of following variables were collected: Transportation, Communication, Energy (variables of infrastructure), Fixed Capital and Employment. For the infrastructure variables their capabilities were used. The Data Envelopment Analysis was the main technique used in this work, its basic principle is related to the comparison of efficiency among units, among operational realities and not among an unattainable ideal or something that considered optimal production without comments practices. For all regions analyzed, irrespective of their economic profile, it was possible to emphasize the importance found in infrastructure variables. At certain times was greater utility of these variables in the composition of GDP. There was, in almost all periods, the predominant pattern of use-ability, where the variations in capacities represented answer of more utility of these variations in the period the previous immediately analyzed. Observations outside of the range were identified, some possibly related to the inconsistency of data, others were bound to no control of variables that may affect the GDP. Thus, the results found enabled legitimize the role of productive infrastructure and its effect on the efficiency of regions analyzed.


Keywords: Data Envelopment Analysis. Efficiency. Infrastructure.

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – ETAPAS E PROCEDIMENTOS DO MÉTODO DE PESQUISA ..... 84

TABELA 2 – VARIÁVEIS PROPOSTAS PARA A ANÁLISE ..... 86

TABELA 3 – VARIÁVEIS E SUBVARIÁVEIS ..... 87

TABELA 4 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DAS RODOVIAS ..... 98

TABELA 5 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DAS FERROVIAS ..... 101

TABELA 6 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DOS AEROPORTOS ..... 103

TABELA 7 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DOS PORTOS ..... 105

TABELA 8 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DOS DUTOS ..... 107

TABELA 9 – CAPACIDADE MÉDIA DOS TRANSPORTES ..... 108

TABELA 10 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE MÉDIA DE TRANSPORTES (ÍNDICE) ..... 109

TABELA 11 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE COMUNICAÇÃO ..... 112

TABELA 12 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE ENERGIA ELÉTRICA ..... 116

TABELA 13 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE EXTRAÇÃO DE PETRÓLEO ..... 118

TABELA 14 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE EXTRAÇÃO DO GÁS NATURAL ..... 120

TABELA 15 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE PRODUÇÃO DO ÁLCOOL ETÍLICO, ANIDRO E HIDRATADO ..... 123

TABELA 16 – CAPACIDADE MÉDIA DE ENERGIA ..... 124

TABELA 17 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE MÉDIA DE ENERGIA (ÍNDICE) ..... 125

TABELA 18 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE INFRAESTRUTURA ..... 127

TABELA 19 – EVOLUÇÃO DO PIB (ÍNDICE) ..... 130

TABELA 20 – EVOLUÇÃO DO EMPREGO (ÍNDICE) ..... 133

TABELA 21 – EVOLUÇÃO DO CAPITAL PRIVADO (ÍNDICE) ..... 136

TABELA 22 – RESULTADOS DA REGRESSÃO DAS REGIÕES BRASILEIROS ..... 140

TABELA 23 – RESULTADO DA REGRESSÃO - EFEITOS FIXOS (EQUAÇÃO 2) ..... 142

TABELA 24 – RESULTADO DA REGRESSÃO - EFEITOS FIXOS (EQUAÇÃO 3) ..... 143

TABELA 25 – RESULTADO DA REGRESSÃO - EFEITOS ALEATÓRIOS (EQUAÇÃO 2)..... 144

TABELA 26 – RESULTADO DA REGRESSÃO - EFEITOS ALEATÓRIOS (EQUAÇÃO 3)..... 145

TABELA 27 – TESTE DE HAUSMAN ..... 146

TABELA 28 – CLASSIFICAÇÃO DE EFICIÊNCIA DAS REGIÕES BRASILEIRAS ..... 148

TABELA 29 – GRAU DE EFICIÊNCIA TOTAL, EFICIÊNCIA TÉCNICA E DE ESCALA (%) ..... 150

TABELA 30 – EFICIÊNCIA TOTAL, TÉCNICA E DE ESCALA DAS REGIÕES ..... 151

TABELA 31 – DADOS DAS REGIÕES ..... 153

TABELA 32 – EFICIÊNCIAS/NORTE..... 158

TABELA 33 – METAS DE DESEMPENHO E POTENCIAL DE MELHORIA/NORTE ..... 158

TABELA 34 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (%)/NORTE ..... 159

TABELA 35 – PORCENTAGENS DE CONTRIBUIÇÃO AOS VALORES OBJETIVOS DO NORTE/05 ..... 165

TABELA 36 – EFICIÊNCIAS/NORDESTE..... 172

TABELA 37 – METAS DE DESEMPENHO E POTENCIAL DE MELHORIA/ NORDESTE..... 173

TABELA 38 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (%)/ NORDESTE ..... 174

TABELA 39 - PORCENTAGENS DE CONTRIBUIÇÃO AOS VALORES OBJETIVOS DO NORDESTE/80 175

TABELA 40 - PORCENTAGENS DE CONTRIBUIÇÃO AOS VALORES OBJETIVOS DO NORDESTE/85 177

TABELA 41 – EFICIÊNCIAS/CENTRO-OESTE ..... 185

TABELA 42 – METAS DE DESEMPENHO E POTENCIAL DE MELHORIA/ CENTRO-OESTE..... 185

TABELA 43 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (%)/ CENTRO-OESTE..... 186

TABELA 44 – PORCENTAGENS DE CONTRIBUIÇÃO AOS VALORES OBJETIVOS DO CENTRO-OESTE/95..... 189

TABELA 45 – EFICIÊNCIAS/SUDESTE ..... 197

TABELA 46 – METAS DE DESEMPENHO E POTENCIAL DE MELHORIA/ SUDESTE ..... 197

TABELA 47 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (%)/ SUDESTE ..... 199

TABELA 48 – EFICIÊNCIAS/SUL ..... 207

TABELA 49 – METAS DE DESEMPENHO E POTENCIAL DE MELHORIA/ SUL ..... 208

TABELA 50 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (%)/ SUL ..... 209

TABELA 51 – PORCENTAGENS DE CONTRIBUIÇÃO AOS VALORES OBJETIVOS DO SUL/05..... 211

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – ANÁLISE DEA PARA UM CONJUNTO DE EMPRESAS ..... 78

FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE TRANSPORTES (POR REGIÕES) ..... 110

FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE COMUNICAÇÕES ..... 113

FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DA CAPACIDADE DE ENERGIA ..... 126

FIGURA 5 – EVOLUÇÃO DAS INFRAESTRUTURAS ..... 128

FIGURA 6 – EVOLUÇÃO DO PIB ..... 131

FIGURA 7 – EVOLUÇÃO DO EMPREGO ..... 134

FIGURA 8 – EVOLUÇÃO DO CAPITAL PRIVADO ..... 137

FIGURA 9 – EFICIÊNCIA TÉCNICA SOB RETORNOS CONSTANTES À ESCALA ..... 149

FIGURA 10 – ALTERAÇÃO DO VALOR DA VARIÁVEL TRANSPORTE NO NORTE/80 ..... 161

FIGURA 11 – CONTRIBUIÇÃO DAS VARIÁVEIS (SIMULAÇÃO) ..... 161

FIGURA 12 – CONTRIBUIÇÃO DO CONJUNTO DE REFERÊNCIA AOS VALORES OBJETIVOS DO NORTE/05 ..... 166

FIGURA 13 – SUDESTE/00 X SUDESTE/05 ..... 201

FIGURA 14 – CONTRIBUIÇÃO DO CONJUNTO DE REFERÊNCIA AOS VALORES OBJETIVOS DO SUL/05 ..... 212

## SUMÁRIO

**INTRODUÇÃO** ..... **16**

A. Delimitação do tema ..... 21
B. Objetivos ..... 22
C. Estrutura proposta para o trabalho ..... 24

**CAPÍTULO 1: CAPITAL PÚBLICO E INFRAESTRUTURA** ..... **26**

1.1 Classificação ..... 27
1.2 Características ..... 30
1.3 Capital público e crescimento econômico ..... 32
1.4 Infraestrutura e o desenvolvimento regional ..... 37
1.4.1 Trabalhos desenvolvidos no exterior ..... 41
1.4.2 Trabalhos desenvolvidos no Brasil ..... 48
1.5 Infraestrutura e desigualdade ..... 50
1.6 Métodos para mensuração e avaliação do estoque de infraestrutura ..... 55
1.6.1 Avaliação por Unidades Físicas ..... 56
1.6.2 Avaliação por Unidade Monetária ..... 57

**CAPÍTULO 2 – ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS** ..... **59**

2.1 Conceito de Eficiência ..... 60
2.2 Histórico e características da DEA ..... 65
2.3 Etapas de aplicação dos modelos DEA ..... 67
2.3.1 Seleção das unidades ..... 68
2.3.2 Seleção das variáveis ..... 69
2.3.3 Identificação da orientação do modelo e retornos de escala ..... 73
2.3.4 Identificação e aplicação do modelo ..... 74
2.4 Modelo CCR ..... 75
2.5 Modelo BCC ..... 79

**CAPÍTULO 3: MÉTODO DE PESQUISA** ..... **82**

3.1 Delimitação Temporal da Pesquisa ..... 82
3.2 Delimitação Espacial da Pesquisa ..... 82
3.3 Passos de Procedimento ..... 83
3.3.1. Definição das unidades analisadas ..... 84
3.3.2 Seleção das variáveis utilizadas ..... 85
3.3.3 Técnica para validação das variáveis ..... 87
3.3.4 Aplicação da Análise por Envoltória de Dados (DEA) ..... 91
3.3.4.1 Definição da orientação ..... 92
3.3.4.2 Definição do modelo ..... 92

**CAPÍTULO 4: APRESENTAÇÃO DOS DADOS ..... 93**

4.1 Dados de infraestruturas ..... 93
4.1.1Transportes ..... 96
4.1.2 Comunicações ..... 110
4.1.3 Energia ..... 113
4.1.4 Indicador de infraestrutura ..... 126
4.2 Dados econômicos ..... 128
4.2.1 Produto Interno Bruto ..... 129
4.2.2 Emprego ..... 131
4.2.3 Capital Privado ..... 134

**CAPÍTULO 5: DETERMINANTES DO PRODUTO INTERNO BRUTO: REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA ..... 138**

**CAPÍTULO 6: INFRAESTRUTURAS PRODUTIVAS E O IMPACTO NO PRODUTO INTERNO BRUTO ..... 147**

6.1 Classificação de Eficiência ..... 147
6.2.1 Região Norte ..... 154
6.2.2 Região Nordeste ..... 167
6.2.3 Região Centro-Oeste ..... 180
6.2.4 Região Sudeste ..... 191
6.2.5 Região Sul ..... 203

**CONCLUSÃO ..... 214**

**REFERÊNCIAS ..... 220**

# Introdução

O atual contexto de mercados abertos exige e, ao mesmo tempo, proporciona muitas mudanças para o mundo empresarial. No Brasil, desde o início dos anos noventa, isso vem sendo observado. Essas mudanças dizem respeito, principalmente, ao modo com que as empresas brasileiras operam e às transformações necessárias para poder enfrentar a concorrência e a nova demanda por qualidade.

As empresas necessitam investir em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D), diversificar a produção, buscar maior qualidade e reduzir custos, de forma a garantir a manutenção e permanência no mercado. A busca por profissionais mais qualificados também pode ser considerado importante requisito para tornar as empresas mais bem preparadas. E, para as empresas que não se adequarem a essa nova situação e não conseguirem enfrentar a concorrência, a interrupção nas atividades acaba sendo uma solução recorrente.

Também relevante é a postura do Estado diante do cenário globalizado. A abertura dos mercados exigiu e exige uma nova postura do Estado, seja como mero regulador ou como intervencionista, quando o caso exigir.

Coriat (1994) já considerava que, dado esse contexto, era necessário acrescentar novas atribuições ao setor público, no que se refere aos setores produtivos, que podem ser expressas em três direções: acompanhar, impulsionar e antecipar.

Com o objetivo de acompanhar, o Estado pode proporcionar a estabilidade de regras fiscais e a regularização dos gastos públicos no decorrer dos anos, pois essas medidas estabilizam as antecipações de demandas, gerando condições favoráveis para a iniciativa das empresas. Dessa forma, o papel do Estado é o de garantir que algumas condições necessárias ao desenvolvimento e à manutenção de empresas sejam asseguradas (CORIAT, 1994). Nesse sentido, compreende-se a importância do Estado ao investir em infraestruturas, uma vez que este importante setor pode ser considerado base para que novos investimentos privados sejam realizados.

A segunda direção é impulsionar. Essa idéia consiste em que, quando a iniciativa das empresas for demasiadamente débil para auto-orientar-se, a função do poder público é de impulsor. Isso corresponde a colaborar para que sejam seguidas certas orientações ou para que seja favorecido o desenvolvimento de boas iniciativas. Essa função somente terá sentido se estiver na direção de dar continuidade à iniciativa das empresas que já tenham começado a tomar um certo caminho e que tenham necessidade de ajuda (CORIAT, 1994). Um importante exemplo de boa iniciativa, por parte do Estado, pode ser representado pelo esforço em concretizar o projeto de Parceria Público-Privada (PPP), já que este representa a aliança entre Estado e iniciativa privada para a realização de investimentos em infraestrutura.

E, por fim, a ação de antecipar faz referência ao processo de antever as possibilidades para o futuro, de modo a construir estratégias de longo prazo, capazes de garantir o mínimo de segurança econômica. Isso pode ser feito de duas formas: quando o mercado não existe torna-se necessário preparar, com antecipação, as possibilidades futuras; ou quando o mercado já

existe torna-se necessário um comportamento de vigilância para prevenir o que se chamam "irreversibilidades" (CORIAT, 1994).

É importante compreender a relação existente entre desenvolvimento sócio-econômico e a atuação do Estado. O Estado pode atuar de duas formas sobre essa questão, diretamente e indiretamente. Diretamente isso pode ser compreendido a partir dos investimentos que realiza, principalmente, em áreas como infraestrutura. Na literatura internacional, o termo "capital público" é normalmente confundido com "capital em infraestrutura", já que grande parte dos recursos públicos é destinada a investimentos em infraestrutura.

Indiretamente o governo pode atuar sobre o desenvolvimento por meio de ações que incentivem investimentos privados na indústria e economia. As Parcerias Público-Privadas (PPPs) representam um importante exemplo, principalmente para a área de infraestrutura.

No entanto, um obstáculo permeia esta questão: a escassez de recursos públicos. O orçamento brasileiro é bastante restrito no que diz respeito ao dispêndio destinado a investimentos. Devido ao alto nível de endividamento do país, parte relevante do orçamento fica comprometida com o pagamento de juros de dívidas (externa e interna), contraídas no passado. Como conseqüência, o total de recursos públicos destinados a investimentos, sejam eles diretos ou indiretos tem sido restrito, o que faz com que, nos últimos anos, seja baixa a participação do Estado (federal, estadual e municipal) no que diz respeito à aplicação dos recursos públicos para este fim.

Cabe ressaltar, ainda, que independentemente de escassez de recursos, o contexto de mercados abertos exige investimentos, de forma a tornar o país mais competitivo. No cerne da globalização encontra-se, em última análise, a busca da eficiência técnica e econômica. Não apenas do ponto de vista de uma empresa ou de um setor, mas da economia como um todo em relação ao resto do mundo. Competitividade econômica está intimamente relacionada à alocação eficiente de recursos.

A questão da alocação eficiente de recursos não está limitada apenas aos recursos disponibilizados pelas empresas, para realizarem investimentos, seja para diversificar ou expandir sua produção. Diz respeito, também, à otimização dos recursos públicos, que são escassos e, por isso mesmo, devem contar com uma racionalidade no seu direcionamento.

Há áreas específicas em que, devido a características particulares, o Estado representa o único e principal ator no que diz respeito à realização de investimentos, como é o caso das infraestruturas. Os bens e serviços produzidos por estas áreas têm como características a não-exclusividade e a não rivalidade. A não-exclusividade diz respeito ao fato de não se aplicar o direito de propriedade a esses bens. Este não é o tipo de serviço exclusivo de determinadas pessoas ou grupos, pois mesmo que o benefício seja universalizado, parte da população poderia não estar disposta a pagar por ele, embora usufruísse o seu benefício. A não rivalidade significa que o acesso de mais pessoas no consumo dos bens e serviços não implicaria um acréscimo de seus custos.

Por exemplo, no caso da construção de uma estrada pelo Estado. Para este serviço não haveria a possibilidade de serem estabelecidos preços de mercado, pois todos os indivíduos serão beneficiados igualmente com sua oferta, independentemente da disponibilidade de renda, não se excluindo aqueles indivíduos que não puderem pagar para tê-lo. Assim como, se houver crescimento da população de um país, não significa que necessariamente teria de haver um aumento nos gastos com a estrada. O caso da defesa nacional também pode ser utilizado como exemplo.

È importante, ainda, mencionar que as infraestruturas representam um setor importante com grande responsabilidade na impulsão de outros investimentos. Existe a noção de complementaridade dos investimentos em infraestrutura: locais que possuem melhores condições de infraestrutura atraem mais investimentos privados. Dessa forma, a ação do Estado é complementar à ação das empresas.

A redução da produção e da competitividade das empresas pode ter inúmeras razões, mas, neste trabalho, será adotada a hipótese de que uma das causas relevantes pode ser a diminuição dos recursos públicos destinados à área de infraestrutura. Numerosas pesquisas econômicas, tais como as de Aschauer (1989a), Mera (1973), Costa (1987), Munnell (1990) entre outras, têm sido dedicadas ao estudo das causas desse decréscimo e ineficiência produtiva e, em muitos dos trabalhos, se assinala a redução experimentada pelos investimentos públicos em infraestrutura como uma das principais razões.

A literatura tem ressaltado que, por um lado, o capital público pode aumentar a produção da economia ao gerar Empregos e elevar a demanda em outros setores produtivos pela simples produção da infraestrutura e, por outro lado, propõe que equipamentos públicos adequados podem estimular a eficiência do sistema produtivo, a médio e longo prazo.

Estabelecida a relação entre capital público em infraestrutura e desenvolvimento econômico e social, fica destacada a relevância da otimização dos dispêndios públicos para esta finalidade. Parece haver uma relação direta entre otimização dos recursos públicos, desenvolvimento econômico e social e a inserção brasileira no cenário mundial.

O investimento público, como o investimento privado, possui uma finalidade, um objetivo a ser atingido. A idéia de otimização de investimentos públicos passa pela questão da verificação se o mesmo alcança o objetivo a que se propõe. Por exemplo, a construção de um viaduto pode ser o objetivo de um investimento público. Ao atingir essa finalidade, o objetivo do investimento foi cumprido e, consequentemente, estará contribuindo para o desenvolvimento econômico e social do país. A diferença básica para o investimento privado é que o público pode gerar externalidades positivas ou negativas, mas sem obrigatoriedades.

Como é possível perceber, o processo de globalização representa um grande desafio. Para buscar uma posição competitiva na economia mundial é necessário, entre outras coisas, buscar a otimização dos investimentos públicos, de maneira a contribuir, diretamente, para o

progresso econômico e social do país. Nos países mais desenvolvidos, essa noção está mais difundida, o que é facilitado pela oferta maior de recursos.

Para países como o Brasil é conveniente tratar melhor a questão de dispêndio de recursos públicos, contribuindo para o incremento da produtividade e competitividade de suas empresas a partir de uma economia aberta.

## A. Delimitação do tema

Considerando a grande gama de aspectos envolvidos na questão da intervenção do Estado, com objetivos de contribuir para o desenvolvimento sócio-econômico de determinada região, é necessário definir o delineamento da discussão a que se propõe este trabalho.

Inicialmente cabe ressaltar que a preocupação deste trabalho está vinculada à forma com que os investimentos públicos atuam sobre o Produto Interno Bruto, limitando o escopo do termo "investimento público" ao investimento em infraestruturas. Desta forma, a idéia que permeou o desenvolvimento dessa pesquisa como um todo, é a compreensão do impacto do capital público em infraestrutura na formação do Produto das regiões brasileiras.

Algumas outras especificidades devem ser consideradas para a realização deste trabalho. A terminologia infraestrutura cobre uma grande gama de serviços, entre eles, cuidados hospitalares e educacionais, lazer, instituições culturais, transportes, telecomunicações, saneamento básico e energia elétrica. No entanto, as variáveis de infraestrutura consideradas neste trabalho incluem os equipamentos de Transportes (rodovias, ferrovias, hidrovias, portos e aeroportos), Energia elétrica e Comunicação, ou seja, os relacionados, diretamente, à atividade produtiva.

Deve estar claro, também, que o termo "atividade produtiva" refere-se, não somente à produção de bens físicos, mas, também, à produção de serviços, de forma a contemplar as atividades que agreguem valor no Produto Interno Bruto.

**B. Objetivos**

O objetivo geral do presente trabalho **é propor e validar um modelo que avalie a importância das infraestruturas produtivas para a composição do PIB das regiões brasileiras e, a partir da Análise por Envoltória de Dados, identificar parâmetros que norteiem decisões sobre investimentos em infraestrutura para as regiões brasileiras.**

A investigação foi realizada para o total de regiões brasileiras, no período de 1980 a 2005. Os resultados encontrados permitem respaldar o papel produtivo das infraestruturas e sua influência na eficiência das unidades analisadas. Além disso, permitiu a identificação da importância da composição deste estoque, apontando seu impacto nas atividades produtivas.

Os objetivos complementares deste trabalho estão relacionados com a análise dos seguintes aspectos:

- a importância das infraestruturas produtivas para o desenvolvimento regional (análise qualitativa);
- a influência do contexto socioeconômico de cada região para a compreensão dos respectivos níveis de infraestruturas produtivas (análise qualitativa);
- as infraestruturas produtivas e graus de influência (análise quantitativa);
- as utilidades das diferentes categorias de infraestrutura produtiva em todas as regiões (análise quantitativa);
- a contribuição de cada uma das categorias de infraestrutura (desagregadas) para a composição do PIB regional.

Presume-se importância para o capital público no sistema produtivo das regiões. Inúmeros países vêm desenvolvendo pesquisas que buscam identificar e quantificar essa relação. Estudos realizados nos Estados Unidos não apenas elevaram a atenção de cientistas, mas também resultaram em efeitos sobre a política econômica, proporcionando um acréscimo nos gastos públicos, de forma a aumentar a produção daquele país, durante o mandato do Presidente Clinton (GRAMLICH, 1994).

A ausência de estudos dessa natureza no Brasil e a relevante contribuição dos mesmos para os países em que foram e são realizados são alguns dos fatores que revelam a importância desta pesquisa.

A identificação de componentes para a infraestrutura, nas regiões brasileiras, constitui-se num importante instrumento, inicialmente, para que comparações possam ser realizadas, de forma a identificar as disparidades existentes entre regiões. Essa mensuração é relevante, pois também se mostra como oportunidade para o conhecimento das principais carências e demandas dos respectivos locais. Da mesma forma, a estimação de uma fronteira de produção eficiente (quantidade ideal de infraestrutura) é de suma relevância, pois permite a identificação das variáveis do capital público que proporcionam maiores externalidades, assim como indica as que menos contribuem.

Ao mensurar a eficiência produtiva das regiões, a partir, principalmente, da variável capital público, é possível criar instrumentos de desenvolvimento e valoração dos recursos produtivos, que permitirão o alcance, não apenas, de benefícios pontuais, mas poderão contribuir para a definição de prioridades, no âmbito do planejamento dos investimentos público.

A utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na determinação da eficiência das regiões brasileiras apresenta-se como relevante por ser uma técnica que considera, ao desenvolver análises, o fator ineficiência nas medidas de desempenho dos *inputs*. A utilização

deste instrumento permite desenvolver análises a partir de dados praticados e obter resultados mais próximos da realidade.

## C. Estrutura proposta para o trabalho

O Capítulo 1 apresenta uma classificação dos conceitos, características e identifica as principais variáveis de infraestrutura, ressaltando sua relevância para o desenvolvimento econômico e social do local onde estão inseridas, assim como menciona estudos já desenvolvidos que tratam desta questão, de acordo com a bibliografia disponível sobre este assunto.

O segundo capítulo trata de uma revisão bibliográfica sobre a técnica utilizada neste trabalho para efetuar a análise das infraestruturas brasileiras: a Análise por Envoltória de Dados (DEA). Foram abordados os principais modelos DEA, a importância da técnica, assim como as etapas de aplicação da mesma.

O Capítulo 3 apresenta o método de trabalho adotado, que envolve a delimitação espacial e temporal da pesquisa, a definição das unidades analisadas, o processo de seleção das variáveis e a forma de coleta de dados. Foi, também, apresentada neste capítulo a especificação do modelo para calcular a fronteira de produção das regiões brasileiras.

O quarto capítulo é compreendido, especificamente, como a parte referente à apresentação dos dados coletados de todas as varáveis de interesse nessa pesquisa, assim como a manipulação do mesmo e as principais fontes de coleta.

O Capítulo 5 trata da aplicação da regressão linear múltipla de forma a validar o modelo e variáveis selecionadas. Este capítulo está relacionado a análises econometricas dos dados coletados.

O Capítulo 6 compreende a aplicação da Análise por Envoltória de Dados, assim como os resultados obtidos e análises dos mesmos. E, por fim, o sétimo é referente à conclusão do trabalho.

# CAPÍTULO 1: CAPITAL PÚBLICO E INFRAESTRUTURA

Ao longo da história econômica, a função e a evolução do capital privado têm sido analisadas em muitos estudos (KENDRIK, 1961; MADDISON, 1982). Enquanto o capital público teve seu papel relegado a um segundo plano, possivelmente pelas dificuldades exigidas em suas análises. Em todo o caso, as razões para este esquecimento não estão justificadas, já que cabe supor que o capital público desempenha um papel essencial na economia, ao gerar efeitos externos de grande dimensão espacial, com benefícios tanto do ponto de vista econômico como social. Entretanto, a literatura reafirma a grande importância da infraestrutura para o desenvolvimento econômico (MASCARÓ, 2005).

As diversas terminologias que se utilizam para definir o conceito de capital público representam uma primeira dificuldade. Além de que, este conceito é conhecido em sua forma mais popular e disseminado como infraestrutura. Ainda que alguns autores estabeleçam distinções entre as terminologias, considerando "infraestrutura" como um conceito mais geral que "capital público", neste trabalho, assim como em outros estudos, ambos são utilizados indistintamente (BIEHL, 1986).

Outra terminologia utilizada é "capital social fixo". Estas expressões são utilizadas nas teorias de numerosos autores, onde se destacam Hirschman (1981), Nurske (1952), Rosenstein-Rodan (1975).

Dessa maneira, resulta difícil conseguir uma definição precisa deste conceito. Uma das mais representativas e claras é a que o descreve como "a parte do capital global de uma economia que possui caráter público" (RODRÍGUEZ, 1998, p.18). O capital público, como o privado, oferece uma variedade de serviços, ainda que com um ciclo de vida maior e uma maior capacidade. Seu caráter público deriva de que não é administrado, ao menos não de maneira eficaz, pelos mecanismos de mercado.

Devido ao fato de pertencer ao Setor Público, os encargos de administrar as dotações de infraestrutura são tanto do Governo e entidades governamentais, como empresas e organizações que sejam diferenciadas em um ou mais aspectos do que seria um mercado privado e uma organização empresarial típica. Em outros casos, podem ser administradas por empresas privadas, sempre que atuem de forma atenta a uma ordem pública em seus mercados e apresentem diferenciais em matéria de fiscalização e de subvenções.

## 1.1 Classificação

A delimitação minuciosa das dotações que estão incluídas dentro de capital público também apresenta dificuldades. Existem muitos critérios inclusos nas estatísticas oficiais.

Parte da confusão na hora de determinar este conceito procede de suas próprias características: dado seu caráter de capital, existem muitas dotações públicas que tenham seu equivalente no setor privado, enquanto seu caráter público o classifique como bens públicos puros. Por isso, as classificações de capital público que existem na literatura variam segundo os autores, dependendo de que partam de um critério de delimitação mais amplo ou mais restrito.

Entre as classificações realizadas com critério mais amplo estão as de autores como Jochimsen (1966), que em seu estudo inclui quase todos os tipos de serviços públicos, como

infraestrutura institucional, e Mera (1967), que em sua análise considera como capital público, além dos investimentos do setor público, a parte do estoque de capital acumulado pelo setor privado que possui implicações sociais.

Segundo um critério amplo, uma classificação exaustiva e exposta em numerosos trabalhos, que reconhece a totalidade dos equipamentos públicos, seria a seguinte (RODRÍGUEZ, 1998):

a) Infraestruturas institucionais: compreendem os serviços próprios do exercício da soberania e funções de justiça; entram aqui defesa, justiça, seguridade, cidadania e administração em geral.

b) Infraestruturas produtivas: se orientam principalmente para as empresas, condicionando a capacidade e funcionamento do sistema produtivo em seu conjunto. Trata-se, entre outras, das dotações de transportes, comunicações, energéticas e de recursos hidráulicos.

c) Infraestruturas sociais: têm por objetivo fundamental a formação do capital humano, assim como a manutenção do bem-estar e da proteção social; é o caso da educação, saúde, assistência social, cultura e esporte.

Outras delimitações deste conceito têm sido realizadas atendendo a critérios mais rigorosos, restringindo-o a recursos que participam mais ativamente no desenvolvimento das atividades econômicas. Portanto, a partir do que já foi exposto, se excluem, além das dotações privadas, as instalações necessárias para prover os serviços públicos fundamentais que asseguram o exercício da política geral de soberania e funções de justiça (infraestrutura institucional), já que, mesmo sendo caracterizados como bens públicos, não são capital no sentido de *inputs* diretamente produtivos.

Nas análises sobre a contribuição das infraestruturas para o desenvolvimento regional, esses critérios restritivos estão sendo seguidos. É necessário ressaltar, a partir desta perspectiva, a exposição detalhada realizada por Biehl (1986) no relatório elaborado para a Comunidade Européia, em que agrupa as infraestruturas em doze categorias precisas: transportes, comunicação, energia-elétrica, abastecimento de água, meio-ambiente, saúde, educação, infraestrutura urbana especial, centros assistenciais, centros esportivos e turísticos, centros culturais e dotações naturais.

Entre as classificações de alcance mais geral cabe destacar a realizada por Hansen (1965a), utilizadas em uma série de trabalhos. Este autor diferencia duas grandes categorias: o capital econômico e o capital social.

O capital econômico agrupa, fundamentalmente, as infraestruturas produtivas orientadas para o suporte das atividades de produção, tais como: rodovias, aeroportos, Energia-elétrica, abastecimento de água, etc.

O capital social está geralmente voltado à satisfação de demandas não econômicas, estimulando a formação do capital humano, tais como: escolas, parques, etc.

Em outros muitos trabalhos sobre o capital público aparecem diferentes terminologias para compilar estes conceitos. Este é o caso de Jones (1979), que fez a primeira distinção entre capital social e capital humano, e de Mankiw; Romer e Weil (1992), que diferenciam capital físico e capital humano.

Muitas pesquisas têm sido centradas na análise do capital econômico, o que Aschauer (1989c) denomina de *Core Infrastructure*, pois seu caráter estratégico condiciona diretamente o potencial produtivo e a competitividade, além de ser o grupo mais concreto e de maior acessibilidade, uma vez que agrupa os ativos tangíveis duradouros e multiplicadores. O relatório de 1994, realizado pelo Banco Mundial, que se dedica às infraestruturas, engloba dentro de infraestrutura econômica as seguintes categorias (WORLD BANK, 1994):

- *Inputs* gerais de caráter público: dentro deste conceito estão incluídas as dotações de energia-elétrica, telecomunicações, gás, etc.

- Obras públicas: rodovias, ferrovias, represas, etc.

- Outros setores de transportes: transporte urbano e interurbano, portos, aeroportos, etc.

A literatura faz, ainda, outra definição no que se refere à diferenciação de áreas de infraestrutura: uma divisão entre infraestrutura doméstica e infraestrutura relacionada aos negócios. Infraestrutura doméstica cobre cuidados hospitalar e educacional, lazer e instituições culturais. As demais áreas, como a de Transportes podem ser classificadas como infraestrutura relacionada aos negócios. Não apenas Transporte pertence a esta categoria, também Energia, provisão e tratamento de água e telecomunicações (FREY, 1978).

## 1.2 Características

É necessário assinalar, todavia, que todas essas categorias de infraestrutura possuem características econômicas comuns. Em primeiro lugar, são bens públicos impuros e mistos, já que as características de não-rivalidade e impossibilidade de exclusão dos bens públicos (MUSGRAVE, 1984; RIANI, 1997) se apresentam atenuadas em diferentes medidas pela aparição de fenômenos de congestionamento (por exemplo, as rodovias) e pela imposição de barreiras excludentes em certas dotações, ao impor preços para sua utilização (por exemplo, entrada a um museu).

Todavia, enquanto caracterizados como recursos públicos, possuem em maior ou menor grau as seguintes características:

- São polivalentes, com capacidade para satisfazer necessidades presentes e futuras e participar de um grande número de processos produtivos e de consumo. Podem ser empregados como bens intermediários e bens finais.
- São indivisíveis, pois podem ser utilizados em diferentes intensidades e medidas, ainda que para criar a capacidade necessária se requeira um investimento elevado.
- Apresentam alto grau de imobilidade, pois os custos de acesso são maiores quanto maior a distância entre a localização do serviço e o usuário, parte dai sua grande importância para o desenvolvimento regional.
- São insubstituíveis, já que é muito difícil e custoso cobrir sua ausência mediante outros fatores de produção.

Além disso, as infraestruturas geram efeitos externos positivos (*spillovers*) devido a três razões:

- Alguns componentes da infraestrutura pública não são excludentes (por exemplo, as rodovias): os usuários podem compartilhar estas facilidades até certo ponto sem diminuir os benefícios recebidos por outros usuários.
- Determinados tipos de infraestrutura (por exemplo, filtros e depuradores de água) reduzem as externalidades negativas geradas pelo setor privado.
- Muitos projetos de infraestrutura (por exemplo, redes de comunicações, Energia, rodovias etc.) possuem economias de escala, já que o elevado custo desses investimentos pode ser dividido entre muitos usuários, e como conseqüência, o custo unitário de produção decresce continuamente, à medida que mais usuários têm acesso a estas.

Estes efeitos externos têm uma incidência muito importante, tanto sobre a atividade econômica, como sobre o bem-estar social; beneficiam tanto os agentes econômicos que utilizam a infraestrutura em processos produtivos, como a indivíduos que a empregam como bens finais. No caso destes últimos, a infraestrutura aumenta sua qualidade de vida.

Muito mais complexas e diversas são as relações entre o acúmulo de infraestrutura pública e a atividade econômica; podem ser observados efeitos a curto prazo, conjunturais e efeitos a longo prazo, que possuem caráter quase permanente e são os que incidem em maior medida sobre o crescimento. Até pouco tempo atrás, os estudos faziam referência, preferencialmente, aos primeiros (efeitos a curto prazo), mas atualmente, têm-se começado a valorar os segundos (efeitos conjunturais e a longo prazo).

Os efeitos a curto prazo se relacionam com a demanda agregada, e são de ordem macro-econômica e setorial. O gasto público em infraestrutura tem um efeito multiplicador sobre a economia em seu conjunto, dada a capacidade de geração de Emprego e a criação de demanda por outros serviços e setores produtivos, já que também produz efeito desfavorável sobre o saldo exterior, o déficit público, os preços e os tipos de interesses nominais.

Todavia, mais importantes e destacáveis são os efeitos a longo prazo, relacionados com a oferta agregada, que se estabelecem através dos mecanismos próprios do setor privado da economia. Entre eles, sobressaem os benefícios sobre a competitividade e sobre o desenvolvimento regional.

### 1.3 Capital público e crescimento econômico

O assunto gastos públicos é bastante relevante e, por vezes, polêmico. A questão sobre a melhor forma de alocá-los e seus impactos no crescimento econômico vem ganhando novas dimensões. A melhor utilização dos recursos é uma expectativa da população, já que há

limites para a expansão das receitas e, consequentemente, dos gastos públicos. Outra observação importante ocorre nos países em processo de estabilização econômica, nos quais o ajuste fiscal é peça fundamental da política macroeconômica, reforçando a necessidade de aumento da produtividade dos gastos públicos.

Em seu trabalho, Wagner (1890) foi o primeiro economista a postular uma relação entre gastos públicos e crescimento econômico. A hipótese do autor defendia que o crescimento do desenvolvimento econômico exige a participação cada vez maior do governo na oferta de bens públicos. Sua hipótese fundamenta-se em quatro idéias:

1. Os bens públicos, em grande, parte são superiores (parques, equipamentos escolares e hospitalares, auto-estradas, etc). Com o aumento da renda, haveria maior demanda por esses bens;
2. Mudanças demográficas, com redução de taxa de mortalidade, exigem dos países maiores gastos com a população idosa;
3. Países com população jovem e com alta taxa de natalidade necessitam de maiores dispêndios em educação (formação do capital humano) e;
4. Os programas de redistribuição de renda, seguridade social e seguro-desemprego são responsáveis pelo aumento da importância das transferências nos orçamentos públicos.

Independente do montante, cabe ressaltar a relevância do capital público para o desenvolvimento econômico regional, hora atuando como principal agente do desenvolvimento, hora atuando de forma complementar ao capital privado.

Em finanças públicas ressalta-se a importância de se analisar não apenas a quantidade, mas também a eficiência dos gastos públicos. A intervenção do governo na economia é

justificada nos setores em que o mercado falha em prover quantidade de bens/serviços fundamentais ao crescimento econômico e ao bem estar da sociedade.

Segundo Riani (1997), existem algumas características que explicam porque alguns investimentos são mais apropriados ao setor público. Para o caso de investimentos em infraestruturas, ao que couber, tais características são observadas. Inicialmente deve se considerar que grande parte das infraestruturas pode ser classificada como bens indivisíveis, para os quais não se pode estabelecer preços via sistema de mercado. Tais bens têm como características a não-exclusividade e a não rivalidade.

A não-exclusividade diz respeito ao fato de não se aplicar o direito de propriedade a esses bens. Este não é o tipo de serviço exclusivo de determinadas pessoas ou grupos, pois mesmo que o benefício seja universalizado, parte da população poderia não estar disposta a pagar por ele, embora usufruísse o seu benefício. A não rivalidade significa que o acesso de mais pessoas no consumo dos bens e serviços não implicaria um acréscimo de seus custos.

Por exemplo, para o caso da construção de uma estrada pelo Estado, não haveria a possibilidade de serem estabelecidos preços de mercado, pois todos os indivíduos serão beneficiados igualmente com sua oferta, independentemente da sua disponibilidade de renda, não se excluindo aqueles indivíduos que não puderem pagar para tê-lo. Assim como, se houver crescimento da população de um país, não significa que necessariamente teria de haver um aumento nos gastos com a estrada. O caso da defesa nacional também pode ser utilizado como exemplo.

Portanto, infraestrutura é parte do capital global das economias regionais e nacionais e, devido a seu caráter público, normalmente não é administrada pelo mercado, e sim politicamente, representando um instrumento direto da política pública, principalmente quando favorece, com sua administração, o ataque a disparidades regionais de desenvolvimento (WORLD BANK, 1994).

Além disso, a teoria de finanças públicas prevê alguns casos clássicos de intervenção governamental. Um trabalho recente, de Pego Filho; Cândido Júnior e Pereira (1999), apresenta, de maneira atualizada para a situação brasileira, os principais casos em que a intervenção do governo é justificada:

1. Nos setores em que a discriminação de preços e a cobrança de tarifas são difíceis, devido à incapacidade de exclusão do consumo;
2. Nos monopólios naturais, nas quais, em geral, o Estado é o candidato mais indicado a assumir;
3. Nos oligopólios que tenham necessidade de uma escala de produção em grandes proporções que viabilize o negócio;
4. No caso de externalidades positivas, nas quais, em geral, a iniciativa privada, a partir de uma perspectiva macroeconômica, não gera produção suficiente; e
5. Nos setores em que há riscos e incertezas na provisão de bens que tenham grande relevância no processo de desenvolvimento econômico. Nessa situação, cabe ao governo identificar esses setores e atuar diretamente ou incentivar a provisão desses bens e/ou serviços.

Segundo Riani (1990), no primeiro caso a intervenção é justificada pela indivisibilidade do produto que não permite determinar o direito de propriedade, ou seja, tratam-se de bens públicos puros. O consumo é necessariamente coletivo e, no sistema de mercado (em razão das preferências dos consumidores), identificam-se agentes que não estariam dispostos a pagar por esses bens ou não teriam condições de arcar com tais despesas. Os bens são importantes e a alternativa viável seria a provisão por parte do Estado. São os casos de defesa nacional, de segurança pública, da organização do trânsito. Esses serviços têm

a característica de não-exclusividade. Além disso, os bens indivisíveis possuem a propriedade da não-rivalidade.

Pego Filho, Cândido Júnior e Pereira (1999) explicam, ainda, os outros tipos de intervenção. Para os autores, nas situações de monopólio e oligopólio, a teoria econômica prevê imperfeição de mercado (em relação aos mercados mais competitivos), decorrentes, sobretudo, de descontinuidades tecnológicas que exigem elevada escala de produção, o que viabiliza a redução dos custos de produção. Assim, o monopólio e/ou oligopólio privados produzem quantidades abaixo daquela socialmente ótima, com preço acima do custo marginal. O governo deveria intervir no aumento da produção e alçá-la a níveis desejáveis, por meio da produção direta ou da adoção de subsídios e outros tipos de incentivos que pudessem viabilizar esse acréscimo. É natural que esses bens precisem ter um caráter meritório ou ser de interesse social, como educação, saúde ou outros serviços de utilidade pública.

Ainda segundo os autores, o terceiro tipo clássico de intervenção governamental refere-se aos casos que dizem respeito às externalidades, nas quais a produção/consumo de determinados bens causam efeitos sobre a produção/consumo de outros bens. Tais efeitos podem ser internos ou externos à própria firma ou agentes econômicos. Os efeitos externos são considerados de maior importância e o governo pode incentivar a produção dos bens que causam externalidades positivas.

Finalmente, o quarto caso discute a possibilidade da existência de riscos e incertezas quanto à viabilidade econômica da produção de certos bens e/ou serviços. Os retornos esperados de alguns investimentos podem depender de determinada meta de crescimento econômico que, do ponto de vista privado, embute elevado risco ou incerteza. Em outras situações, o volume de recursos necessários é elevado e exige fluxo regular de financiamento, viabilizado somente por fontes especiais, pois o crédito de longo prazo muitas vezes não é

protegido de oscilações conjunturais da política monetária que podem elevar em demasia as taxas de juros (PEGO FILHO, CÂNDIDO JÚNIOR e PEREIRA, 1999).

O setor de infraestrutura enquadra-se bem nessas situações. São bens e serviços que podem exigir alta escala de produção (como o energético), com difícil exclusão de consumo (ruas, avenidas e rodovias), o que potencializa retornos constantes ou mesmo crescentes de escala.

### 1.4 Infraestrutura e o desenvolvimento regional

Nas principais teorias de economia regional, diversos e diferentes motivos afetam o desenvolvimento regional. A infraestrutura é um elemento que pode ter participação direta, indireta ou de forma disfarçada nas diversas teorias de desenvolvimento regional. Myrdal (1957) 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, ou seja, melhorias em infraestruturas contribuem para o processo de alavancagem no desenvolvimento e expansão econômica de determinada região.

North (1990) defende que o estágio final de desenvolvimento é alcançado quando a região possui recursos energéticos bem desenvolvidos e aos custos de Transporte são atribuídos papel fundamental para o avanço desse estágio. Para o autor, tais recursos incentivam as atividades terciárias e a produção voltada também para exportação.

Perroux (1977) trabalha com uma abordagem teórica que analisa as desigualdades de crescimento e, para ele, somente as ligações inter industriais em uma determinada localização não proporcionam efeitos estratégicos de polarização. Para promover o crescimento, uma infraestrutura altamente desenvolvida, a prestação de serviços pelo centro ao interior, e a

demanda de fatores produtivos pelas zonas de influências podem ser tão importantes quanto a concentração de indústrias-chave.

A teoria de crescimento supõe um ramo da economia de grande relevância, dado que as diferenças nas taxas de crescimento geram uma evolução dispare para fins de renda per capita. Esta é a idéia que está por trás no Modelo Neoclássico (SOLOW, 1956), junto com as contribuições realizadas por Cass (1965) e Koopmans (1965), que permitem aos agentes decidir sobre a taxa de poupança.

As infraestruturas foram incorporadas à teoria do desenvolvimento e crescimento regional por Arrow e Kurz (1970) e Weitzman (1970).

Diversas são as teorias de crescimento. Na teoria das etapas de crescimento, a estratégia política implícita passava pela atração de capitais externos, melhora na dotação das infraestruturas, aumento das ligações inter-setoriais e formação profissional.

Já para a teoria neoclássica, o impacto da infraestrutura no desenvolvimento regional é limitado; os elementos da teoria como produtividade do trabalho e progresso técnico são direta ou indiretamente afetados por alterações na composição das infraestruturas; e o subdesenvolvimento ocorre devido à falhas no mercado.

A infraestrutura, ao criar condições favoráveis para o desenvolvimento de empresas, indústrias, Empregos, tem sua importância ressaltada sobre a atividade econômica ao propiciar melhores condições para a produção. A infraestrutura pode apresentar efeitos diretos ou indiretos sobre o Emprego, sobre a renda, sobre critérios de localização de empresas, sobre o capital, sobre o progresso técnico e outras variáveis econômicas. Dessa forma, esse recurso 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, 1997).

Para o caso de Empregos, o efeito pode ser direto e indireto. A criação de infraestruturas exige que novos postos de trabalho (por vezes, temporários) sejam criados para a implantação da obra. Indiretamente, já com o empreendimento instalado, torna-se necessária a contratação de pessoas especializadas para operar o serviço (PÉRICO, 2005).

A mesma análise pode ser estendida para o fator renda, consumo e produção. Uma vez que são criadas vagas de Empregos, esses novos postos gerarão renda para os seus funcionários, o que vai estimular o consumo, expandir a demanda e, conseqüentemente a produção das empresas e, com isso, sendo necessária a criação de novos postos, de forma a atender a expansão da demanda (PÉRICO, 2005).

Para os casos de critérios de localização, é bastante natural que áreas com serviços de infraestruturas adequados e disponíveis sejam mais atraentes para a instalação de novos empreendimentos (atração de capital). Áreas que possuem melhores condições de transporte, telecomunicações, energia e saneamento básico contribuem diretamente para o êxito do negócio. Por exemplo, é vital para uma grande empresa que o seu sistema logístico, seja no que diz respeito à telecomunicações (sistemas integrados) ou em transportes, funcione bem e atenda às demandas de seus clientes.

O mesmo ocorrendo para o progresso tecnológico. Áreas e empresas que possuem melhores condições de Comunicação, Energia e saneamento (condições de limpeza adequadas e tratamento de água), entre outras, estão mais aptas a possuírem uma área de Pesquisa & Desenvolvimento, de maneira a alavancar o processo de inovação. Um pré-requisito básico para o desenvolvimento de novas tecnologias é contar com uma área de Comunicação adequada.

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, 1997).

A infraestrutura pode proporcionar grandes benefícios em termos de crescimento econômico, mitigação da pobreza e sustentabilidade ambiental, mas só quando presta serviços que atendam à demanda efetiva com eficiência (WORLD BANK, 1994). É muito importante a noção de que a infraestrutura é um poderoso insumo no crescimento econômico, pois suas externalidades afetam a produtividade dos fatores e recursos regionais.

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.

Em países desenvolvidos, serviços de infraestrutura e o acesso a alguns tipos de bens são assegurados, favorecendo a população e garantindo melhores condições de vida e de trabalho. Há uma importante relação entre serviços básicos (como os de infraestrutura) e a eficiência produtiva do país. No caso de países em fase de desenvolvimento, como o Brasil, alguns desses serviços são precários e em algumas regiões chegam a nem ser oferecidos.

Paralelamente a isso, podem ser acrescentados efeitos autocriadores (a seu próprio crescimento) como conseqüência de seu incentivo aos indivíduos e empresas quando consideram decisões de localização; efeitos sobre a ocupação de novas fronteiras agrícolas; efeitos de aproveitamento de terras via novos acessos; e, conseqüentemente, efeitos econômicos e financeiros.

### *1.4.1 Trabalhos desenvolvidos no exterior*

Para numerosos autores o capital público contribui para o crescimento econômico, ao favorecer estratégias para o desenvolvimento (BIEHL, 1980; ASCHAUER, 1990; EBERTS, 1990; MUNNELL, 1990a; MUNNEL, 1990b; BARRO, 1991).

Cabe ressaltar que esta linha de interesse de pesquisa é considerada antiga. Hinrichs (1965), Musgrave (1959) e Ram (1987), em seus respectivos trabalhos, testaram a hipótese de que a expansão dos gastos públicos (infraestrutura) gera crescimento econômico. A hipótese foi testada para um grupo de países (*cross-section*) e países individuais (séries temporais). Ram (1987), em uma análise para 115 países, rejeita a validade da hipótese, embora, em uma análise de séries temporais para esta mesma amostra, aceita a hipótese em 60% dos casos. Hinrichs (1965) e Musgrave (1959) encontram evidências a favor da hipótese para um grupo de países desenvolvidos e subdesenvolvidos.

Várias pesquisas menos antigas apresentam a característica de avaliar o relacionamento entre duas variáveis, tais como: acumulação (ou estoque) de capital público, especificadamente em infraestrutura, e a produtividade do setor privado como *output* (ASCHAUER, 1989a; HOLTZ-EAKIN, 1988; MUNNELL, 1990a).

Coincidindo com o renascer da teoria de crescimento econômico, como campo de pesquisa ativo, que gerou a construção dos modelos de crescimento endógeno, cobrou-se protagonismo de estudos empíricos que analisassem a importância das infraestruturas como fonte de crescimento. Aschauer (1989a, 1989b) estimou a elasticidade da produção em relação ao capital público em uma função de produção, baseando-se em dados agregados da economia dos Estados Unidos.

Aschauer (1989a) considera a conduta da produtividade e sua relação com o estoque de infraestrutura dos EUA. O autor verifica que existe forte correlação entre infraestrutura e produtividade. Como resultado, os investimentos neste setor, nos Estados Unidos,

aumentaram consideravelmente durante o primeiro mandato do Presidente Clinton (GRAMLICH, 1994). As estimativas de Aschauer (1989) apontam que o incremento de 1% no estoque de capital público eleva a produtividade da economia em 0,49%.

Aschauer (1989a) relaciona diversos núcleos de infraestrutura para tentar uma explicação mais significativa sobre a relação da produtividade com o capital público, entre eles: Transportes, Energia e sistemas de fornecimento de água, hospitais, instituições de ensino e outros edifícios públicos. O autor verifica que, no universo do capital público, a infraestrutura é a que exerce efeito mais significativo sobre a produtividade, e a elasticidade do núcleo de infraestruturas composto por Transporte, Energia e sistemas de fornecimento de água é significativamente elevada, ao contrário dos demais núcleos.

A utilização de dados em menor nível de agregação também corrobora a hipótese de que os investimentos em infraestrutura são componentes de grande poder explicativo para a eficiência econômica. Para dados da indústria, há dois estudos nos quais se preferiu concentrar a análise, são eles de Nadiri e Mamuneas (1994) e Mullen, Williams e Moomaw (1996). Os primeiros autores concluem que há um deslocamento para baixo na função-custo quando existem melhores estradas e sistemas de Comunicação, e suprimento eficiente de Energia.

Mullen, Williams e Moomaw (1996) tentam explicar a diferença nos índices de eficiência da indústria manufatureira para os estados dos EUA a partir do estoque de infraestrutura. Os autores isolam o efeito dessa área por meio do cálculo de dois índices. Um índice considera o estoque de capital público como um insumo e o outro, não. A metodologia utilizada é a estimativa de uma função de produção de fronteira, e os resultados encontrados mostraram que os capitais privados e públicos são insumos substitutos, ou seja, um aumento no estoque de capital público diminui a demanda por capital privado. Esse é um resultado compatível com o mecanismo de *crowding-out*, ou efeito deslocamento, no qual um aumento

dos investimentos públicos substitui o incremento dos investimentos privados. Por outro lado, a relação do capital público com o insumo trabalho é de complementaridade; logo um acréscimo na formação de capital público em infraestrutura eleva a demanda por mão-de-obra.

A partir do resultado desses estudos é possível perceber que os investimentos em infraestrutura podem representar uma das variáveis explicativas das diferenças de crescimento econômico entre países. O mecanismo de transmissão pode ser dado pelo lado da oferta agregada com o aumento desses investimentos que estimulam os investimentos privados. De fato, o retorno privado pode ser elevado, caso haja melhores sistemas de Comunicação, modais de Transportes e suprimento de Energia. Tal fenômeno é denominado na literatura econômica de *crowding-in* e pode ser incorporado na análise dos modelos de crescimento endógeno, ou seja, o esforço de um país em se capacitar em infraestrutura econômica o conduz a ser um pólo de atração de investimentos privados e manter a tendência de crescimento econômico.

Barro (1991) e Cashin (1995) sugerem que os gastos públicos em infraestrutura podem elevar o crescimento econômico, aumentando a produtividade do setor privado. Os gastos públicos servem de insumos para o setor privado, tais como serviços de infraestrutura (Transporte público, Telecomunicações e Energia), preservação dos direitos de propriedade e do cumprimento, por meio dos gastos na formação de um sistema legal de segurança e de defesa nacional. Além disso, segundo Cândido Jr. (2001), a recente teoria do crescimento endógeno ressalta que as externalidades positivas dos bens públicos e semipúblicos elevam os retornos privados, a taxa de poupança e acumulação de capital, dado que, se não fosse pelo governo, esses bens seriam sub-ofertados. Por outro lado, uma expansão dos gastos públicos financiados por impostos distorcivos e a ineficiência na alocação dos recursos podem superar o efeito positivo dessas externalidades.

Os investimentos públicos podem ter efeitos macroeconômicos e microeconômicos dependendo de cada infraestrutura. Assim, um dado investimento pode contribuir mais que outros no desenvolvimento da economia (MILBOURNE, OTTO e VOSS, 2003).

Uma literatura empírica mais recente tem confirmado os significantes resultados da contribuição das infraestruturas para o desenvolvimento econômico. Tais resultados podem ser encontrados em Canning (1999), utilizando dados de painel para um grande número de países e Demetriades e Mamuneas (2000) usando dados da Organização para Cooperação e o Desenvolvimento Econômico (OCDE). Rooler e Waverman (2001) também encontraram resultados considerados relevantes sobre os efeitos das telecomunicações em países industriais. Resultados similares para rodovias e estradas foram encontrados em Fernald (1999) utilizando dados industriais para os Estados Unidos.

Para a Alemanha, Seitz[1] (1994 ou1995 *apud* STEPHAN, 1997) revela que 85 cidades auto-administradas são consideradas referência regional. Nelas foram encontrados efeitos significativos no custo da produção privada devido a existência de infraestruturas públicas adequadas. Em Stephan (1997), a influência da infraestrutura de Transportes na produção industrial é examinada, baseada na técnica de aproximação da produção, em 11 estados da Alemanha, no período de 1970 a 1995.

Várias pesquisas para mensurar e analisar os efeitos da infraestrutura na produção privada na Alemanha foram realizadas (CONRAD e SEITZ, 1992; CONRAD e SEITZ, 1994; ERBER, 1995; HOFMANN, 1996; LICTH e SEITZ, 1994; SEITZ, 1993; SEITZ, 1994; SEITZ, 1995; STEPHAN, 1997).

[1] SEITZ, H. (1994). Public capital and the demand for private inputs. **Journal of Public Economics**, Amsterdam, v.54, n.2m p.287–307, june. *Apud* STEPHAN, A. (1997). **The impact of road infrastructure on productivity and growth:** some preliminary results for the German manufacturing sector. Berlin. P.47-97. Technical Report.

Licht e Seitz (1994) examinam a importância econômica das infraestruturas para 11 estados da Alemanha. O método de investigação foi baseado em uma aproximação da função de custo. Os resultados encontrados sugerem que variações no capital público em infraestrutura produzem alterações na produção desses estados. Também, os estudos de Conrad e Seitz (1992), Seitz (1993), e Conrad e Seitz (1994) confirmam as conclusões sobre o efeito do investimento público para a infraestrutura, só que trabalha com dados agregados por região, neste caso, para a região leste da Alemanha.

Stephan (1997) examina a influência de infraestrutura de Transporte na produção industrial nos 11 estados federais alemães, para o período de 1970 -1995, baseando-se em uma aproximação da função de produção. Usando este método, significantes resultados foram encontrados sobre os efeitos das infraestruturas para a produção da indústria alemã, como, por exemplo, o aumento da produtividade marginal de fatores privados, e como efeito indireto, o impacto positivo na demanda por fatores privados.

Além desses trabalhos, em âmbito europeu destacam-se os trabalhos de Berndt e Hansson (1992) e Lynde e Richmond (1992) para a Suécia e Reino Unido, sucessivamente. Otto e Voss (1994) realizam sua análise para a economia australiana. Todos estes trabalhos ressaltam a importância do impacto de infraestruturas adequadas para o desenvolvimento econômico das regiões.

Para a economia espanhola, também foram realizadas pesquisas com essa natureza. Em nível nacional, Bajo et al. (1993), Argimon et al. (1994) e González-Páramo (1995), entre outros, analisaram a influência do estoque de capital em infraestruturas sobre a produtividade. O Instituto Valenciano de Investigações Econômicas (IVIE) realizou uma das primeiras estimações confiáveis sobre valores de capital regionalizados, tanto públicos, como privados, e permitiu que alguns de seus pesquisadores realizassem numerosos trabalhos empíricos no âmbito da economia regional (MAS et al. 1996). Ainda que esses estudos fossem diferentes

nas séries usadas, no tipo de capital público considerado e a delimitação do período investigado, coincidem em ressaltar o impacto positivo do capital público na evolução da produtividade, cuja elasticidade se reduz com o grau de desagregação geográfica, da mesma forma que ocorre nas estimações realizadas para os Estados Unidos.

Os resultados das pesquisas desenvolvidas na Espanha revelam que existem outras vias por onde a infraestrutura afeta a atividade produtiva, como é o caso dos incentivos que oferece aos indivíduos e empresas quando consideram suas decisões de localização. Empresas situadas em áreas metropolitanas, com dotação acima da média em infraestrutura, serão mais produtivas que as empresas situadas em áreas com piores dotações.

Um estudo realizado nos principais setores de negócio do Canadá, acerca da importância do capital público para a produtividade, chegou aos seguintes resultados (HARCHAOUI e TARKHANI, 2003):

1. O capital público contribui significativamente para o crescimento econômico e produtividade da indústria. Esta contribuição varia por indústrias. A magnitude da elasticidade de produção com respeito a capital de público ao nível agregado é aproximadamente 0.066;
2. Um aumento no capital público tem efeito inicial de aumentar a produtividade: reduz o custo total para um determinado nível de produção, para todas as indústrias, e em nível agregado. Este efeito induz a expansão da produção em todas as indústrias que, em troca da redução de custos, pode fazer expandir, também, a demanda;
3. Os benefícios marginal do capital público são positivos em todas as indústrias. As magnitudes destes benefícios podem ser interpretadas como uma medida de quanto os produtores privados “aceitam contribuir” para determinada quantia de capital público investido em infraestrutura. Foi

> observado que a média de benefícios marginal para todas as indústrias é de, aproximadamente, 17 centavos para todo investimento de um dólar de capital público.

Para analisar o efeito das séries físicas de estoque e capital de infraestrutura em relação ao Produto Interno Bruto (PIB), Ingram (1994), por sua vez, estimou elasticidades para diversos setores – utilizando séries como quilowatt instalado, quilômetros de estradas asfaltadas, telefones instalados etc – de 100 países em desenvolvimento. Seu estudo conclui que os setores que mais influenciam o crescimento do PIB são: telecomunicações, energia elétrica, rodovias, irrigação, sistemas de esgoto, sistemas de água encanada e ferrovias.

Calderón e Servén (2003) apresentam um estudo empírico similar com foco na América Latina. Utilizando estimativas de uma função de produção do tipo *Cobb-Douglas*, obtida a partir de dados de painel para diversos países, foi possível encontrar resultados positivos e significantes sobre a contribuição de três categorias de infraestrutura – Telecomunicações, Transportes e Energia-elétrica. A produtividade marginal estimada dessas categorias supera significativamente a produtividade marginal estimada de capital não investido em infraestrutura. Na base dessas estimativas, supõe-se que a diferença positiva de renda per capita na Ásia, comparando-se com a América Latina, entre 1980 e 1990, pode ser explicada pelos baixos investimentos em infraestrutura nesse período.

Os estudos já realizados sugerem que existe uma importante relação entre investimentos públicos (em especial em infraestrutura) e a produção privada e apóiam argumentos que proponham um incremento em equipamentos públicos. Por um lado, tem sido comprovado que o capital público pode aumentar a produção da economia ao gerar Empregos e elevar a demanda de outros setores produtivos; por outro lado, os trabalhos realizados propõem que equipamentos públicos adequados podem estimular a eficiência do sistema

produtivo, a longo prazo. Para Rodríguez (1998), este último é o enfoque mais interessante, por suas maiores implicações no crescimento da economia.

### *1.4.2 Trabalhos desenvolvidos no Brasil*

No Brasil diversos autores estudaram o impacto das infraestruturas para a produtividade e defendem uma forte correlação entre investimentos públicos e infraestrutura, tais como: Ferreira (1996), Florissi (1996), Lessa (1996), Benitez (1997) Ferreira e Malliagros (1998), Cândido Jr. (2001), entre outros.

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 e administrações). As estimativas mostraram que um crescimento de 1% no capital de infraestrutura gerava, no longo prazo, um aumento de 0,34% e 1,12% no produto interno bruto (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%. O método de estimação utilizado para a obtenção dessas elasticidades foi o de co-integração. Os seus resultados indicavam forte relação entre investimentos em infraestrutura e PIB no longo-prazo.

Essas estimativas aparentam ser excessivamente otimistas. Uma possível explicação para esse fato é que a série de infraestrutura não incluiu setores que tiveram participação significativa nos investimentos totais ao longo do processo de industrialização do país. Esse seria o caso do setor rodoviário. A inclusão desse setor poderia alterar significativamente o valor da elasticidade renda.

Florissi (1996) analisou também para o Brasil o impacto do capital público (prédios, construções, incluindo rodovias, máquinas e equipamentos dos governos federal, estadual e

municipal) e o impacto do capital de infraestrutura (Energia, comunicações, ferrovias e serviços de água e esgoto) sobre o PIB. Os resultados obtidos indicam uma elasticidade-renda do capital público de 0,29 e uma elasticidade do capital de infraestrutura de 0,07 e 0,08.

Lessa (1996) ressalta que a área de infraestrutura é uma grande geradora de Empregos no período de construção, mas esse impacto diminui na fase de operação. Destaca também que esse efeito é bastante dependente de tecnologia que, estruturalmente, é poupadora de mão-de-obra de menor qualificação.

Benitez (1997) constata que todos os tipos de infraestruturas apresentam correlação positiva com a produtividade.

Segundo Ferreira e Malliagros (1998), a recuperação do investimento em infraestrutura é uma condição necessária para a retomada do crescimento econômico sustentado no Brasil. Este trabalho buscou ampliar os resultados de Ferreira (1996), modificou o período de análise para o período 1950-1995, incluindo também os investimentos dos gastos em infraestrutura no setor rodoviário. Esta pesquisa revelou o setor de maior elasticidade como sendo o setor de Energia elétrica. Para o setor de Transportes, os maiores efeitos estavam no subsetor ferroviário, depois no portuário e, finalmente, no rodoviário.

Outros estudos investigam se o investimento público em infraestrutura é complementar ou substitutivo ao investimento privado. Cabe ressaltar que essa questão de complementaridade de capitais diz respeito ao fato de que investimentos em infraestrutura, quando realizado por determinada agência (seja pública ou privado), incentivam novos investimentos no setor, de outras agências, criando a noção de investimentos complementares.

De acordo com Cândido Jr. (2001), para o período de 1947 a 1995, os investimentos públicos, para serem eficientes, devem ser alocados em setores que gerem externalidades positivas, como por exemplo: a infraestrutura e gastos em pesquisa e desenvolvimento. Com

base nesse panorama brasileiro de estudos sobre infraestrutura, este autor apresenta análises compondo o relacionando da infraestrutura e taxa de crescimento econômico.

### 1.5 Infraestrutura e desigualdade

Outra linha de trabalhos, também recente na literatura, examina os efeitos das infraestruturas sobre a desigualdade. A idéia básica é que, sob condições apropriadas, o desenvolvimento de infraestruturas pode ter impacto positivo na renda e bem-estar social.

Há boas razões que justificam o fato das infraestruturas proporcionarem impactos positivos tanto na renda como no bem-estar social. De uma perspectiva agregada, Ferreira (1995) apresenta um modelo de complementaridade de capital público-privado, no qual, a expansão dos gastos públicos reduz a desigualdade. Conceitualmente, infraestrutura ajuda indivíduos pobres e áreas subdesenvolvidas a se conectarem à atividades econômicas que permitem o acesso a oportunidades produtivas (ESTACHE, 2003). Do mesmo modo, a criação de infraestrutura em regiões mais pobres reduz os custos de transação (GANNON e LIU, 1997). Por exemplo, em áreas rurais mais pobres, condições apropriadas de infraestrutura aumentam as oportunidades de Emprego e reduz os custos de acesso a produtos e fatores de produção. Nesta mesma linha, Estache e Fay (1995) afirmam que a melhora de estradas, rodovias e saneamento básico é a chave determinante da convergência de renda para as regiões mais pobres da Argentina e Brasil. Ainda no mesmo raciocínio, o acesso a infraestrutura pode aumentar o valor dos bens. É comum relacionar o valor de bens e imóveis em áreas pobres e rurais à distâncias de mercados especializados. Se não há proximidade ou condições de infraestrutura adequadas entre essas áreas e os respectivos mercados, é bastante comum haver desvalorização da primeira. Portanto, a ausência de infraestrutura pode significar certo desequilíbrio econômico e social entre áreas e regiões. Melhorias nas

infraestruturas de Comunicação e serviços de estradas implicam ganhos de capital nessas áreas menos privilegiadas (JACOBY, 2000).

O desenvolvimento de infraestruturas pode também ter um impacto relevante no que se refere ao capital humano em áreas mais pobres, assim como nas oportunidades de Emprego e perspectivas de renda. Isso diz respeito não apenas à educação, mas também à saúde. Recentes trabalhos têm focado especificamente na relação entre expansão de serviços de infraestrutura e redução da mortalidade infantil e melhora no atendimento educacional. Em um estudo atual, Leipziger, Fay e Yepes (2003) concluíram que o incremento de 10% no abastecimento de água e saneamento básico reduz a mortalidade infantil em 4-5% e a mortalidade maternal em 8%. Portanto, tais melhorias em infraestrutura podem salvar 9 crianças abaixo de cinco anos (para cada 1000 crianças que nascem vivas) e aproximadamente 100 mães (para cada 100.000 partos) em países pobres, como os africanos.

Estes trabalhos mostram que a disponibilidade e qualidade de serviços em infraestrutura em regiões menos favorecidas de países em fase de desenvolvimento têm um impacto positivo significante em áreas como saúde e educação e, ainda, efeitos positivos na renda e bem-estar social.

Brenneman e Kerf (2002) relataram algumas evidências desses impactos. Com respeito à área de educação, um sistemas de Transporte e redes de estradas mais bem desenvolvidos contribuem diretamente para a expansão do atendimento escolar. Serviços de eletricidade também permitem mais tempo dedicados aos estudos, assim como o acesso à computadores (LEIPZIGER et al., 2003). Em relação à área da saúde, o aceso à água e saneamento é fundamental para assegurar melhores condições de saúde. Vários estudos indicam que o acesso à água limpa e tratada tem contribuído significativamente para a redução da mortalidade infantil (BEHRMAN e WOLFE, 1987; LAVY et al., 1996; LEE et al., 1997; JALAN e RAVALLION, 2002). Na Argentina, por exemplo, uma recente pesquisa

de Galiani et al. (2002) concluiu que a expansão do acesso à água e saneamento tem reduzido a mortalidade em 8% , sendo que a maior parte dessa redução ocorre em áreas de baixa renda, onde a expansão dos serviços foi maior.

De forma mais abrangente, Leipziger et al. (2002) afirmam que 25% da diferença em mortalidade infantil e 37% da diferença em mortalidade de crianças entre ricos e pobres é explicada pela disponibilidade do acesso aos serviços de água. Permitir aos pobres o acesso à água limpa pode reduzir a diferença entre os dois grupos em mais de 25%.

Naturalmente, a expansão das infraestruturas reduz a desigualdade, isso significa que o incremento no acesso dos serviços aumenta a qualidade de vida, particularmente, em lares considerados de baixa renda. Conseqüentemente, a questão principal é como o desenvolvimento de infraestruturas impacta na vida das pessoas consideradas mais pobres (ESTACHE et al., 2000).

Pode haver causalidade de dois modos nesta relação, quer dizer, desigualdade de renda pode prejudicar o acesso de pessoas mais pobres aos serviços de infraestrutura. Por exemplo, Estache, Manacorda e Valletti (2002) afirmam que a desigualdade de renda afeta drasticamente o acesso à internet, enquanto Alesina, Baquir e Easterly (1999) discutem que regiões e sociedades mais desiguais dedicam menos esforços à provisão de bens públicos, incluindo infraestrutura. Da mesma forma que, como já mencionado, a ausência de infraestruturas adequadas pode tornar as sociedades e regiões mais desiguais.

Uma questão que chama a atenção é relativa ao impacto distributivo da participação privada na prestação de serviços de infraestrutura. Isto envolve conseqüências macro e microeconômicas. Para os desdobramentos micro, os efeitos em nível de Emprego são, particularmente, controversos, uma vez que quando provedores privados assumem firmas públicas, tornando-as mais lucrativas, há sempre uma redução (no sentido de “enxugar”) do número de pessoas empregadas (ESTACHE et al., 2002). Se o investimento pelos novos

provedores dos serviços de infraestrutura promove o crescimento, a desestatização pode ser compensada pela criação de Empregos em outros setores (BENITEZ, CHISARI e ESTACHE, 2000).

Além dos efeitos em nível de Emprego, uma conseqüência macroeconômica diz respeito à composição das despesas pública, que pode ser afetada por meio da participação do setor privado no provimento de infraestruturas. Isto pode levar à eliminação de subsídios na provisão desses serviços e também pode gerar rendas de privatização. No caso da Argentina, Chisari et al. (1999) mostraram que a privatização de serviço de infraestrutura atingiu a classe média, mais do que as demais classes, pela eliminação de subsídios existentes, e pode ter beneficiado os pobres, ao conceder-lhes a expansão do acesso aos serviços. Se estes recursos são usados para implementar uma expansão de serviços de infraestrutura, então, o resultado pode ser uma distribuição de renda mais igualitária (ESTACHE, GOMEZ-LOBO e LEIPZIGER, 2000). Por outro lado, Estache, Gómez-Lobo e Leipziger (2000) discutem que os grupos mais pobres da população não tiveram aumento na utilização dos serviços e não foram beneficiados pela privatização. Da perspectiva micro, a reforma no provimento dos serviços de infraestruturas – com ou sem participação privada – pode envolver aumento nos preços, em decorrência de estratégias dos provedores, impedindo o acesso aos serviços de infraestrutura à camada da população menos privilegiada. Por exemplo, a retirada de subsídios pode conduzir a altos preços após a reforma; os novos provedores privados desses serviços podem possuir conexão mais rápida do que os antigos provedores públicos, ou podem ficar relutantes em atender áreas mais pobres (ESTACHE, FOSTER e WODON, 2002). A rápida expansão do serviço de telefonia móvel tem aumentado significativamente o acesso de provedores de banda larga neste setor. Porém, em muitos casos, reformas não vem sendo muito eficientes no que diz respeito a diminuição dos custos, principalmente para áreas rurais (FOSTER, TRE e WODON, 2001). Como resultado, alguns serviços de infraestrutura

podem não contemplar grupos de baixa renda. Isso pode ocorrer na prática, porém, depende do rumo estratégico e global que as reformas venham a tomar e que não haja sobreposição dos interesses privados sobre os públicos.

Uma pesquisa sobre a experiência da América latina (WORLD BANK, 2003) oferece vários exemplos. Na Guatemala, a expansão do acesso à eletricidade, água e telefones para grupos mais pobres conduziu à rendas mais iguais. A expansão de serviços de infraestrutura para áreas rurais em El Salvador reduziu o tempo de transição entre os mercados e consumidores e gerou benefícios enormes para grupos mais pobres. Melhorar qualidade de estradas teve um impacto significante na renda e, especialmente, nos níveis de Emprego no Peru.

Seguem algumas contribuições potenciais de serviços de infraestrutura para redução de pobreza.

A disponibilidade de infraestrutura adequada estimula crescimento econômico e é uma condição prévia para desenvolvimento econômico e social. A qualidade de infraestrutura e provisão de serviço é importante para atrair investimento direto estrangeiro, com o potencial para gerar novas oportunidades de Emprego. Recentes pesquisas vêm confirmando que o capital em infraestrutura possui um efeito positivo para o crescimento econômico em países em desenvolvimento (KESSIDES, 1993).

O acesso à infraestrutura básica (saneamento básico, água tratada etc) é considerado freqüentemente um indicador de bem-estar social (KESSIDES, 1993).

Serviços de infraestrutura adequados podem contribuir para a redução da pobreza, ao melhorar a provisão e tratamento dos serviços de água e de saúde pública, o que faz diminuir a incidência de enfermidade e a falta de produtividade.

O modo pelos quais os serviços de infraestrutura são financiados influência a distribuição de renda em sociedade (WORLD BANK, 2003). Normalmente, os benefícios sob

a forma de subsídios, geralmente, fornecidos por entidades públicas ou para estatais beneficiam mais a indústria do que a camada da população mais pobre.

A melhor provisão de infraestrutura, como serviços de água, pode ser bastante efetiva, elevando a renda de grupos de pessoas (dependendo da região e grupo de rendas).

A construção de instalações de infraestrutura pode conduzir a oportunidades de Empregos. Condições e postos de trabalho baseados na criação de infraestruturas pode representar a criação de Empregos permanentes e renda para pessoas pobres (HOWE e RICHARDS, 1984), e pode gerar postos de trabalhos temporários.

Compreendendo as relações entre agentes econômicos (consumidor, mercados e governo) como um ciclo, é possível observar que a melhora na condição de algum desses agentes pode alavancar o crescimento e desenvolvimento do ciclo como um todo. Por exemplo, se o governo investir mais em infraestrutura, além de melhorar a condição de vida de uma série de pessoas, estará gerando Empregos. Uma vez que mais pessoas estejam empregadas, é natural que aumente o consumo das mesmas, o que, por sua vez, pode contribuir para o aumento da produção privada. Dessa forma, é possível concluir que há uma importante relação entre serviços de infraestrutura, pobreza e produção privada. E que, mais do que apenas identificar a relação, é possível afirmar que condições adequadas de infraestrutura permitem melhorar a qualidade de vida das pessoas, assim como dão sustentação para o crescimento de uma economia.

### 1.6 Métodos para mensuração e avaliação do estoque de infraestrutura

Rodriguez (2000) defende que há duas maneiras de mensurar o estoque de infraestruturas: (1) avaliação por unidades físicas e (2) avaliação por métodos monetários.

### *1.6.1 Avaliação por Unidades Físicas*

As avaliações por unidades físicas são caracterizadas quando se objetiva identificar a influência que os investimentos em infraestrutura tem no aumento na produtividade do setor privado, de maneira a obter o valor representativo dos investimentos em infraestrutura. As avaliações de investimentos em infraestrutura por unidades físicas podem identificar quais os impactos que tais investimentos têm sob o crescimento e produtividade das empresas. Logo, para este tipo de aplicação, essas avaliações são realizadas por meio de modelos econométricos.

A econometria apresenta métodos para analisar o impacto desses investimentos para a produtividade de regiões. A literatura utiliza a função produção para avaliar os efeitos em termos de produtividade. Essa função pode ser calculada, principalmente, via função de produção de tipo Cobb-Douglas.

O precursor da função de produção de tipo Cobb-Douglas foi Solow (1956). O método da função de Cobb-Douglas pode ser amplamente utilizado para determinar o nível de produção e a utilização de insumos. Sendo assim, esta função permite que cada insumo seja transformado em produto. A função produção pode ser representada para indicar o valor adicionado denotado pelo *output* ao setor privado, mediante a seguinte equação:

$$Y = f\,(K_P, L, K_G)$$

Em que:

Y = Produto (*output*)

$K_P$ = Capital Privado (*input*)

L = Trabalho (*input*)

$K_G$ = Capital Público (*input*)

Para estimar a função produção podem ser utilizados os seguintes métodos: (a) *Ordinary Least Square* – OLS (Mínimo Quadrado Ordinário); (b) cointegração; (c) variáveis instrumentais; (d) modelo de efeitos fixos e (e) modelo varma.

### *1.6.2 Avaliação por unidade monetária*

Para utilizar o método monetário é necessário converter o dispêndio alocado à infraestrutura em valor monetário. Em seguida, realizar os procedimentos de avaliação por meio de métodos financeiros de análise de investimento.

Esta corrente refere-se à avaliação de investimentos em infraestrutura por meio de métodos baseados na engenharia econômica. A engenharia econômica apresenta métodos para avaliar investimentos em infraestrutura que podem ser subdivididos em tradicionais ou sofisticados

Almeida (2007) em seu trabalho sobre formas de mensurar as infraestruturas produtivas apresenta uma síntese dos modelos utilizados: (a) Fluxo de Caixa Descontado; (b) Valor Presente Líquido; (b.1) Custo Médio Ponderado de Capital; (b.2) Cálculo do Custo de Capital Próprio; (b.3) Teoria de Precificação por Arbitragem; (c) Valor Presente Líquido Ajustado; (d) *Payback*; (e) Taxa Interna de Retorno (TIR).

Os modelos tradicionais podem ser subdivididos em: (a) Fluxo de Caixa Descontado; (b) Valor Presente Líquido; (b.1) Custo Médio Ponderado de Capital; (b.2) Cálculo do Custo de Capital Próprio; (b.3) Teoria de Precificação por Arbitragem; (c) Valor Presente Líquido Ajustado; (d) *Payback*; (e) Taxa Interna de Retorno (TIR) (ALMEIDA, 2007).

Cabe ressaltar que os modelos tradicionais têm como característica avaliar o ambiente de maneira estática e não considerar os fatores intangíveis, como vantagem competitiva, futuras oportunidades e flexibilidade gerencial (ALMEIDA, 2007).

Diante da complexidade de avaliar os investimentos em infraestrutura, para análise do investimento privado, os modelos mais sofisticados são mais apropriados para mensurar esta realidade e, assim, proporcionar maior consistência à análise. Os métodos sofisticados subdividem-se em duas categorias: modelo contínuo e discreto.

Almeida (2007) aponta que projetos de investimentos com uma grande amplitude de fluxos de caixa têm um risco maior em relação aos que possuem uma pequena amplitude de fluxos de caixa esperado. Logo, a seleção de cada modelo depende de qual contexto será aplicado, pois a principal característica dos métodos sofisticados é identificar qual a melhor taxa de risco para avaliar os investimentos.

Os modelos contínuos podem ser representados com uma ou mais variáveis. Para as infraestruturas, as análises devem ser calculadas para determinar qual é a melhor maneira de aproximar o montante dos investimentos referente à infraestrutura. Nesse caso, o mais relevante é decompor as principais variáveis que reportam o valor presente do fluxo de caixa.

Garvin e Cheah (2004) citam alguns procedimentos que podem ser utilizados nos modelos contínuos, tais como: (a) Geometria Brownianas; (b) Processos Poisson; (c) Equações de Partes Diferenciais; (d) Simulação de Monte Carlo.

Para o caso brasileiro, esta corrente é um pouco usual porque utiliza métodos para avaliar os investimentos públicos, quando, na verdade, existe uma integração entre o setor público e privado. No entanto, Moreira (2002) e Brandão e Cury (2005) utilizaram, respectivamente, Taxa Interna de Retorno e Teoria das Opções Reais como métodos de análises.

# CAPÍTULO 2 – ANÁLISE POR ENVOLTÓRIA DE DADOS

Análise por Envoltória de Dados *(Data Envelopment Analisys - DEA*) foi inicialmente desenvolvida como um método para estimar a eficiência comparativa de unidades organizacionais, tais como bancos, escolas, hospitais, 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. Por exemplo, para que Bancos possam ser comparados, é necessário que utilizem os mesmos recursos produtivos e produzam os mesmos tipos de serviços.

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, sem observações práticas. Seguindo as idéias de Thanassoulis (2001, p. xvii), "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".

## 2.1 Conceito de Eficiência

Partindo de uma análise ampla e macroeconômica, North (1990) considera fatores externos à organização para conceituar o que seria eficiência. O autor define este conceito como a capacidade de gerar um certo arranjo institucional que maximize a produção, dado um certo estoque de recursos e tecnologia (NORTH, 1990). A mesma idéia é defendida por Morales Junior (2000), que defende que um arranjo físico eficiente depende também da dinâmica política e cultural de uma sociedade. Diversos autores da Economia Institucional concordam com o fato de que fatores institucionais, econômicos e políticos influenciam no funcionamento de organizações produtivas, já que as mesmas estão inseridas nesse macro ambiente, permeado e regulamentado por Instituições.

Um aprofundamento no estudo sobre eficiência, com finalidade de realizar análises econômicas, permitiu que fossem encontrados três conceitos de eficiência: produtiva, distributiva e alocativa. O primeiro consiste na utilização, com máximo rendimento e mínimo 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, o de eficiência alocativa, está relacionado à melhor forma de alocar os recursos (POSSAS, PONDÉ e FAGUNDES, 1996). A eficiência alocativa, segundo Wilhelm (2000), indica se o produtor emprega os insumos à luz dos preços em uma proporção ótima que minimiza os custos de produção.

Quando se fala em eficiência deve-se ter em mente as diversas formas de eficiência, no entanto, na maior parte das vezes a interpretação dada é à eficiência técnica ou produtiva (FARID[2], 1998 *apud* ABEL, 2000).

[2] FARID, M. (1998). Indicadores de desempenho técnico de uma empresa de confecções, frente a implantação de inovações tecnológicas. **Recitec – Revista de Ciência e Tecnologia**. Vol. 2, n. 2, p. 46 – 53.*Apud* ABEL, L. (2000). **Avaliação Cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC, utilizando DEA**

Na concepção de Wilhelm (2000) a eficiência técnica é obtida por meio de 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; ou ainda a razão entre a quantidade de *input* observado e o potencial mínimo exigido para produzir uma quantidade fixa de *output*. Portanto, há duas perspectiva de eficiência técnica, na qual uma busca aumentar a produção e a outra reduzir os *inputs*. Dessa forma é possível estabelecer um paralelo entre os conceitos de eficiência técnica e eficiência produtiva.

Para Varian (1992), o estudo da 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, 1993).

---

**(Data Envelopment Analysis).** 106p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

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.[3], 1997 *apud* ÁLVAREZ, CALVETE e GARRIDO, 2002).

Estudos de avaliação da eficiência produtiva, utilizando métodos não paramétricos, tiveram sua origem nos trabalhos de T.C. Koopmans e G. Debreu (FARE et al., 1994).

[3] IRAIOZ, B.; RAPÚN, M.; ZABALETA, I. (1997). **Análisis de la eficiência técnica de las explotaciones lecheras.** Documentos de Trabajo, n. 9822. Departamento de Economia. Universidad Pública de Navarra. *Apud* ALVAREZ, A. R., CALVETE, G. F., GARRIDO, C. L. (2002). **A eficiência técnica das explotacións leiteiras na comarca interior da Província de A. Coruña.** Influencia da concentración parcelaria. Departamento de Coordinación e Desenvolvemento Tecnolóxico. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo.

Debreu[4] (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. O mesmo autor postulou que um produtor é eficiente no consumo de recursos quando não é possível gerar a mesma produção com um consumo equiproporcionalmente menor. De modo análogo, um produtor é eficiente na produção de resultados quando não é possível, com as mesmas quantidades de recursos, gerar uma produção equiproporcionalmente maior.

Para Koopmans[5] (data *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.

---

[4] DEBREU, G. (1951). The coefficient of resources utilization. **Econometrica**. Vol. 19, n. 3, p. 273-292. *Apud* FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; NORRIS, M.; ZHANG, Z.. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**. Vol. 84, n. 1, p. 66-83.

[5] KOOPMANS, T.C. (1965). **On the concept of optimal economic growth, in the economic approach to development planning**. Amsterdam: North- Holland. *Apud* LOVELL, C. A. K. (1993). Production frontiers and production efficiency. p. 3-67. In: FRIED, H.O.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. (1993). **The measurement of productive efficiency: techniques and applications**. New York: Oxford University Press.

Farrell (1957) estendeu o trabalho iniciado por Debreu (1951) e desenvolveu um procedimento para calcular o indicador de eficiência produtiva de Debreu (1951). 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 deve-se a uma tecnologia uniproduto. Assumindo vários fatores de produção ($x_1$ e $x_2$, por exemplo) para um único *output* a rendimentos constante de escala, Farrel (1957) utiliza como referência uma combinação eficiente de fatores $x_1$ e $x_2$ para um dado nível de produto, classificando os desvios em relação à essa combinação como ineficiência. É possível perceber que 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 explanações, 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 1 e considerando os ambientes complexos em que as organizações estão inseridas.

$$\text{Eficiência} = \frac{\text{Soma ponderada de output}}{\text{Soma ponderada de input}} = \frac{\sum_r u_r y_r}{\sum_i v_i x_i} \qquad (1)$$

Em que $u_r$ e $v_i$ são os 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 grande dificuldade. Para Niederauer (2002) se houvesse acordo entre as unidades sob avaliação, a questão estaria solucionada; no entanto, sabe-se que os produtores têm interpretações

diferentes sobre determinados assuntos, criando, assim, 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) generalizaram 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 por Envoltória de Dados (*Data Envelopment Analysis - DEA*), que será tratada na próxima seção.

## 2.2 Histórico e características da DEA

A história da técnica DEA começa com a dissertação de Edward Rhodes, sob orientação de W. W. Cooper, publicada em 1978 (CHARNES, COOPER e RHODES, 1978). A questão era desenvolver um método para comparar a eficiência das escolas públicas.

O objetivo da pesquisa era avaliar os resultados de um programa de acompanhamento de estudantes carentes, de escolas públicas americanas. A idéia central era comparar o desempenho de um conjunto de alunos de escolas que participaram do programa de acompanhamento, apoiado pelo governo federal, com alunos de escolas que não aderiram ao programa.

A operacionalização desse trabalho se deu por meio do uso de programação linear da produção definindo o que seria eficiência produtiva, a partir de dados empíricos, utilizado por

Farrel (1957) cerca de 20 anos antes. Já em 1978 tanto o desenvolvimento da teoria, quanto a aplicação prática do DEA tinha avançado de maneira explosiva.

Lins e Meza (2000) atribuem algumas características ao modelo DEA:

- difere dos métodos baseados em avaliação puramente econômica, que necessitam converter todos os *inputs* e *outputs* em unidade monetária;
- os índices de eficiência são baseados em dados reais (e não em fórmulas teóricas);
- generaliza o método de Farrel, construindo um único *output* virtual e um único *input* virtual.
- é uma alternativa e um complemento aos métodos da análise da tendência central e análise custo benefício;
- 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 (DMUs);
- 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.

Tais características conferem ao método uma potencialidade de resgatar a natureza aplicada da Pesquisa Operacional. Lins e Meza (2000) defendem que o DEA é para apoio à decisão de natureza multicritério e, portanto, capaz de modelar melhor a complexidade do mundo real.

Segundo Seiford (1999) os enfoques e interesses em DEA são diversificados. Os estatísticos consideram esta técnica como um exercício em análise exploratória de dados. Os econometristas 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 em DEA uma ferramenta para melhoria de produtividade.

Importantes contribuições surgiram, no sentido de capacitá-lo a lidar com situações reais, como a existência de variáveis exógenas e variáveis categóricas e a necessidade de incorporação do conhecimento dos especialistas e dos usuários. Também, devido à interação com outras disciplinas, como economia e estatística (para citar algumas) tem surgido métodos que incluem DEA ou baseados em DEA para determinar eficiências.

Embora o método DEA seja relativamente recente, tem tido um rápido desenvolvimento. Assim atualmente conta com uma ampla base teórica e variedade de aplicações práticas como por exemplo: em economia (LOVELL, 1995), educação (MOITA, 1995; KAO, 1994, SARRICO, 1997; etc.), eleições (GREEN et al., 1996), etc. Pode-se encontrar uma ampla compilação de trabalhos feita por SEIFORD (1997), assim como na Internet, onde várias universidades, dentre as quais destaca-se a Universidade de Warwick, tem a disposição uma bibliografia atualizada.

## 2.3 Etapas de aplicação dos modelos DEA

Para aplicação dos modelos DEA é necessário uma seqüência de etapas a ser seguida, sendo as etapas:

I. Seleção das unidades a entrarem na análise;

II. Seleção das variáveis (*input* e *output*) apropriadas para estabelecer a eficiência relativa das unidades selecionadas;

III. Identificação da orientação do modelo e retornos de escala;

IV. Identificação e aplicação dos modelos.

### *2.3.1 Seleção das 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 homegêneas entende-se aquelas que realizam as mesmas tarefas com os mesmos objetivos, que estejam trabalhando nas mesas 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 número das mesmas. 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[6] (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.

É importante que um dos critérios seja respeitado, uma vez quem ambos são considerados válidos.

---

[6] NUNAMAKER, T. R. (1985). Using Data Envelopment Analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation. **Managerial and Decision Economics**. Vol. 6, n. 1, p. 50-58. *Apud* ABEL, L. (2000). **Avaliação Cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC, utilizando DEA (Data Envelopment Analysis).** 106 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

### *2.3.2 Seleção das variáveis*

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, por outro lado, 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. Dessa forma, o modelo deve ser mantido o mais compacto possível para maximizar o poder discriminatório do DEA.

Para Lins e Meza (2000), nos casos reais em que se pressupõe uma pequena disponibilidade de variáveis e grande quantidade de observações (DMUs), não se justifica a preocupação em utilizar alguma técnica para seleção das variáveis. Em grande parte da literatura sobre o assunto, os autores limitam-se a afirmar que as variáveis selecionadas são as que melhor descrevem o desempenho das DMUs sob análise, sem mencionar maiores explicações a respeito da melhor forma de selecioná-las. Conforme Thanassoulis (1996), a possibilidade de alteração no conjunto selecionado de *input* ou *output* é uma realidade que terá importantes repercussões no resultado do processo de avaliação.

Golany e Roll (1989) consolidaram e estruturaram os procedimentos para aplicação do DEA e propuseram que a seleção das variáveis relevantes na análise de performance de um sistema deve se dar em três estágios:

a. Julgamento criterioso;
b. Análises quantitativas não baseadas em técnicas DEA;
c. Análises baseada em técnicas DEA.

No que se refere ao primeiro estágio, Golany e Roll (1989, p. 239) destacam: “Um problema freqüentemente encontrado nesta fase 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 resolvida a partir de uma análise de causalidade. Somente uma análise da causalidade, com apoio de especialistas, poderá ajudar a decidir se determinada variável é causa ou efeito, dentro do sistema que está sendo modelado.

Após essa análise, somente as variáveis consideradas determinantes na existência de outra variável devem ser utilizadas no modelo DEA. Compreendem-se como determinantes aquelas variáveis que podem ser tidas como responsáveis por outras e não resultantes de outras. Por exemplo, as despesas com impostos em uma empresa estão fortemente correlacionadas com a receita, não porque seja uma causa, mas sim porque é calculada como porcentagens da receita. O aumento nas receitas resulta num aumento nas despesas com impostos.

O segundo estágio diz respeito, segundo Golany e Roll (1989), à 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*.

Para os autores, uma relação fraca para alguns dos fatores (variáveis) pode indicar uma necessidade de reexaminá-los e, se necessário for, desconsiderá-los. Alternativamente, relações fortes podem indicar que as informações contidas na variável podem já ter sido representadas por meio de outra variável e, novamente, a desconsideração da mesma pode representar uma opção. Charnes, Cooper e Rhodes (1978), no entanto, ressaltam que estes testes de regressão não devem ser considerados como regras absolutamente seguras, mas como indicadores para uma necessidade de examinar alguns dos fatores mais de perto.

Por fim, 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, que é um método exaustivo e com custo de cálculo elevado, 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.

O objetivo das diversas técnicas de seleção de variáveis não é defender que a modelagem proposta inicialmente com *n* variáveis esteja equivocada e propor um novo rearranjo das variáveis originais, mas sim, apresentar um resultado otimizado, que considerando todas as variáveis originais, apresente 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.

### *2.3.3 Identificação da orientação do modelo e retornos de escala*

Antes de partir para a aplicação do modelo, há a necessidade de compreender qual a tecnologia utilizada pela DMU. Entende-se por tecnologia de produção a maneira como a DMU transforma os seus insumos em produtos. Compreendendo essa tecnologia, pode-se encontrar todos os planos possíveis de produção. Para definir os modelos que representam melhor a tecnologia de produção, há necessidade de fazer algumas ressalvas, principalmente no que diz respeito à orientação e ao tipo de retorno de escala.

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

1. As unidades produzem determinado nível de *output*, quanto é possível reduzir os *inputs*, mantendo o nível atual de *output*? Isto significa minimizar os *inputs*.

2. 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*; 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) ressalta quatro possibilidades 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).

Para o autor, uma tecnologia apresenta retorno constante de escala quando os *inputs* aumentam ou diminuem numa mesma proporção dos *outputs*, isto é, quando os *inputs*

aumentam ou diminuem num fator $\lambda$, sendo $\lambda$ um escalar positivo, a produção irá aumentar ou diminuir por este mesmo fator $\lambda$.

Uma tecnologia apresenta retorno não crescente de escala se, ao multiplicar a quantidade de *inputs* por um fator $\lambda > 1$ os *outputs* serão multiplicados por um fator $\lambda` \leq \lambda$ (BRUNETTA, 2004).

Uma tecnologia apresenta retorno não decrescente de escala se, ao multiplicar a quantidade de *inputs* por um fator $\lambda > 1$ os *outputs* serão multiplicados por um fator $\lambda` \geq \lambda$ (BRUNETTA, 2004).

Uma tecnologia apresenta retorno variável de escala quando não segue nenhum dos padrões anteriores, ou seja, quando os *inputs* são multiplicados por um fator $\lambda$, os *outputs* podem seguir qualquer comportamento em relação a este fator $\lambda$ (BRUNETTA, 2004).

Cabe mencionar que, embora seja apresentado quatro tipos de retorno de escala, somente dois são os mais considerados: retorno constante de escala e retorno variável de escala. Os retornos crescente de escala e decrescente de escala são inseridos na classificação de retorno variável de escala.

### *2.3.4 Identificação e aplicação do modelo*

Conforme pode ser observado, a DEA pode ser considerada como um corpo de conceitos e metodologias que está incorporada a uma coleção de modelos, com possibilidades interpretativas diversas (CHARNES et al., 1997). Os modelos mais largamente utilizados são:

1. Modelo CCR (1978): desenvolvido por Charnes, Cooper e Rhodes (1978), permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas.

2. Modelo BCC (1984): criado por Banker, Charnes e Cooper (1984), distingue entre ineficiências técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescentes, decrescentes ou constantes, para futura exploração.

Para Paiva (2000, p.42), as diferenças fundamentais entre os modelos estão relacionadas a:

I. Superfície de envelopamento (tipos de combinações e suposições sobre os retornos de escala);

II. Tipo de projeção do plano ineficiente à fronteira.

Os modelos CCR e BCC trabalham com diferentes tipos de tecnologias e, conseqüentemente geram fronteiras de eficiência diferentes. No que diz respeito à orientação, cada um desses dois modelos pode ser escrito sob duas formas de projetar os planos ineficientes na fronteira: uma voltada para os produtos e outra voltada para os insumos. Na primeira orientação, as projeções dos planos observados sobre a fronteira buscam o máximo aumento equiproporcional de produção dado o consumo observado e, na segunda orientação, a maior redução equiproporcional do consumo para a produção observada (PAIVA, 2000).

## 2.4 Modelo CCR

Este modelo é considerado o mais simples e foi, inicialmente, proposto por Charnes, Cooper e Rhodes (1978). O nome do modelo é a inicial do nome dos três autores. Ferramentas e idéias comuns usadas em DEA são também introduzidas e os conceitos já apresentados podem ser estendidos.

O modelo utiliza o método de otimização de programação matemática para, partindo da medida de eficiência técnica em casos de único *output*/*input* proposta por Farrel (1957), 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).

Tal modelo permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas (CASA NOVA, 2002).

A formulação matemática original do modelo CCR tem orientação ao consumo e pode ser assim representada:

Maximizar $h_k = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{rk}$ (2)

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0 \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik} = 1 \quad (4)$$

$u_r, v_i \geq 0$ (5)

Considere-se *N* empresas produzindo *m* quantidade de produtos (*output*) *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. O objetivo DEA é 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*.

Considere também:

*y = produtos; x = insumos; u, v = pesos*

*r = 1 , ..., m; i = 1, ..., n; j = 1, ..., N*

O objetivo central do modelo CCR com orientação para o *input* é buscar a eficiência a partir de alterações (reduções) nos níveis de *input* (insumos), mantendo constante o nível de produto (*output*), considerando o retorno constante de escala.

A primeira restrição (3) pode ser definida como o resultado da empresa, pois nada mais é do que a subtração dos produtos (somatório das quantidades produzidas multiplicadas pelos pesos dos produtos) dos insumos (somatório dos insumos consumidos multiplicados pelos respectivos pesos). Está limitado a 0. Dessa forma, as empresas eficientes obterão resultado 0.

A segunda restrição (4) é o somatório da multiplicação das quantidades consumidas pelos pesos específicos para a empresa K, e deve ser igual a 1. Se a empresa K for eficiente, $h_k$ será igual a 1. Se não for, obterá um indicador sempre inferior a 1.

Tendo um conjunto de empresas e seu plano de produção realizado, é possível construir uma curva de produção que se constitui o conjunto de produção revelado. Ao resolver o problema de programação linear (PPL) proposto para cada uma das empresas, é possível que seja identificado aquelas cujo plano de produção, dados os pesos determinados para suas quantidades de produtos e insumos, não pode ser superado pelo plano de produção de nenhuma outra empresa. Neste momento tem-se um plano de produção eficiente, que melhor aloca a quantidade de *inputs* para produzir a maior quantidade de *outputs*. A empresa é dita eficiente e torna-se referência para as demais.

Uma vez que os planos de produção sejam considerados pontos em um gráfico, obtém-se uma representação semelhante à Figura 1.

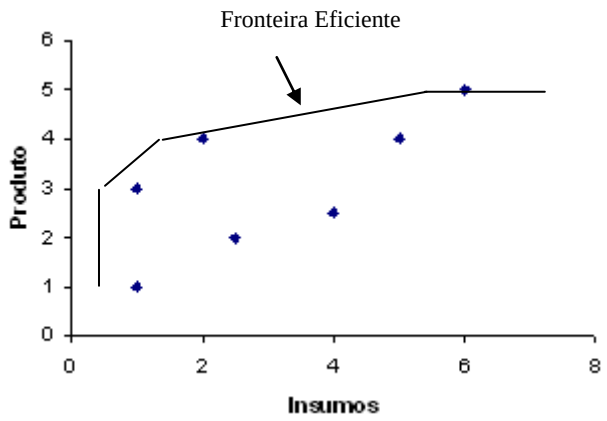


**Figura 1 – Análise DEA para um conjunto de empresas**

Os pontos na figura são os planos de produção realizados pelas empresas. A curva de produção reúne as empresas cujo plano de produção não foi superado por nenhuma outra. É a chamada Fronteira de Eficiência. Qualquer empresa que seja incluída ou excluída dessa análise modificará o conjunto de produção e a fronteira. Para os pontos abaixo da curva há uma opção, representada pelas quantidades praticadas pelas unidades de referência.

O modelo CCR pode ter orientação para o *output*. O objetivo é a maximização do nível de produção utilizando, no máximo, o consumo de *inputs* observados com a seguinte formulação:

Minimizar $h_k = \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ik}$ (6)

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} \leq 0 \quad (7)$$

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} = 1 \quad (8)$$

$u_r, v_i \geq 0$ (9)

Considere:

*y = produtos; x = insumos; u, v = pesos*

*r = 1 , ..., m; i = 1, ..., n; j = 1, ..., N*

As restrições seguem as mesmas do modelo CCR com orientação para o *input*. O objetivo do modelo CCR com orientação para o produto é buscar a eficiência mantendo os níveis de *inputs* (insumos) e expandindo os níveis de produto *output*, considerando o retorno constante de escala.

O indicador de eficiência do Modelo CCR indica uma medida de produtividade global, denominada de indicador de eficiência produtiva.

## 2.5 Modelo BCC

Banker, Charnes e Cooper (1984) desenvolveram um modelo DEA, conhecido como Modelo BCC, que pressupõe tecnologias que exibam retornos variáveis à escala de produção. Ao possibilitar que a tecnologia exiba propriedades de retornos à escala diferentes ao longo de sua fronteira, esse modelo admite 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. Livre das dificuldades advindas de considerar a escala de produção, o modelo possibilita a utilização de unidades de referência de portes distintos.

A formulação matemática do Modelo BCC, com orientação para o *input*, é:

Maximizar $\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} - u_k$ (10)

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^{n} v_i x_{ik} = 1 \tag{11}$$

$$\sum_{r=1}^{m} uryrj - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{ij} - u_k \leq 0 \tag{12}$$

$u_r, v_i \geq 0$ (13)

*y = produtos; x = insumos; u, v = pesos*

*r = 1, ..., m; i = 1, ..., n; j = 1, ..., N.*

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

A formulação matemática do Modelo BCC, com orientação ao *output*, é:

Minimizar $\sum_{i=1}^{n} v_i x_{ki} + v_k$ (14)

Sujeito a:

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{rk} = 1 \tag{15}$$

$$\sum_{r=1}^{m} u_r y_{jr} - \sum_{i=1}^{n} v_i x_{jr} - v_k \leq 0 \tag{16}$$

$u_r, v_i \geq 0$ (17)

*y = produtos; x = insumos; u, v = pesos*

*r = 1, ..., m; i = 1, ..., n; j = 1, ..., N.*

Novamente o termo $v_k$ representa a possibilidade de retornos de escala variáveis, podendo assumir valores positivos ou negativos (CASA NOVA, 2002).

Como já ressaltado, a possibilidade de retornos de escala variáveis do Modelo BCC admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção. O modelo permite, portanto, a utilização de unidades de portes distintos (BELLONI, 2000).

A região de produção viável do Modelo BCC é restringida a combinações convexas dos planos de produção observados, o que é caracterizado pelos retornos variáveis de escala. Como conseqüência, considerando a orientação ao produto, o indicador de eficiência do Modelo BCC é menor ou igual ao indicador de eficiência do Modelo CCR (BELLONI, 2000).

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

# CAPÍTULO 3: MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo foi subdividido em seções, de forma a contemplar, detalhadamente, todos os passos de procedimento e técnicas de pesquisa adotados para a realização da mesma e, conseqüentemente, alcançar do objetivo proposto.

## 3.1 Delimitação Temporal da Pesquisa

A primeira questão diretamente relacionada à parte empírica deste trabalho diz respeito à delimitação temporal do mesmo. A delimitação temporal deste trabalho englobou o período de 1980 a 2005, analisados qüinqüenalmente . O critério de decisão utilizado para definição deste período foi baseado em duas condições: obras de infraestrutura exigem um tempo relativamente grande de implementação, por isso, optou-se por um período longo de análise; e a disponibilidade de dados para todas as variáveis.

## 3.2 Delimitação Espacial da Pesquisa

Em metodologia científica, a delimitação espacial diz respeito à restrição da área de investigação, em outras palavras, definir o espaço de análise ou o que será investigado. O

espaço analisado nada mais é do que a área objeto de estudo, a ser explorada e onde todas as análises serão realizadas.

A restrição da área é importante, pois limita o espaço de coleta de dados e investigação e delimita a análise somente para as áreas contempladas pela restrição espacial da pesquisa. Dessa forma, os objetos de estudo e investigação deste trabalho foram as macrorregiões brasileiras, portanto, a coleta e análise dos dados foram referentes a esses objetos.

### 3.3 Passos de Procedimento

Compreende-se o método de pesquisa como um conjunto dos meios dispostos convenientemente para alcançar uma finalidade proposta. Para o caso deste trabalho, o método de pesquisa foi composto por 8 etapas, sendo que cada uma delas teve seus respectivos procedimentos. A principal técnica utilizada neste trabalho é a Análise por Envoltória de Dados (DEA). Portanto, as etapas deste método estão em função da mesma. A Tabela 1 apresenta as etapas e respectivos procedimentos seguidos nessa pesquisa:

**Tabela 1 – Etapas e procedimentos do método de pesquisa**

| *Etapa* | *Procedimento* |
|---|---|
| Identificação da quantidade mínima de unidades a serem analisadas | Técnica de seleção de unidades para Análise por Envoltória de Dados proposta por Nunamaker (2000). |
| Pré-identificação das variáveis | Identificar variáveis que possuem relação com a medida de desempenho proposta (literatura nacional e internacional). |
| Coleta e organização dos dados | Coleta em dados primários e secundários |
| Elaboração de índices das variáveis selecionadas | Técnica de números-índices. |
| Seleção e validação de variáveis | Regressão linear múltipla |
| Construção do modelo | Identificar orientação do modelo e tipo de retorno de escala. |
| Processamento | Software – Aplicativo |
| Análise dos resultados | Eficientes<br>Ineficientes<br>Metas |

### *3.3.1. Definição das unidades analisadas*

A extensa literatura sobre DEA apresenta vários critérios para a definição do número de unidades a ser analisado. Nesse trabalho, foi utilizado o critério proposto por Nunamaker[7] (1985 *apud* ABEL, 2000), que indica que o número de unidades analisado deve ser o triplo (no mínimo) da soma de *inputs* e *outputs* utilizados no modelo.

[7/9] NUNAMAKER, T. R. (1985). Using Data Envelopment Analysis to measure the efficiency of non-profit organizations: A critical evaluation. **Managerial and Decision Economics**. Vol. 6, n. 1, p. 50-58. *Apud* ABEL, L. (2000). **Avaliação Cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC, utilizando DEA (Data Envelopment Analysis).** 106 p. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

A utilização deste critério se justifica pelo fato de o resultado encontrado por ele abranger os resultados obtidos pelos outros métodos de definição do número de unidades, mencionados neste trabalho, para DEA. Além disso, este critério exige um número superior de unidades para a análise, o que, segundo a literatura sobre DEA, permite a melhor discriminação entre as unidades analisadas.

Como será observada na próxima seção, a proposta inicial prevê 6 variáveis para análise, sendo cinco de *inputs* e uma de *output*. Portanto, aplicando o critério proposto por Nunamaker[8] (1985 *apud* ABEL, 2000), o número mínimo de unidades analisadas foi de:

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

A lista de unidades analisadas foi composta pelas 5 regiões brasileiras, em 25 anos, portanto, 6 qüinqüênios. De forma a cumprir a exigência das unidades mínimas para análise, tratou-se cada região, em cada qüinqüênio, como uma unidade. Assim, a região Norte em 1980, 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005 gerou 6 unidades. Portanto, o total analisado por essa pesquisa foi 30 unidades.

### *3.3.2 Seleção das variáveis utilizadas*

A proposta inicial de escolha de variáveis foi baseada na primeira fase da técnica de seleção de variáveis proposta por Golany e Roll (1989). Esta fase 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.

Para o estudo em questão, como as unidades analisadas foram as macrorregiões brasileiras, a medida para avaliar os respectivos desempenhos foi o Produto Interno Bruto (PIB).

Baseado na conceituação dos fatores produtivos e em trabalhos empíricos, como o de Rodríguez (1998), foi possível identificar algumas variáveis que possuem relação com a medida de desempenho proposta (PIB). Seguem, na Tabela 2, as variáveis identificadas, assim como as respectivas classificações.

**Tabela 2 – Variáveis propostas para a análise**

| ***Variáveis*** | ***Classificação*** |
|---|---|
| Emprego | *Input* |
| Capital Fixo | *Input* |
| Infraestrutura | *Input* |
| PIB | *Output* |

À variável infraestrutura cabe a categorização em subvariáveis e, dentro dessas, ainda, uma subdivisão. Na Tabela 3 seguem as características das variáveis.

**Tabela 3 – Variáveis e subvariáveis**

| *Variável* | *Subvariável* | *Maior nível de desagregamento* |
|---|---|---|
| Emprego | | |
| Capital Fixo | | |
| Infraestrutura | Transportes | Rodovia<br>Ferrovia<br>Portos<br>Aeroportos<br>Dutos |
| | Comunicação | Linhas de telefone |
| | Energia | Elétrica<br>Petróleo<br>Gás Natural<br>Álcool |
| PIB | | |

### *3.3.3 Técnica para validação das variáveis*

O procedimento utilizado para a validação das variáveis propostas nessa pesquisa foi a Regressão Múltipla. Para tanto, foi necessário definir uma função de produção, assim como o respectivo modelo teórico.

#### *3.3.3.1 Regressão Linear Múltipla*

A técnica de regressão linear múltipla busca identificar as relações de dependência entre variáveis. É chamado de múltipla por haver mais de uma variável independente influenciando o comportamento da variável dependente. Para tanto foi definido um modelo teórico, que identificou uma função de produção, assim como as variáveis pertencentes a ele.

Modelo teórico

Seguindo as principais pesquisas neste tema, é considerado conveniente empregar uma função de produção para analisar o impacto das infraestruturas sobre o produto das regiões brasileiras. Na economia, a forma funcional de *Cobb-Douglas* de funções de produção é usada extensamente para representar o relacionamento de uma saída às entradas. Desde os primeiros trabalhos realizados, um grande número de estudos tem estimado regressões, onde a variável dependente é a produção das regiões (ou províncias), e as variáveis independentes determinantes são: investimento privado, mão-de-obra, capital público (infraestrutura), e uma constante que compila um nível de tecnologia. Muitos desses estudos foram elaborados com dados agregados (regionais e nacionais) e apresentam um impacto positivo para o capital em infraestrutura (GARCÍA-MILA e MCGUIRE, 1992; HOLTZ-EAKIN, 1992 e MAS et al., 1993).

Aschauer (1989c) realizou uma importante contribuição ao atrair atenção sobre as possibilidades de aumentar as dotações públicas nos Estados Unidos, como meio para estimular o crescimento da produtividade, obtendo resultados positivos ao incluir o capital físico em infraestrutura na função produção convencional.

A análise se centra em uma função de produção do tipo *Cobb-Douglas* adaptada para cada região, da seguinte forma:

$$Y = A * L * K * G * \varepsilon \qquad (21)$$

que pode ser expressada em logaritmos:

$$Y_{it} = a_t + \gamma L_{it} + \alpha K_{it} + \beta G_{it} + \varepsilon_{it} \qquad (22)$$

Onde:

i = região.

t = tempo.

$Y_{it}$ = logaritmo do produto interno bruto (PIB).

$a_t$ = progresso técnico.

$L_{it}$ = logaritmo de mão-de-obra.

$K_{it}$ = logaritmo de Capital Fixo.

$G_{it}$ = logaritmo de infraestrutura.

$\varepsilon_{it}$ = erro.

O principal interesse deste trabalho foi verificar, em primeiro lugar, se $\beta$ é significativo e, se assim for, 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 forma independente.

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

Inicialmente coube analisar a estrutura do erro. A disponibilidade de dados em painel permitiu maior flexibilidade na especificação do mesmo. De maneira geral, a especificação foi a seguinte:

$$\varepsilon_{it} = \eta_i + \mu_{it} \qquad (23)$$

Onde $\mu_{it}$ é o erro que se supõe e $\eta_i$ diz respeito às características e efeitos individuais da função de produção de cada região, que são constantes ao longo do tempo e não observadas, tais como os efeitos das dimensões, localização, clima, dotações de recursos

naturais e uma mescla de outros fatores que se materializam em diferenças de produtividade entre as regiões.

Se estas diferenças não observadas ou efeitos individuais existem e não são reconhecidos explicitamente no modelo e se houver correlação entre esses efeitos e as variáveis do modelo, os coeficientes estimados das variáveis explicativas incluídas podem ser viesados, pois não reconheceriam parcialmente estas diferenças.

A partir de então, o modelo adotado foi:

$$Y_{it} = a_t + \gamma L_{it} + \alpha K_{it} + \beta G_{it} + \eta_i + \mu_{it} \qquad (24)$$

Esta possibilidade atribuiu ao componente $\eta_i$ o poder de variar na seção cruzada. Uma vez 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, similar ao erro.

A escolha entre os tratamentos dos efeitos individuais (fixo ou aleatório) depende, portanto, da ausência de correlação entre os efeitos individuais não observados ($\eta_i$) e as variáveis explicativas L, K e G. Tal escolha foi realizada mediante o teste proposto por Hausman (1991). A estatística do teste segue uma distribuição $\chi^2$ com k graus de liberdade. Onde:

$H_0$: Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas = 0 → (ausência de correlação): estimadores de efeitos fixos e aleatórios são ambos consistentes, mas o de efeitos aleatórios é eficiente.

$H_1$: Relação entre efeitos individuais e variáveis explicativas ≠ 0 → (presença de correlação): só os estimadores de efeitos fixos são consistentes.

No modelo de efeitos fixos, os efeitos individuais podem ser livremente correlacionados com os demais regressores, 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, em grande parte, de informações sobre as características da amostra.

É importante mencionar que toda a parte relativa à análise da regressão múltipla foi realizada utilizando o *software Eviews 6* e foi tratada de forma detalhada no Capítulo 5 deste trabalho.

### *3.3.4 Aplicação da Análise por Envoltória de Dados (DEA)*

Após a seleção e validação do modelo, a próxima etapa foi definir o que representa melhor a tecnologia de produção; há necessidade de fazer algumas opções em relação à sua orientação e ao tipo de modelo DEA a ser utilizado. Para a aplicação do modelo, a escolha irá depender dos dados disponíveis. Para definir o modelo que representa melhor a tecnologia de produção, há necessidade de fazer algumas opções em relação à sua orientação e quanto ao tipo de retorno de escala.

#### *3.3.4.1 Definição da orientação*

A DEA apresenta basicamente três opções em relação à orientação dos modelos. Se a escolha for orientação *input*, indicará que o objetivo proposto será o de reduzir os *inputs* sem alterar o nível de *output*; se a escolha tiver orientação para o *output*, o objetivo passa a ser o de aumentar o nível de *output*, mantendo-se fixo os *inputs*; e, por fim, a orientação *input-output* que mescla as duas anteriores, ou seja, busca reduzir os *inputs*, expandindo os *outputs*.

No caso específico deste trabalho considera-se desfavorável a utilização do modelo com orientação para o *input* ou duplamente orientado, pois as unidades analisadas não almejam reduzir seus *inputs* (Capital Fixo, mão de obra e infraestruturas). Como um dos objetivos é aumentar o PIB estadual, a escolha se deu pelo modelo DEA com orientação para o *output*.

#### *3.3.4.2 Definição do modelo*

O modelo a ser selecionado diz respeito à relação estabelecida entre *input* e *output*, em outras palavras, ao tipo de retorno de escala. Há, basicamente, dois tipos de retornos: retorno constante de escala (CCR) e retorno variáveis de escala (BCC).

Neste trabalho optou-se pelo modelo BCC, o que significa dizer que os *inputs* aumentam ou diminuem em uma proporção diferente que os *outputs*, respeitando a questão do porte das unidades analisadas, o que quer dizer que, reduções ou incrementos nos *inputs* não geram alterações na mesma proporção nos *outputs*.

Além disso, o modelo BCC distingue entre ineficiência técnica e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante. Este modelo admite que a produtividade máxima varie em função da escala de produção.

# Capítulo 4: Apresentação dos Dados

Este capítulo tem por objetivo apresentar os indicadores de infraestrutura e indicadores econômicos de todos as regiões brasileiras, para o período de 1980 a 2005, assim como acompanhar a evolução dos mesmos no decorrer do período de análise.

## 4.1 Dados de infraestruturas

Para o desenvolvimento desta pesquisa foi necessária a organização das informações relacionadas tanto à quantidade, como à qualidade de diversas categorias de infraestrutura. As especificações dos dados, as fontes utilizadas, assim como as dificuldades encontradas na obtenção dos mesmos estão registradas neste capítulo. As informações são apresentadas para as cinco regiões brasileiras, para os anos de 1980, 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005.

O método para a elaboração dos indicadores que foram utilizados nas análises é uma adaptação do método desenvolvido no Informe para a Comissão da Comunidade Européia, dirigido pelo professor D. Biehl (1986). De acordo com o esquema de Biehl, foram recolhidas informações relacionadas à capacidade absoluta de cada uma das categorias que compõem a infraestrutura produtiva, selecionando a característica que apresenta a capacidade dos serviços

fornecidos de forma mais completa e que exerce maior influência sobre a atividade econômica.

O método de Biehl classifica as categorias de infraestrutura como em rede ou pontual e, a partir dessa distinção, estabelece que as infraestruturas em rede devam ter suas capacidades relacionadas às extensões territoriais, de forma a construir um indicador; e as infraestruturas pontuais devem ter suas capacidades relacionadas à população, de forma a encontrar o respectivo indicador de infraestrutura.

O método aqui proposto não utiliza essa classificação. Apenas busca relacionar as capacidades das diferentes modalidades de infraestrutura, ora com a população, ora com a extensão territorial, de acordo com a especificidade de cada caso.

É importante mencionar que para a construção destes indicadores, há importantes diferenças dentro das categorias de infraestrutura. Deve ficar claro que a função de toda e qualquer categoria de infraestrutura é servir à população. E que, por conta disso, torna-se razoável relacionar as disponibilidades absolutas dos serviços das diferentes categorias de infraestrutura com a população, de forma a obter um indicador que forneça a capacidade relativa dessas categorias e que permita a comparação entre regiões da federação.

É satisfatório estabelecer a relação entre disponibilidade e população, para diversas categorias de infraestrutura, uma vez que tal indicador permite que se identifique a capacidade de determinada categoria em servir a uma determinada população. Dizer que uma região do país que possui 800 mil habitantes tem 200 mil linhas telefônicas, é o mesmo que dizer que 25% da população dessa região são atendidos por esta categoria de infraestrutura.

No entanto, para algumas categorias de infraestrutura, não é indicado estabelecer a relação entre capacidade e população, uma vez que o indicador resultante não seria adequado para mensurar se uma população está sendo bem atendida ou não por aquela infraestrutura.

Suponha que a região A possua 100 quilômetros de estradas pavimentadas e, cerca de

4000 quilômetros de extensão territorial. Essa mesma região possui 200 mil habitantes. A região B possui, também, 100 quilômetros de estradas pavimentadas, só que possui cerca de 1000 quilômetros de extensão. A região B possui 2 milhões de habitantes. Se a relação entre capacidade das infraestruturas for estabelecida com a extensão territorial, será possível concluir que na região A há cerca 2,5% do território sob a forma de estradas pavimentas. Na região B, 10% do território estão pavimentados em forma de estrada. Ou seja, a região B está em melhor situação que a região A.

Se o indicador for elaborado por meio da relação entre disponibilidade da infraestrutura e população, certamente a região A estaria em uma situação positiva, se comparada com a região B, uma vez que 0,05% de sua população seria atendida, frente a 0,005% na região B.

É bastante evidente que o indicador construído a partir da relação entre disponibilidades e população, nestes casos, não é adequado. Ambas as regiões possuem a mesma quantidade de quilômetros de estradas pavimentadas, só que a região B possui cerca de 10 vezes mais habitantes que a região A. Seria correto dizer que os habitantes da região A seriam mais bem atendidos, em relação às rodovias, do que os habitantes da região B? Não! O bom atendimento, nestes casos, independe do número de indivíduos que a utilizam. Os cem quilômetros estão disponíveis tanto para 200 mil habitantes, como para 2 milhões. A qualidade e disponibilidade do serviço será a mesma para ambas as regiões.

Alguns tipos de infraestrutura têm que ser disponibilizados às pessoas por meio de redes físicas. Neste caso, é conveniente estabelecer a relação entre a disponibilidade da infraestrutura e a extensão territorial da região, de forma a gerar um indicador mais confiável. Esses são os casos das infraestruturas de Transportes: rodovias, ferrovias e dutos.

### *4.1.1Transportes*

A infraestrutura de Transporte realiza uma função essencial no processo de "aproximar" lugares, na acessibilidade e no equilíbrio regional. É parte fundamental do capital econômico de uma nação. Dada sua importância, esta categoria é constantemente objeto de atenção em estudos e pesquisas.

A elaboração do indicador de Transportes é realizada mediante a média aritmética dos índices de rodovia, ferrovia, portos, aeroportos e dutos. A média aritmética é utilizada, pois os serviços oferecidos pelos diferentes meios de Transportes podem apresentar certo grau de substituição entre si. Os pesos são os mesmos para cada modalidade dessa infraestrutura. Atribuir pesos a determinadas modalidades de infraestrutura pode resultar em um indicador irreal.

A análise dos dados será realizada de maneira individual, considerando as particularidades de cada região. Um exemplo de simples compreensão é o caso do estado de Minas Gerais. As infraestruturas de Transportes predominantes nesse estado são as rodovias e ferrovias. A infraestrutura de portos é inexistente. No entanto, o indicador de Transportes desse estado deve ser elaborado, também, considerando a infraestrutura de portos. O indicador de Transporte deve ser preparado de igual maneira para todas as regiões, de forma a permitir a comparação.

#### *4.1.1.1 Rodovias*

Rodovias são classificadas como um meio de Transporte que liga lugares. O indicador para esta modalidade de infraestrutura foi elaborado relacionando o total de quilômetros de rodovias pavimentadas com a extensão territorial (em km) de cada região brasileira. Para a elaboração deste indicador não foram utilizadas ponderações entre os diversos tipos de

rodovias, devido à indisponibilidade de dados desagregados por tipo de rodovia, regiões da federação e para todo o período de análise.

A variável utilizada para mensurar a infraestrutura de rodovias foi o número de quilômetros pavimentados. A utilização desta variável é de fundamental relevância, uma vez que somente são consideradas rodovias pavimentadas aquelas que permitem o tráfego, tanto de automóveis, como de caminhões. Portanto, somente foram contabilizados os quilômetros que permitem que se realize o transporte de forma adequada. Com isso, procurou-se cuidar da questão das diferenças de condições de tráfego entre tipos de rodovias.

A Tabela 4 apresenta os dados de capacidade das rodovias normalizados para todos os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

O Estado administra diretamente 99,5% da malha rodoviária brasileira (EXAME, 2007), com atribuições divididas entre o Ministério dos Transportes, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (Dnit) e a Agência Nacional de Transporte Terrestre (Antt).

**Tabela 4 – Evolução da capacidade das Rodovias**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,6 | 2,56 | 2,37 | 3,51 | 4,71 | 4,31 |
| Amapá | 0 | 0 | 1,84 | 2,07 | 1,22 | 1,22 |
| Amazonas | 1,33 | 1,06 | 1 | 0,22 | 0,85 | 0,85 |
| Pará | 1,18 | 0,99 | 1,24 | 1,24 | 2,34 | 2,41 |
| Rondônia | 1,12 | 5,43 | 7,38 | 9,53 | 4,68 | 4,68 |
| Roraima | 0 | 0,4 | 0,52 | 2,86 | 3,18 | 4,95 |
| Tocantins | 0 | 0 | 5,66 | 5,49 | 9,24 | 9,8 |
| Norte | 4,23 | 10,44 | 20,01 | 24,92 | 26,22 | 28,22 |
| Alagoas | 47,88 | 49,29 | 47,54 | 49,07 | 63,33 | 63,59 |
| Bahia | 14,29 | 16,06 | 16,68 | 17,64 | 16,82 | 16,89 |
| Ceará | 24,68 | 29,12 | 30,97 | 31,84 | 35,63 | 34,89 |
| Maranhão | 11,07 | 10,75 | 11,78 | 12,06 | 11,64 | 16,31 |
| Paraíba | 42,96 | 42,5 | 47,76 | 47,41 | 44,21 | 44,13 |
| Pernambuco | 46,32 | 46,28 | 45,47 | 46,98 | 44,16 | 44,25 |
| Piauí | 16,3 | 18,4 | 17,36 | 17,99 | 12,37 | 12,36 |
| Rio Grande do Norte | 34,52 | 41,48 | 46,24 | 46,97 | 62,81 | 63,14 |
| Sergipe | 33,16 | 28,64 | 26,84 | 26,65 | 66,01 | 66,16 |
| Nordeste | 271,18 | 282,52 | 290,64 | 296,61 | 356,98 | 361,72 |
| Distrito Federal | 94,67 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Goiás | 11,53 | 11,58 | 19,63 | 20,81 | 23,73 | 23,73 |
| Mato Grosso | 1,52 | 4,05 | 5,43 | 5,43 | 3,91 | 4,4 |
| Mato Grosso do Sul | 7,87 | 11,83 | 15,11 | 15,77 | 11,57 | 12,54 |
| Centro-Oeste | 115,59 | 127,46 | 140,17 | 142,01 | 139,21 | 140,67 |
| Minas Gerais | 32,5 | 30,36 | 34,16 | 34,89 | 25,75 | 25,71 |
| Espírito Santo | 44,92 | 40,04 | 40,21 | 42,29 | 52,61 | 52,58 |
| Rio de Janeiro | 100 | 84,3 | 84,16 | 84,21 | 98,15 | 98,38 |
| São Paulo | 45,31 | 41,28 | 39,45 | 39,69 | 83,33 | 83,32 |
| Sudeste | 222,73 | 195,98 | 197,98 | 201,08 | 259,84 | 259,99 |
| Paraná | 38,87 | 36,37 | 39,14 | 40,59 | 61,74 | 61,43 |
| Rio Grande do Sul | 37,87 | 37,47 | 36,31 | 36,93 | 28,75 | 28,75 |
| Santa Catarina | 46,26 | 46,57 | 49,26 | 50,83 | 52,8 | 52,77 |
| Sul | 123 | 120,41 | 124,71 | 128,35 | 143,29 | 142,95 |

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.

- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.

- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional de Transporte Terrestre (Antt).
- Associação Brasileira de Concessionárias de Rodovias (Abcr).
- Confederação Nacional do Transporte (Cnt).
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (Dnit).
- Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea).

Inúmeras foram as dificuldades na coleta de dados dessa variável, a ressaltar: precariedade dos dados apresentados pelas diferentes fontes, indisponibilidade de dados por estados e períodos e diferença de registro de dados entre fontes. Devido a tais obstáculos, as fontes utilizadas para a obtenção dos dados foram o IPEA e os Anuários de Infraestrutura da revista Exame.

#### *4.1.1.2 Ferrovias*

Ferrovias representam um indicador de tipo rede, pois tem a função de ligar lugares, assim como as rodovias. Para a elaboração deste indicador foi relacionado os quilômetros de ferrovias com a extensão territorial (em km) de cada estado e, dessa forma, encontrar a capacidade de cada região.

A extensão da malha ferroviária brasileira, até o final do ano de 2007, totalizava 29.487 quilômetros. Concessionárias privadas administram 96% dessa malha (EXAME, 2007). Essa malha está subdividida entre 12 principais ferrovias, que operam em vários estados e são gerenciadas por 6 concessionárias.

Para a elaboração deste indicador não foram utilizadas ponderações entre as diferentes ferrovias devido à indisponibilidade do dado de capacidade (tonelada de quilometro útil transportada – TKU) por ferrovias. Além disso, devido ao fato de uma ferrovia não operar em apenas um estado, torna-se complexa a tarefa de mensurar a capacidade de cada ferrovia, considerando diferentes unidades da federação e a presença de várias ferrovias por estado.

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

A Tabela 5 apresenta os dados normalizados de capacidade das ferrovias para todos os estados e Distrito Federal, assim como para regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional de Transporte Terrestre (Antt).
- Associação Brasileira da Indústria Ferroviária (Abifer).
- Associação Nacional dos Transportadores Ferroviários (Antf).
- Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte (Dnit).
- Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto Pesquisas Econômicas Aplicadas (Ipea).

**Tabela 5 – Evolução da capacidade das Ferrovias**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amapá | 0 | 0 | 0 | 4,1 | 5,57 | 5,55 |
| Amazonas | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pará | 0 | 0 | 0 | 0,93 | 0,84 | 0,84 |
| Rondônia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Roraima | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tocantins | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Norte | 0 | 0 | 0 | 5,03 | 6,41 | 6,39 |
| Alagoas | 0 | 0 | 0 | 40,87 | 59,66 | 59,77 |
| Bahia | 0 | 0 | 0 | 8,32 | 11,36 | 11,32 |
| Ceará | 0 | 0 | 22,86 | 23,92 | 33,18 | 33,1 |
| Maranhão | 0 | 0 | 5,72 | 12,35 | 17,13 | 17,09 |
| Paraíba | 0 | 0 | 31,33 | 36,66 | 46,32 | 46,13 |
| Pernambuco | 94,84 | 100 | 59,36 | 32,05 | 22,87 | 22,87 |
| Piauí | 0 | 0 | 0 | 2,9 | 3,62 | 3,61 |
| Rio Grande do Norte | 0 | 0 | 2,49 | 31,24 | 27,87 | 27,95 |
| Sergipe | 0 | 0 | 0 | 43,53 | 52,23 | 52,24 |
| Nordeste | 94,84 | 100 | 121,76 | 231,84 | 274,24 | 274,08 |
| Distrito Federal | 0 | 0 | 0 | 30,17 | 40,96 | 40,86 |
| Goiás | 0 | 0 | 0 | 5,55 | 7,73 | 7,72 |
| Mato Grosso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mato Grosso do Sul | 0 | 0 | 0 | 10,3 | 13,92 | 13,88 |
| Centro-Oeste | 0 | 0 | 0 | 46,02 | 62,61 | 62,46 |
| Espírito Santo | 23,35 | 42,68 | 8,72 | 34,1 | 43,51 | 43,38 |
| Minas Gerais | 10,78 | 23,08 | 21,52 | 26,23 | 37,22 | 37,14 |
| Rio de Janeiro | 100 | 19,01 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| São Paulo | 39,1 | 56,95 | 64,98 | 70,93 | 89,46 | 89,24 |
| Sudeste | 173,23 | 141,72 | 195,22 | 231,26 | 270,19 | 269,76 |
| Paraná | 23,33 | 34,22 | 39,92 | 34,22 | 47,33 | 47,21 |
| Rio Grande do Sul | 19,79 | 24,46 | 28,95 | 33,48 | 45,47 | 45,37 |
| Santa Catarina | 0 | 0 | 0 | 43,72 | 58,86 | 58,69 |
| Sul | 43,12 | 58,68 | 68,87 | 111,42 | 151,66 | 151,27 |

Assim como para a infraestrutura de rodovias, a coleta de dados para a variável malha ferroviária representou tarefa dificultosa, devido ao fato principal de que a contabilização da

malha ferroviária é realizada por ferrovias, sendo que cada ferrovia possui malha em diferentes estados. Outros fatores que representaram obstáculos à coleta dos dados foram a indisponibilidade de dados para diferentes períodos e estados e a diferença de registro de dados entre fontes. Devido a tais dificuldades, as fontes utilizadas para a obtenção dos dados foram o GEIPOT e os Anuários de Infraestrutura da revista Exame.

#### *4.1.1.3 Aeroportos*

O indicador de aeroportos é elaborado relacionando-se a quantidade (em toneladas) de carga transportada com a população de cada estado, para então, encontrar a capacidade regional. Para mensurar a capacidade de Transporte de carga foi utilizada a variável movimentação de carga. Esta variável pode ser considerada como uma medida de capacidade, já que não é permitido que um aeroporto movimente mais carga do que sua capacidade permite.

A Tabela 6 apresenta os dados normalizados referentes às capacidades dos aeroportos para todos os estados e Distrito Federal, assim como para a regiões brasileiras, no período de 1980 a 2005.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária (Infraero).
- Agência Nacional de Aviação Civil (Anac).
- Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes (Geipot).

**Tabela 6 – Evolução da capacidade dos Aeroportos**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,67 |
| Amapá | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,42 |
| Amazonas | 30,15 | 26,79 | 46,79 | 9,12 | 8,79 | 21,08 |
| Pará | 11,95 | 9,77 | 6,19 | 19,42 | 8,29 | 3,72 |
| Rondônia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,62 |
| Roraima | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,11 |
| Tocantins | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,17 |
| Norte | 42,1 | 36,56 | 52,98 | 28,54 | 17,08 | 26,79 |
| Alagoas | 0,81 | 0,57 | 0,74 | 2,98 | 2,95 | 0,37 |
| Bahia | 9,81 | 6,86 | 6,79 | 40,45 | 47,32 | 11,91 |
| Ceará | 4,37 | 5,98 | 3,95 | 14,6 | 8,86 | 4,9 |
| Maranhão | 1,54 | 1,24 | 1,35 | 4,81 | 3,41 | 1,37 |
| Paraíba | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,35 |
| Pernambuco | 13,66 | 9,83 | 7,36 | 21,99 | 10,27 | 7,73 |
| Piauí | 0,81 | 0,66 | 0,64 | 2,34 | 2,55 | 0,49 |
| Rio Grande do Norte | 1,08 | 1,04 | 1,12 | 2,22 | 2,73 | 1,46 |
| Sergipe | 0,96 | 1,11 | 0,7 | 2,5 | 2,02 | 0,41 |
| Nordeste | 33,04 | 27,29 | 22,65 | 91,89 | 80,11 | 28,99 |
| Distrito Federal | 14,36 | 12,12 | 8,64 | 52,06 | 31,42 | 10,23 |
| Goiás | 1,26 | 1,4 | 1,09 | 19,42 | 5,7 | 1 |
| Mato Grosso | 2,52 | 4,24 | 2,15 | 6,4 | 6,29 | 0,93 |
| Mato Grosso do Sul | 1,93 | 3,11 | 1,36 | 6,5 | 4,82 | 0,7 |
| Centro-Oeste | 20,07 | 20,87 | 13,24 | 84,38 | 48,23 | 12,86 |
| Espírito Santo | 0,92 | 0,67 | 0,94 | 4,88 | 4,63 | 1,99 |
| Minas Gerais | 4,34 | 0,03 | 2,37 | 26,72 | 23,9 | 2,91 |
| Rio de Janeiro | 87,4 | 96,93 | 42,2 | 83,93 | 60,4 | 15,73 |
| São Paulo | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Sudeste | 192,66 | 197,63 | 145,51 | 215,53 | 188,93 | 120,63 |
| Paraná | 3,71 | 3,89 | 2,6 | 12,63 | 11,13 | 4,61 |
| Rio Grande do Sul | 13,84 | 10,34 | 8,79 | 17,93 | 16,66 | 5,81 |
| Santa Catarina | 2,19 | 2,13 | 0,62 | 9,22 | 8,88 | 1,21 |
| Sul | 19,74 | 16,36 | 12,01 | 39,78 | 36,67 | 11,63 |

A coleta de dados para a variável Transporte de cargas representou um grande desafio. Para o período de 1985 a 1995 foi necessário identificar os aeroportos internacionais e

regionais por estado, verificar, juntamente à Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária, a movimentação de carga por aeroporto e, a partir disso, calcular a movimentação por carga de cada estado da federação e região. Para o período anterior a 1985, foram utilizados dados do GEIPOT. Dessa forma, as principais fontes utilizadas para a obtenção destes dados foram os Anuários de Infraestrutura da revista Exame, a Infraero e o GEIPOT.

#### *4.1.1.4 Portos*

O indicador de portos é elaborado relacionando-se a quantidade (em mil toneladas) de carga transportada com a população de cada estado para, então, encontrar a capacidade regional. Para mensurar a capacidade de Transporte de carga foi utilizada a variável movimentação de carga. Esta 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.

No Brasil há 215 terminais portuários (EXAME, 2007), sendo que 128 são terminais de uso privativos e 87 são terminais de uso público. A Tabela 7 apresenta os dados normalizados de capacidade dos portos para todos os estados brasileiros e Distrito Federal, assim como para as regiões, no período de 1980 à 2005.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Anuário Estatístico Portuário 2006.
- Agência Nacional de Transportes Aquaviário (Antaq).

- Associação Brasileira de Terminais Portuários (Abtp).

**Tabela 7 – Evolução da capacidade dos Portos**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amapá | 0,32 | 0,23 | 0,13 | 0,13 | 0,09 | 0,19 |
| Amazonas | 0,41 | 0,55 | 0,64 | 0,29 | 0,79 | 1,4 |
| Pará | 1,06 | 2,1 | 1,87 | 1,27 | 2,42 | 3,49 |
| Rondônia | 0 | 0,03 | 0,19 | 0,09 | 0,25 | 0,28 |
| Roraima | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,28 |
| Tocantins | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Norte | 1,79 | 2,91 | 2,83 | 1,78 | 3,55 | 5,64 |
| Alagoas | 0,48 | 0,6 | 0,45 | 0,32 | 0,33 | 0,48 |
| Bahia | 1,92 | 2,66 | 2,62 | 1,41 | 2,43 | 3,15 |
| Ceará | 0,35 | 0,33 | 0,3 | 0,27 | 0,37 | 0,46 |
| Maranhão | 0,09 | 0,33 | 5,98 | 4,48 | 5,39 | 8,55 |
| Paraíba | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Pernambuco | 0,87 | 0,86 | 0,52 | 0,56 | 0,68 | 0,68 |
| Piauí | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rio Grande do Norte | 0,66 | 0,84 | 1,07 | 0,76 | 1,16 | 1,09 |
| Sergipe | 0,48 | 0,99 | 0,74 | 0,22 | 0,31 | 0,33 |
| Nordeste | 104,85 | 106,61 | 111,68 | 108,02 | 110,67 | 114,74 |
| Distrito Federal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Goiás | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mato Grosso | 0 | 0,01 | 0 | 0 | 0,02 | 0 |
| Mato Grosso do Sul | 0 | 0,06 | 0,15 | 0,11 | 0,21 | 0,31 |
| Centro-Oeste | 0 | 0,07 | 0,15 | 0,11 | 0,23 | 0,31 |
| Espírito Santo | 15,64 | 19,65 | 15,72 | 8,4 | 11,97 | 15,48 |
| Minas Gerais | 0 | 7,54 | 4,36 | 0,8 | 1,96 | 0 |
| Rio de Janeiro | 10,28 | 13,36 | 10,28 | 5,25 | 7,3 | 10,04 |
| São Paulo | 10,42 | 13,41 | 10,69 | 6,26 | 9,77 | 14,23 |
| Sudeste | 36,34 | 53,96 | 41,05 | 20,71 | 31 | 39,75 |
| Paraná | 1,43 | 2,43 | 2,4 | 1,52 | 2,22 | 4,19 |
| Rio Grande do Sul | 2,95 | 1,55 | 4,44 | 1,66 | 2,22 | 4,14 |
| Santa Catarina | 1,78 | 2,87 | 2,04 | 1,09 | 2,06 | 2,63 |
| Sul | 6,16 | 6,85 | 8,88 | 4,27 | 6,5 | 10,96 |

Os dados referentes à movimentação de carga portuária não são de acesso facilitado. Para os anos mais recentes, após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados, desagregados por estado. Para o período anterior, as dificuldades são diversas, a começar pela falta de uniformização da unidade de mensuração, a indisponibilidade de dados para diferentes períodos e estados e a diferença de registro de dados entre fontes. Por vezes, foi necessário entrar em contato com o porto em questão, acesso via sitio da internet, de forma a identificar os dados necessários.

As principais fontes utilizadas para a obtenção destes dados foram os Anuários de Infraestrutura da revista Exame, a Antaq e o GEIPOT.

#### *4.1.1.5 Dutos*

Dutos são considerados meios de Transporte para determinados tipos de líquidos, entre ele, o combustível petróleo. Dessa forma, podem ser considerados como uma infraestrutura em rede, cujo objetivo é ligar lugares. Para a elaboração deste indicador foi relacionada a carga transportada (em mil toneladas) com a extensão territorial (em km) de cada estado, para então, identificar a capacidade de cada região.

A variável carga transportada é considerada adequada para mensurar a capacidade de Transporte dos dutos, uma vez que um duto não transporta quantidades além da sua capacidade.

Dados referentes aos dutos brasileiros não são muito difundidos. Desta forma, a única fonte de dados utilizada para a coleta desses dados foi o GEIPOT.

A Tabela 8 apresenta os dados normalizados de capacidade de dutos para todos os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

**Tabela 8 – Evolução da capacidade dos Dutos**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amapá | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Amazonas | 0 | 0 | 0 | 0,36 | 0 | 0 |
| Pará | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rondônia | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Roraima | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Tocantins | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Norte | 0 | 0 | 0 | 0,36 | 0 | 0 |
| Alagoas | 0,57 | 16,22 | 13,57 | 13,12 | 0,2 | 0,2 |
| Bahia | 24,57 | 14,86 | 6,52 | 4,51 | 0,08 | 0,08 |
| Ceará | 0 | 0 | 0,44 | 0,27 | 0,01 | 0,01 |
| Maranhão | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Paraíba | 0 | 0 | 0 | 1,66 | 0,03 | 0,03 |
| Pernambuco | 0 | 0 | 1,68 | 1,05 | 0,02 | 0,02 |
| Piauí | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Rio Grande do Norte | 0 | 16,78 | 22,81 | 22,73 | 0,31 | 0,31 |
| Sergipe | 100 | 100 | 62,31 | 35,13 | 0,77 | 0,77 |
| Nordeste | 125,14 | 147,86 | 107,33 | 78,47 | 1,42 | 1,42 |
| Distrito Federal | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Goiás | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mato Grosso | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Mato Grosso do Sul | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Centro-Oeste | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Espírito Santo | 0 | 7,68 | 5,74 | 7,37 | 0,15 | 0,15 |
| Minas Gerais | 53,28 | 25,88 | 18,55 | 12,81 | 0,3 | 0,3 |
| Rio de Janeiro | 0 | 84,9 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| São Paulo | 0 | 0 | 0,07 | 1,57 | 3,64 | 3,64 |
| Sudeste | 53,28 | 118,46 | 124,36 | 121,75 | 104,09 | 104,09 |
| Paraná | 0 | 0 | 0 | 28,58 | 0,44 | 0,44 |
| Rio Grande do Sul | 0 | 0 | 0,17 | 0,12 | 0,01 | 0,01 |
| Santa Catarina | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Sul | 0 | 0 | 0,17 | 28,7 | 0,45 | 0,45 |

A Tabela 9 apresenta a capacidade média (considerando o efeito substituição e as 5 modalidades de infraestrutura) de Transportes para todos os estados brasileiros e regiões, no período de 1980 à 2005.

**Tabela 9 – Capacidade média dos Transportes**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,12 | 0,51 | 0,47 | 0,7 | 0,94 | 0,99 |
| Amapá | 0,06 | 0,05 | 0,39 | 1,26 | 1,38 | 1,48 |
| Amazonas | 6,38 | 5,68 | 9,69 | 2 | 2,09 | 4,67 |
| Pará | 2,84 | 2,57 | 1,86 | 4,57 | 2,78 | 2,09 |
| Rondônia | 0,22 | 1,09 | 1,51 | 1,92 | 0,99 | 1,11 |
| Roraima | 0 | 0,08 | 0,1 | 0,57 | 0,64 | 1,07 |
| Tocantins | 0 | 0 | 1,13 | 1,1 | 1,85 | 1,99 |
| Norte | 9,62 | 9,98 | 15,15 | 12,12 | 10,67 | 13,4 |
| Alagoas | 9,95 | 13,34 | 12,46 | 21,27 | 25,29 | 24,88 |
| Bahia | 10,12 | 8,09 | 6,52 | 14,46 | 15,6 | 8,67 |
| Ceará | 5,88 | 7,09 | 11,71 | 14,18 | 15,61 | 14,67 |
| Maranhão | 2,54 | 2,46 | 4,97 | 6,74 | 7,51 | 8,66 |
| Paraíba | 28,59 | 28,5 | 35,82 | 37,15 | 38,11 | 38,13 |
| Pernambuco | 31,14 | 31,39 | 22,88 | 20,53 | 15,6 | 15,11 |
| Piauí | 3,42 | 3,81 | 3,6 | 4,65 | 3,71 | 3,29 |
| Rio Grande do Norte | 7,25 | 12,03 | 14,74 | 20,79 | 18,97 | 18,79 |
| Sergipe | 26,92 | 26,15 | 18,12 | 21,61 | 24,27 | 23,98 |
| Nordeste | 125,81 | 132,86 | 130,82 | 161,38 | 164,67 | 156,18 |
| Distrito Federal | 21,81 | 22,42 | 21,73 | 36,44 | 34,48 | 30,22 |
| Goiás | 2,56 | 2,6 | 4,15 | 9,16 | 7,43 | 6,49 |
| Mato Grosso | 0,81 | 1,66 | 1,52 | 2,37 | 2,05 | 1,07 |
| Mato Grosso do Sul | 1,96 | 3 | 3,32 | 6,53 | 6,1 | 5,49 |
| Centro-Oeste | 27,14 | 29,68 | 30,72 | 54,5 | 50,06 | 43,27 |
| Espírito Santo | 16,96 | 22,15 | 14,27 | 19,41 | 22,57 | 22,71 |
| Minas Gerais | 20,18 | 17,38 | 16,19 | 20,29 | 17,83 | 13,21 |
| Rio de Janeiro | 59,54 | 59,7 | 67,33 | 74,68 | 73,17 | 64,83 |
| São Paulo | 38,97 | 42,33 | 43,04 | 43,69 | 57,24 | 58,08 |
| Sudeste | 135,65 | 141,56 | 140,83 | 158,07 | 170,81 | 158,83 |
| Paraná | 13,47 | 15,38 | 16,81 | 23,51 | 24,57 | 23,57 |
| Rio Grande do Sul | 14,89 | 14,76 | 15,73 | 18,02 | 18,62 | 16,81 |
| Santa Catarina | 10,04 | 10,31 | 10,39 | 20,97 | 24,52 | 23,06 |
| Sul | 38,4 | 40,45 | 42,93 | 62,5 | 67,71 | 63,44 |

E, por fim, a Tabela 10 apresenta a capacidade média dos Transportes, já normalizada, para todos os estados e regiões do país e a Figura 2 apresenta a versão gráfica desses dados somente para as regiões brasileiras.

**Tabela 10 – Evolução da capacidade média de Transportes (índice)**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,20 | 0,86 | 0,70 | 0,94 | 1,29 | 1,53 |
| Amapá | 0,11 | 0,08 | 0,58 | 1,69 | 1,88 | 2,28 |
| Amazonas | 10,71 | 9,51 | 14,39 | 2,68 | 2,85 | 7,20 |
| Pará | 4,77 | 4,31 | 2,76 | 6,12 | 3,80 | 3,23 |
| Rondônia | 0,38 | 1,83 | 2,25 | 2,58 | 1,35 | 1,72 |
| Roraima | 0,00 | 0,13 | 0,15 | 0,77 | 0,87 | 1,65 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 1,68 | 1,47 | 2,52 | 3,08 |
| Norte | 16,17 | 16,72 | 22,52 | 16,24 | 14,56 | 20,68 |
| Alagoas | 16,71 | 22,34 | 18,51 | 28,49 | 34,57 | 38,38 |
| Bahia | 16,99 | 13,55 | 9,69 | 19,37 | 21,32 | 13,37 |
| Ceará | 9,88 | 11,87 | 17,39 | 18,99 | 21,33 | 22,63 |
| Maranhão | 4,26 | 4,13 | 7,37 | 9,03 | 10,27 | 13,37 |
| Paraíba | 48,03 | 47,74 | 53,20 | 49,74 | 52,09 | 58,81 |
| Pernambuco | 52,30 | 52,58 | 33,98 | 27,48 | 21,32 | 23,31 |
| Piauí | 5,75 | 6,38 | 5,35 | 6,22 | 5,07 | 5,08 |
| Rio Grande do Norte | 12,18 | 20,15 | 21,90 | 27,83 | 25,93 | 28,98 |
| Sergipe | 45,22 | 43,80 | 26,91 | 28,93 | 33,17 | 36,99 |
| Nordeste | 211,32 | 222,54 | 194,29 | 216,08 | 225,06 | 240,92 |
| Distrito Federal | 36,63 | 37,56 | 32,27 | 48,80 | 47,12 | 46,61 |
| Goiás | 4,30 | 4,35 | 6,16 | 12,26 | 10,16 | 10,01 |
| Mato Grosso | 3,29 | 5,02 | 4,94 | 8,75 | 8,34 | 8,47 |
| Mato Grosso do Sul | 33,90 | 29,11 | 24,05 | 27,17 | 24,36 | 20,38 |
| Centro-Oeste | 78,12 | 76,04 | 67,42 | 96,99 | 89,98 | 85,46 |
| Espírito Santo | 28,49 | 37,10 | 21,19 | 25,99 | 30,85 | 35,04 |
| Minas Gerais | 33,90 | 29,11 | 24,05 | 27,17 | 24,36 | 20,38 |
| Rio de Janeiro | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| São Paulo | 65,45 | 70,90 | 63,92 | 58,51 | 78,23 | 89,59 |
| Sudeste | 227,84 | 237,10 | 209,16 | 211,66 | 233,44 | 245,01 |
| Paraná | 22,62 | 25,76 | 24,97 | 31,48 | 33,58 | 36,36 |
| Rio Grande do Sul | 25,01 | 24,73 | 23,37 | 24,13 | 25,45 | 25,94 |
| Santa Catarina | 16,87 | 17,28 | 15,42 | 28,08 | 33,51 | 35,57 |
| Sul | 64,50 | 67,77 | 63,76 | 83,70 | 92,54 | 97,87 |

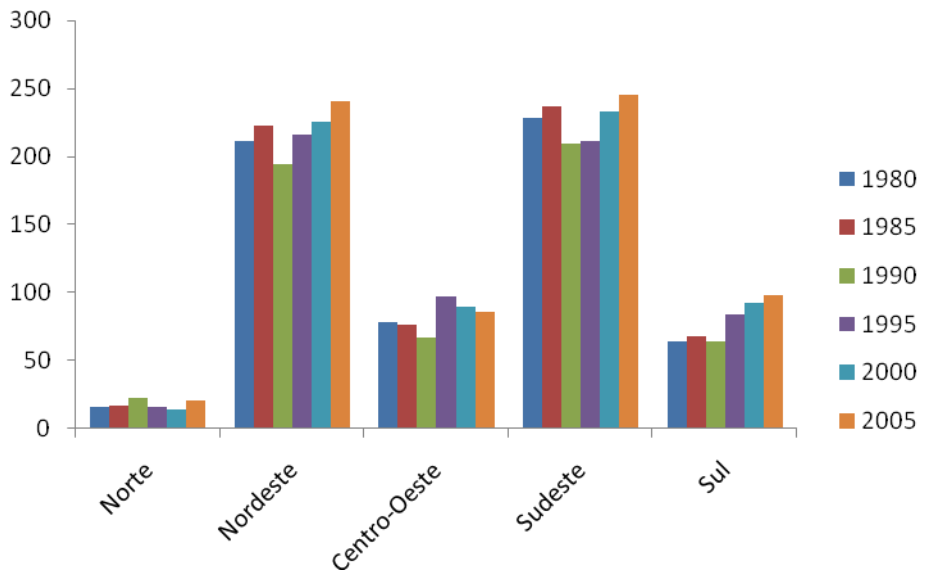


**Figura 2 – Evolução da capacidade de Transportes (por regiões)**

### *4.1.2 Comunicações*

A infraestrutura de comunicações é considerada uma das categorias de maior relevância e dinamismo dentro do capital econômico. Os avanços nessa categoria de infraestrutura incidem de maneira considerável sobre a atividade econômica e o desenvolvimento regional.

A variável utilizada para mensurar a infraestrutura de comunicações foi o número de linhas telefônicas instaladas. A elaboração do indicador de comunicações foi realizada por meio da relação entre o número de linhas instaladas de telefone e a população. O número de linhas instaladas pode ser considerado um indicador da capacidade da infraestrutura de comunicações, uma vez que não é possível que sejam instaladas mais linha do que a capacidade permite.

A Lei Geral das Telecomunicações, criada em 1998, previa que a Anatel (Agência Nacional de Telecomunicações) fosse o órgão regulador do setor, no entanto, o Ministério das

Comunicações interfere em algumas questões, como a política tributária. Isso demonstra instabilidade quanto às questões legais a que este setor está submetido.

Em relação às questões tributárias, o setor de telefonia no Brasil recebe um tratamento tributário equivalente ao concedido a produtos como o cigarro, bebidas alcoólicas e armas. Essa distorção atua como freio à expansão de outras atividades produtivas que dependem do barateamento dos serviços básicos de Telecomunicação.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional de Telecomunicações (Anatel).
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

Os dados referentes às linhas instaladas são de acesso facilitado. Para os anos mais recentes, após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados, desagregados por estado. Para o período anterior, tanto o IBGE, como o IPEA disponibilizam tais dados, desagregados por estado, para diversos anos.

A Tabela 11 apresenta os dados de Comunicação, normalizados, para todos os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005. A Figura 3 apresenta, de forma gráfica, a evolução da variável Comunicação somente para as regiões brasileiras.

**Tabela 11 – Evolução da capacidade de Comunicação**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 13,15 | 26,52 | 32,69 | 18,97 | 38,79 | 32,98 |
| Amapá | 19 | 28,71 | 45,47 | 33,93 | 42,94 | 28,77 |
| Amazonas | 14,08 | 30,37 | 32,81 | 18,67 | 32,84 | 40,33 |
| Pará | 13,07 | 16,23 | 18,3 | 13,84 | 24,54 | 30,5 |
| Rondônia | 6,55 | 26,21 | 27,68 | 14,71 | 42,4 | 35,9 |
| Roraima | 32,66 | 59,45 | 92,19 | 25,47 | 42,35 | 36,52 |
| Tocantins | 0 | 0 | 11,6 | 10,75 | 22,67 | 27,2 |
| Norte | 98,51 | 187,49 | 260,74 | 136,34 | 246,53 | 232,20 |
| Alagoas | 11,33 | 12,92 | 17,88 | 13 | 24,95 | 30,73 |
| Bahia | 10,48 | 18,12 | 23,33 | 18,52 | 28,83 | 42,4 |
| Ceará | 12,53 | 18,62 | 20,36 | 18,54 | 29,64 | 31,31 |
| Maranhão | 4,88 | 8,31 | 11 | 9,25 | 16,14 | 22 |
| Paraíba | 12,84 | 14,95 | 20,75 | 15,28 | 26,38 | 37,12 |
| Pernambuco | 10,48 | 16,42 | 18,54 | 11,55 | 30,26 | 45,83 |
| Piauí | 7,64 | 14,29 | 15,07 | 12,14 | 23,86 | 27,87 |
| Rio Grande do Norte | 14,13 | 14,89 | 20,58 | 15,47 | 32,63 | 39,66 |
| Sergipe | 11,06 | 21,84 | 25,82 | 16,72 | 26,06 | 41,75 |
| Nordeste | 95,37 | 140,36 | 173,33 | 130,47 | 238,75 | 318,67 |
| Distrito Federal | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 90,02 |
| Goiás | 13,34 | 23,37 | 28,37 | 27,42 | 49,5 | 60,46 |
| Mato Grosso | 10,71 | 26,58 | 33,6 | 21,4 | 41,66 | 43,56 |
| Mato Grosso do Sul | 13,39 | 34,39 | 43,15 | 28,26 | 54,47 | 55,84 |
| Centro-Oeste | 137,44 | 184,34 | 205,12 | 177,08 | 245,63 | 249,88 |
| Espírito Santo | 22,93 | 35,63 | 44,59 | 28,04 | 48,02 | 66,21 |
| Minas Gerais | 29,16 | 36,01 | 40,64 | 27,51 | 47,92 | 58,82 |
| Rio de Janeiro | 70,05 | 70,88 | 64,58 | 37,69 | 71,46 | 96,88 |
| São Paulo | 54,21 | 69,8 | 71,52 | 44,6 | 84,88 | 100 |
| Sudeste | 176,35 | 212,32 | 221,33 | 137,84 | 252,28 | 321,91 |
| Paraná | 28,23 | 44,88 | 50,6 | 36,97 | 57,55 | 65,43 |
| Rio Grande do Sul | 22,3 | 37,92 | 41,35 | 29,88 | 50,39 | 65,45 |
| Santa Catarina | 20,72 | 30,36 | 36,59 | 29,4 | 51,54 | 60,93 |
| Sul | 71,25 | 113,16 | 128,54 | 96,25 | 159,48 | 191,81 |

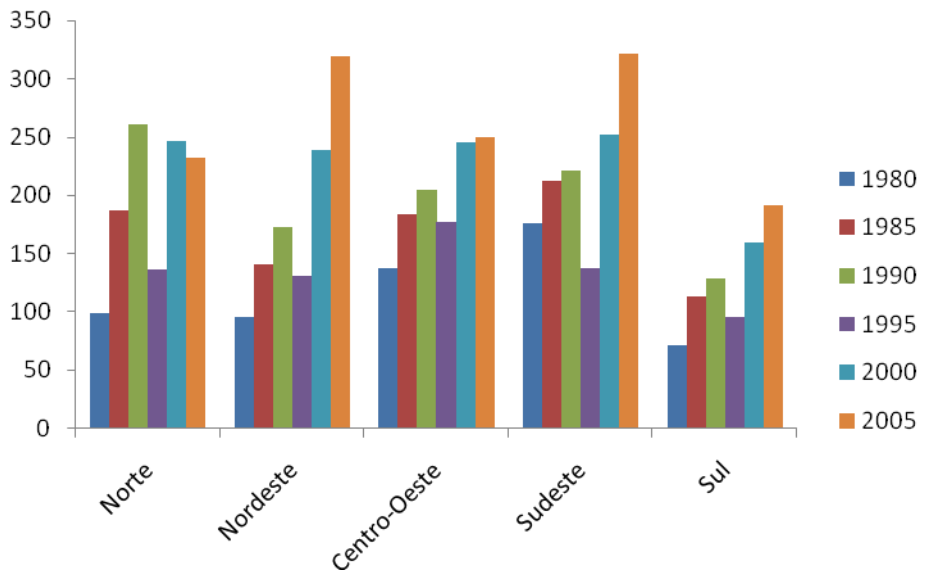


**Figura 3 - Evolução da capacidade de Comunicações**

### *4.1.3 Energia*

A infraestrutura de Energia tem fundamental importância no processo de crescimento e desenvolvimento do país. Os níveis de consumo de Energia elétrica per capita devem continuar evoluindo, uma vez que a população continua a crescer, os serviços de Energia estão mais bem disseminados e a melhora na renda da população incentiva a compra de eletrodomésticos e eletrônicos que consomem Energia.

O Atlas de Energia do Brasil, publicado pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) no ano de 2005, apresenta algumas fontes energéticas no país, entre elas a Energia elétrica (hidráulica), o petróleo, o gás natural e o álcool etílico.

A matriz energética brasileira deve se diversificar nos próximos anos. Estudos da Empresa de Pesquisa Energética (2006) indicam que a participação das hidrelétricas na produção de eletricidade no país deve diminuir de 81% para 75% em 2016. A utilização de outras fontes de Energia deve crescer de 15% para 20% no período.

A elaboração do indicador de Energia, neste trabalho, é realizada mediante a média aritmética dos indicadores de Energia elétrica, petróleo, gás natural e álcool etílico. A média aritmética é utilizada, pois os serviços oferecidos pelas diferentes fontes de Energia apresentam certo grau de substituição entre si.

#### *4.1.3.1 Energia elétrica*

A Energia elétrica é gerada por meio do aproveitamento de recursos hidráulicos, por meio da utilização de turbinas hidráulicas, devidamente acopladas a um gerador elétrico. O aproveitamento dos potenciais hidráulicos para a geração de Energia elétrica requer a formação de grandes reservatórios de água e, conseqüentemente, a inundação de grandes áreas.

A variável utilizada para mensurar a infraestrutura de Energia elétrica foi a capacidade instalada de Energia elétrica. A utilização de tal medida se faz relevante uma vez que retrata a atual condição produtiva de Energia elétrica de cada unidade da federação e, conseqüentemente, de cada região.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel);
- Empresa de Pesquisa Energética (Epe);
- Instituto Brasileiro de Geografia Estatística (IBGE);
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea).

Os dados mais atuais referentes à capacidade instalada de Energia são de acesso facilitado. Para os anos mais recentes, após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados, desagregados por estado. Para o período anterior, as dificuldades são diversas, a começar pela falta de uniformização da unidade de mensuração, a indisponibilidade de dados para diferentes períodos e estados e a diferença de registro de dados entre fontes. As principais fontes utilizadas para a obtenção destes dados foram os Anuários de Infraestrutura da revista Exame, o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística e o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.

A Tabela 12 apresenta os dados normalizados de capacidade de Energia elétrica para os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de análise dessa pesquisa (1980 a 2005).

**Tabela 12 – Evolução da capacidade de Energia Elétrica**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,35 | 0,56 | 0,71 | 0,97 | 0,92 | 0,58 |
| Amapá | 0,52 | 0,54 | 0,41 | 0,94 | 1,15 | 1,12 |
| Amazonas | 2,93 | 3,87 | 6,21 | 5,90 | 8,04 | 7,10 |
| Pará | 4,69 | 8,57 | 32,83 | 35,92 | 31,78 | 32,15 |
| Rondônia | 0,00 | 1,61 | 2,03 | 3,00 | 3,08 | 3,93 |
| Roraima | 0,21 | 0,24 | 0,43 | 0,97 | 0,82 | 0,95 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,21 | 0,20 | 0,47 | 4,62 |
| Norte | 8,71 | 15,38 | 42,83 | 47,90 | 46,27 | 50,44 |
| Alagoas | 12,21 | 4,40 | 3,96 | 3,63 | 3,20 | 37,17 |
| Bahia | 25,71 | 49,59 | 49,54 | 44,61 | 39,28 | 42,98 |
| Ceará | 0,05 | 0,13 | 0,04 | 0,03 | 0,16 | 4,12 |
| Maranhão | 2,45 | 1,24 | 1,16 | 1,05 | 0,04 | 1,18 |
| Paraíba | 0,05 | 0,13 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,31 |
| Pernambuco | 1,80 | 2,28 | 14,81 | 13,57 | 11,97 | 11,45 |
| Piauí | 0,59 | 0,98 | 1,54 | 1,94 | 1,71 | 1,38 |
| Rio Grande do Norte | 0,00 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,87 |
| Sergipe | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 12,39 | 21,83 | 15,58 |
| Nordeste | 42,87 | 58,97 | 71,06 | 77,25 | 78,22 | 115,04 |
| Distrito Federal | 0,42 | 0,61 | 0,32 | 0,31 | 0,25 | 0,19 |
| Goiás | 13,02 | 4,75 | 4,16 | 5,42 | 16,94 | 39,56 |
| Mato Grosso | 30,42 | 0,65 | 0,87 | 1,01 | 2,87 | 7,57 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,86 | 0,47 | 0,40 | 0,70 | 34,09 |
| Centro-Oeste | 43,86 | 6,88 | 5,81 | 7,13 | 20,77 | 81,41 |
| Espírito Santo | 2,04 | 2,84 | 1,46 | 1,34 | 1,33 | 4,48 |
| Minas Gerais | 77,37 | 100,00 | 100,00 | 86,80 | 83,22 | 80,69 |
| Rio de Janeiro | 22,08 | 18,62 | 21,84 | 19,69 | 17,13 | 32,60 |
| São Paulo | 100,00 | 96,42 | 92,37 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Sudeste | 201,49 | 217,89 | 215,67 | 207,82 | 201,69 | 217,77 |
| Paraná | 21,28 | 40,63 | 40,10 | 47,14 | 52,50 | 78,15 |
| Rio Grande do Sul | 17,94 | 13,64 | 15,54 | 14,32 | 13,47 | 26,77 |
| Santa Catarina | 5,93 | 5,71 | 5,00 | 4,58 | 6,77 | 18,36 |
| Sul | 45,16 | 59,98 | 60,64 | 66,04 | 72,74 | 123,28 |

#### *4.1.3.2 Petróleo*

A variável utilizada para avaliar essa infraestrutura foi a extração do petróleo por estado. Essa variável pode ser considerada como uma medida de capacidade, já que não é permitido que seja extraída uma quantidade de petróleo além do que o local produz, ou seja, além da capacidade.

O setor de petróleo, no Brasil, vem experimentando um crescimento nos últimos dez anos, desde que houve a instituição da lei que flexibilizou o monopólio do petróleo no país. Em 1997, 2,5% do PIB nacional era o percentual movimentado pelo setor, já em 2007, o petróleo movimentou 10,5% do PIB (EXAME, 2008). A Petrobrás continua sendo a empresa que mais investe no setor, com cerca de 97,4 bilhões de dólares, entre 2008 e 2012. No entanto, é recorde a participação do setor privado, que deverá contribuir com 30,6 bilhões de dólares no mesmo período (IBP, 2008).

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Anp);
- Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Ibp);
- Petróleo Brasileiro S/A (Petrobrás).

A Tabela 13 apresenta os dados normalizados referentes à capacidade de extração de petróleo para os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras no período de 1980 à 2005.

**Tabela 13 – Evolução da capacidade de extração de Petróleo**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amapá | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amazonas | 0,00 | 0,00 | 2,40 | 3,50 | 4,40 | 2,87 |
| Pará | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rondônia | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Roraima | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte | 0,00 | 0,00 | 2,40 | 3,50 | 4,40 | 2,87 |
| Alagoas | 3,25 | 2,97 | 1,91 | 0,77 | 0,64 | 0,55 |
| Bahia | 100,00 | 30,54 | 17,60 | 10,46 | 4,70 | 3,22 |
| Ceará | 0,00 | 10,35 | 4,32 | 2,70 | 1,36 | 0,87 |
| Maranhão | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Paraíba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pernambuco | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Piauí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rio Grande do Norte | 11,16 | 12,01 | 18,28 | 16,64 | 8,85 | 5,42 |
| Sergipe | 49,86 | 20,34 | 11,23 | 6,52 | 3,75 | 2,83 |
| Nordeste | 164,27 | 76,21 | 53,34 | 37,09 | 19,31 | 12,89 |
| Distrito Federal | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Goiás | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mato Grosso | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Centro-Oeste | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Espírito Santo | 6,43 | 8,70 | 3,64 | 1,68 | 1,30 | 2,45 |
| Minas Gerais | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rio de Janeiro | 17,86 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| São Paulo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,94 | 0,16 | 0,10 |
| Sudeste | 24,29 | 108,70 | 103,64 | 102,63 | 101,46 | 102,55 |
| Paraná | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,52 | 0,80 | 0,52 |
| Rio Grande do Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Santa Catarina | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2,52 | 0,80 | 0,52 |

Os dados referentes à extração de petróleo foram obtidos de forma simplificada. Para os anos mais recentes, após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados,

desagregados por estado. Para o período anterior, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Anp) disponibiliza ao dados em seu sitio da internet.

#### *4.1.3.3 Gás Natural*

Assim como o petróleo, a variável utilizada para mensurar a infraestrutura de gás natural foi a extração do produto por unidade territorial. Tal variável é adequada, já que também não é possível extrair quantidade de gás natural além da capacidade produtiva do local.

O segmento de gás natural no Brasil é controlado totalmente pela Petrobrás, que detém os gasodutos, dutos e terminais. A quebra do monopólio da estatal, ocorrida em 1997, não foi suficiente para possibilitar a segurança jurídica necessária para atrair investidores. A demora na aprovação da Lei do Gás pelo Congresso representa um entrave ao desenvolvimento do segmento no país. A crise com a Bolívia fez emergir os problemas existentes no setor. As empresas privadas que atuam em exploração e produção de gás natural encontram dificuldades para competir na distribuição e revenda do produto devido ao monopólio, de fato, exercido pela Petrobrás.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Anp);
- Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Ibp);

A Tabela 14 apresenta os dados, normalizados, da capacidade de extração do gás natural para os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

**Tabela 14 – Evolução da capacidade de extração do Gás Natural**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amapá | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amazonas | 0,00 | 0,00 | 11,81 | 10,33 | 34,96 | 44,77 |
| Pará | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rondônia | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Roraima | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte | 0,00 | 0,00 | 11,81 | 10,33 | 34,96 | 44,77 |
| Alagoas | 5,48 | 22,12 | 16,85 | 17,97 | 12,91 | 14,67 |
| Bahia | 100,00 | 100,00 | 55,27 | 48,78 | 33,14 | 24,91 |
| Ceará | 0,00 | 15,13 | 3,23 | 2,55 | 1,75 | 1,39 |
| Maranhão | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Paraíba | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Pernambuco | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Piauí | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rio Grande do Norte | 10,13 | 21,60 | 23,58 | 19,72 | 22,12 | 16,52 |
| Sergipe | 52,02 | 49,23 | 33,07 | 20,41 | 15,27 | 7,75 |
| Nordeste | 167,63 | 208,08 | 132,00 | 109,44 | 85,18 | 65,25 |
| Distrito Federal | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Goiás | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mato Grosso | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Centro-Oeste | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Espírito Santo | 3,24 | 10,26 | 8,14 | 7,36 | 5,54 | 6,52 |
| Minas Gerais | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Rio de Janeiro | 88,42 | 94,42 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| São Paulo | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 17,99 | 5,67 | 4,77 |
| Sudeste | 91,66 | 104,68 | 108,14 | 125,35 | 111,21 | 111,28 |
| Paraná | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,22 | 0,83 | 0,85 |
| Rio Grande do Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Santa Catarina | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 4,22 | 0,83 | 0,85 |

Os dados referentes à extração de gás natural foram obtidos de forma simplificada. Para os anos mais recentes, após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados, desagregados por estado. Para o período anterior, a Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Anp) disponibiliza ao dados em seu sitio da internet.

#### *4.1.3.4 Álcool*

A variável utilizada para avaliar a infraestrutura de álcool foi a produção de álcool etílico, anidro e hidratado por estado da federação. É pertinente a utilização da mesma, já que não é possível que a produção deste bem seja superior à sua capacidade, portanto, a produção do álcool etílico, anidro e hidratado, por unidade da federação, é uma medida adequada e que, de forma indireta, indica a capacidade produtiva de cada estado e, conseqüentemente, de cada região.

O álcool etílico é conhecido popularmente como etanol e é obtido da cana-de-açúcar. O etanol brasileiro além de ser considerado mais barato que o produzido nos Estados Unidos é abundante no país. Para o Brasil manter-se competitivo, é necessário investimentos em pesquisa, de forma a viabilizar o desenvolvimento de variedades de cana-de-açúcar mais produtivas e produção do álcool de celulose.

A Agência nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) será a encarregada de regular o setor e monitorar estoques de etanol, com objetivo de evitar oscilações fortes no preço do produto na época de entressafra da cana-de-açúcar.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.

- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.

- Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Anp);

- Instituto Brasileiro de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível (Ibp);

A Tabela 15 apresenta os dados, normalizados, da capacidade de produção do álcool para os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

**Tabela 15 – Evolução da capacidade de produção do álcool etílico, anidro e hidratado**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amapá | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Amazonas | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,30 | 0,61 |
| Pará | 0,00 | 0,00 | 1,06 | 1,32 | 2,56 | 3,76 |
| Rondônia | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Roraima | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 1,03 | 0,85 | 0,00 | 0,43 |
| Norte | 0,00 | 0,00 | 2,09 | 2,17 | 2,86 | 4,79 |
| Alagoas | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 57,28 | 58,54 | 62,51 |
| Bahia | 0,00 | 0,00 | 4,72 | 7,18 | 5,22 | 10,56 |
| Ceará | 0,00 | 0,00 | 1,70 | 1,54 | 0,06 | 0,10 |
| Maranhão | 0,00 | 0,00 | 3,52 | 2,74 | 3,97 | 4,93 |
| Paraíba | 0,00 | 0,00 | 42,23 | 23,71 | 16,03 | 35,62 |
| Pernambuco | 0,00 | 0,00 | 68,82 | 44,49 | 25,79 | 38,31 |
| Piauí | 0,00 | 0,00 | 4,08 | 1,74 | 1,33 | 2,01 |
| Rio Grande do Norte | 0,00 | 0,00 | 12,34 | 9,79 | 5,91 | 10,01 |
| Sergipe | 0,00 | 0,00 | 3,69 | 5,04 | 4,44 | 6,82 |
| Nordeste | 0,00 | 0,00 | 241,11 | 153,52 | 121,28 | 170,87 |
| Distrito Federal | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Goiás | 0,00 | 0,00 | 49,05 | 36,16 | 25,31 | 80,94 |
| Mato Grosso | 0,00 | 0,00 | 29,77 | 37,39 | 37,25 | 72,94 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,00 | 37,79 | 22,92 | 25,62 | 62,47 |
| Centro-Oeste | 0,00 | 0,00 | 116,61 | 96,47 | 88,18 | 216,35 |
| Espírito Santo | 0,00 | 0,00 | 13,42 | 8,67 | 12,05 | 21,91 |
| Minas Gerais | 0,00 | 0,00 | 64,10 | 37,65 | 39,00 | 92,59 |
| Rio de Janeiro | 0,00 | 0,00 | 20,48 | 8,21 | 7,27 | 16,56 |
| São Paulo | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste | 0,00 | 0,00 | 98,61 | 54,53 | 58,31 | 131,05 |
| Paraná | 0,00 | 0,00 | 97,19 | 100,00 | 65,98 | 100,00 |
| Rio Grande do Sul | 0,00 | 0,00 | 0,32 | 0,21 | 0,24 | 0,34 |
| Santa Catarina | 0,00 | 0,00 | 0,60 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul | 0,00 | 0,00 | 98,11 | 100,21 | 66,22 | 100,34 |

Os dados referentes à produção de álcool etílico, anidro e hidratado, também, foram obtidos de forma simplificada. Para o período após 2004, o Anuário de Infraestrutura disponibiliza esses dados. Para o período anterior, a Agência Nacional do Petróleo, Gás

Natural e Biocombustível (ANP) disponibiliza os dados em seu sitio da internet. A Tabela 16 apresenta a capacidade média da variável Energia para os estados e Distrito Federal, assim como para as regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005.

**Tabela 16 – Capacidade média de Energia**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,09 | 0,14 | 0,18 | 0,24 | 0,23 | 0,15 |
| Amapá | 0,13 | 0,13 | 0,10 | 0,24 | 0,29 | 0,28 |
| Amazonas | 0,73 | 0,97 | 5,11 | 4,93 | 11,92 | 13,84 |
| Pará | 1,17 | 2,14 | 8,47 | 9,31 | 8,59 | 8,98 |
| Rondônia | 0,00 | 0,40 | 0,51 | 0,75 | 0,77 | 0,98 |
| Roraima | 0,05 | 0,06 | 0,11 | 0,24 | 0,20 | 0,24 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,31 | 0,26 | 0,12 | 1,26 |
| Norte | 2,18 | 3,85 | 14,78 | 15,98 | 22,12 | 25,72 |
| Alagoas | 5,24 | 7,37 | 30,68 | 19,91 | 18,82 | 28,72 |
| Bahia | 56,43 | 45,03 | 31,78 | 27,76 | 20,58 | 20,41 |
| Ceará | 0,01 | 6,40 | 2,32 | 1,71 | 0,83 | 1,62 |
| Maranhão | 0,61 | 0,31 | 1,17 | 0,95 | 1,00 | 1,53 |
| Paraíba | 0,01 | 0,03 | 10,56 | 5,94 | 4,02 | 8,98 |
| Pernambuco | 0,45 | 0,57 | 20,91 | 14,52 | 9,44 | 12,44 |
| Piauí | 0,15 | 0,24 | 1,40 | 0,92 | 0,76 | 0,85 |
| Rio Grande do Norte | 5,32 | 8,46 | 13,55 | 11,54 | 9,22 | 8,21 |
| Sergipe | 25,47 | 17,39 | 12,00 | 11,09 | 11,32 | 8,25 |
| Nordeste | 93,69 | 85,81 | 124,38 | 94,32 | 76,00 | 91,01 |
| Distrito Federal | 0,10 | 0,15 | 0,08 | 0,08 | 0,06 | 0,05 |
| Goiás | 3,26 | 1,19 | 13,30 | 10,40 | 10,56 | 30,13 |
| Mato Grosso | 7,60 | 0,16 | 7,66 | 9,60 | 10,03 | 20,13 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,22 | 9,56 | 5,83 | 6,58 | 24,14 |
| Centro-Oeste | 10,96 | 1,72 | 30,61 | 25,90 | 27,24 | 74,44 |
| Espírito Santo | 2,93 | 5,45 | 6,67 | 4,76 | 5,06 | 8,84 |
| Minas Gerais | 19,34 | 25,00 | 41,03 | 31,11 | 30,56 | 43,32 |
| Rio de Janeiro | 32,09 | 53,26 | 60,58 | 56,98 | 56,10 | 62,29 |
| São Paulo | 25,00 | 24,11 | 23,24 | 29,73 | 26,46 | 26,22 |
| Sudeste | 79,36 | 107,82 | 131,51 | 122,58 | 118,17 | 140,66 |
| Paraná | 5,32 | 10,16 | 34,32 | 38,47 | 30,03 | 44,88 |
| Rio Grande do Sul | 4,49 | 3,41 | 3,97 | 3,63 | 3,43 | 6,78 |
| Santa Catarina | 1,48 | 1,43 | 1,40 | 1,15 | 1,69 | 4,59 |
| Sul | 11,29 | 15,00 | 39,69 | 43,25 | 35,15 | 56,25 |

E, por fim, a Tabela 17 apresenta a capacidade média de Energia (considerando as 4 possíveis fontes), já normalizada, para todos os estados e regiões do país e a Figura 4 apresenta a versão gráfica desses dados somente para as regiões brasileiras.

**Tabela 17 – Evolução da capacidade média de Energia (índice)**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,16 | 0,26 | 0,29 | 0,43 | 0,41 | 0,23 |
| Amapá | 0,23 | 0,25 | 0,17 | 0,41 | 0,51 | 0,45 |
| Amazonas | 1,30 | 1,82 | 8,43 | 8,66 | 21,26 | 22,21 |
| Pará | 2,08 | 4,02 | 13,99 | 16,34 | 15,31 | 14,41 |
| Rondônia | 0,00 | 0,75 | 0,84 | 1,31 | 1,37 | 1,58 |
| Roraima | 0,10 | 0,11 | 0,18 | 0,42 | 0,36 | 0,38 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,51 | 0,46 | 0,21 | 2,02 |
| Norte | 3,86 | 7,22 | 24,40 | 28,04 | 39,43 | 41,28 |
| Alagoas | 9,28 | 13,84 | 50,64 | 34,95 | 33,55 | 46,11 |
| Bahia | 100,00 | 84,55 | 52,46 | 48,72 | 36,69 | 32,77 |
| Ceará | 0,02 | 12,02 | 3,83 | 2,99 | 1,48 | 2,61 |
| Maranhão | 1,08 | 0,58 | 1,93 | 1,66 | 1,79 | 2,45 |
| Paraíba | 0,02 | 0,06 | 17,44 | 10,42 | 7,16 | 14,42 |
| Pernambuco | 0,80 | 1,07 | 34,51 | 25,48 | 16,82 | 19,97 |
| Piauí | 0,26 | 0,46 | 2,32 | 1,61 | 1,35 | 1,36 |
| Rio Grande do Norte | 9,43 | 15,88 | 22,37 | 20,25 | 16,44 | 13,18 |
| Sergipe | 45,14 | 32,65 | 19,80 | 19,46 | 20,18 | 13,24 |
| Nordeste | 166,04 | 161,11 | 205,31 | 165,55 | 135,47 | 146,11 |
| Distrito Federal | 0,18 | 0,29 | 0,13 | 0,13 | 0,11 | 0,08 |
| Goiás | 5,77 | 2,23 | 21,96 | 18,24 | 18,83 | 48,37 |
| Mato Grosso | 13,48 | 0,31 | 12,65 | 16,85 | 17,88 | 32,31 |
| Mato Grosso do Sul | 0,00 | 0,40 | 15,79 | 10,23 | 11,73 | 38,76 |
| Centro-Oeste | 19,43 | 3,23 | 50,52 | 45,46 | 48,55 | 119,51 |
| Espírito Santo | 5,19 | 10,23 | 11,00 | 8,36 | 9,01 | 14,19 |
| Minas Gerais | 34,28 | 46,94 | 67,72 | 54,60 | 54,47 | 69,55 |
| Rio de Janeiro | 56,87 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| São Paulo | 44,30 | 45,26 | 38,36 | 52,19 | 47,16 | 42,09 |
| Sudeste | 140,64 | 202,43 | 217,09 | 215,15 | 210,64 | 225,82 |
| Paraná | 9,43 | 19,07 | 56,65 | 67,52 | 53,52 | 72,05 |
| Rio Grande do Sul | 7,95 | 6,40 | 6,55 | 6,37 | 6,11 | 10,88 |
| Santa Catarina | 2,63 | 2,68 | 2,31 | 2,01 | 3,02 | 7,37 |
| Sul | 20,01 | 28,16 | 65,51 | 75,90 | 62,65 | 90,30 |

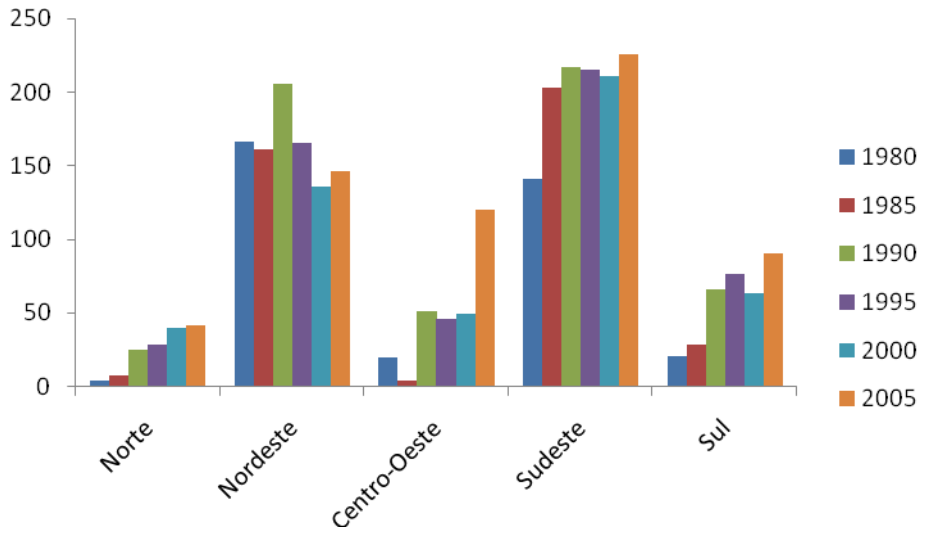


**Figura 4 – Evolução da capacidade de Energia**

### *4.1.4 Indicador de infraestrutura*

Depois de ter apresentado as diferenças estaduais e regionais para cada uma das categorias de infraestrutura, é de grande interesse agregá-las a fim de obter um indicador representativo das infraestruturas de forma global. Para obter o indicador de infraestrutura foi necessário agregar os indicadores de Transportes, comunicações e Energia e relativizá-los (Tabela 18).

E, por fim, a Figura 5 permite a visualização da evolução da capacidade de infraestrutura para as regiões brasileiras, no período de 1980 a 2005.

**Tabela 18 – Evolução da capacidade de infraestrutura**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 5,95 | 10,21 | 12,73 | 8,56 | 14,91 | 11,70 |
| Amapá | 8,52 | 10,72 | 17,47 | 15,16 | 16,70 | 10,61 |
| Amazonas | 11,50 | 15,39 | 21,02 | 12,62 | 20,98 | 23,49 |
| Pará | 8,78 | 9,07 | 13,25 | 15,28 | 16,08 | 16,22 |
| Rondônia | 3,05 | 10,63 | 11,63 | 7,83 | 16,62 | 13,20 |
| Roraima | 14,44 | 22,04 | 34,97 | 11,21 | 16,05 | 12,98 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 5,21 | 5,34 | 9,36 | 10,88 |
| Norte | 52,24 | 78,06 | 116,28 | 75,99 | 110,71 | 99,08 |
| Alagoas | 16,45 | 18,12 | 32,89 | 32,16 | 34,29 | 38,81 |
| Bahia | 56,18 | 42,90 | 32,31 | 36,44 | 31,99 | 29,82 |
| Ceará | 9,89 | 15,69 | 15,71 | 17,05 | 19,33 | 19,05 |
| Maranhão | 4,51 | 4,81 | 7,68 | 8,39 | 10,39 | 12,74 |
| Paraíba | 26,83 | 23,16 | 34,54 | 31,74 | 31,54 | 37,17 |
| Pernambuco | 28,02 | 25,87 | 32,89 | 27,14 | 25,20 | 30,02 |
| Piauí | 6,01 | 7,80 | 8,59 | 8,40 | 11,15 | 11,56 |
| Rio Grande do Norte | 15,75 | 18,80 | 24,51 | 26,74 | 27,63 | 27,56 |
| Sergipe | 44,69 | 36,29 | 27,41 | 27,40 | 29,25 | 30,98 |
| Nordeste | 208,32 | 193,45 | 216,54 | 215,45 | 220,76 | 237,70 |
| Distrito Federal | 60,29 | 50,89 | 50,04 | 62,66 | 54,24 | 46,05 |
| Goiás | 10,31 | 11,06 | 21,35 | 24,37 | 28,91 | 40,03 |
| Mato Grosso | 11,26 | 10,95 | 18,33 | 17,43 | 22,96 | 26,11 |
| Mato Grosso do Sul | 7,35 | 14,70 | 24,14 | 19,87 | 27,46 | 34,72 |
| Centro-Oeste | 89,21 | 87,59 | 113,86 | 124,33 | 133,57 | 146,90 |
| Espírito Santo | 24,95 | 30,63 | 29,02 | 26,25 | 32,38 | 38,88 |
| Minas Gerais | 42,89 | 41,37 | 50,04 | 45,98 | 46,69 | 50,10 |
| Rio de Janeiro | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| São Paulo | 72,26 | 68,65 | 65,69 | 65,33 | 77,46 | 78,04 |
| Sudeste | 240,10 | 240,64 | 244,76 | 237,56 | 256,52 | 267,03 |
| Paraná | 26,56 | 33,12 | 49,98 | 57,20 | 53,29 | 58,56 |
| Rio Grande do Sul | 24,35 | 25,49 | 26,93 | 25,41 | 30,19 | 34,45 |
| Santa Catarina | 17,72 | 18,57 | 20,53 | 25,03 | 32,44 | 34,99 |
| Sul | 68,64 | 77,19 | 97,44 | 107,64 | 115,91 | 127,99 |

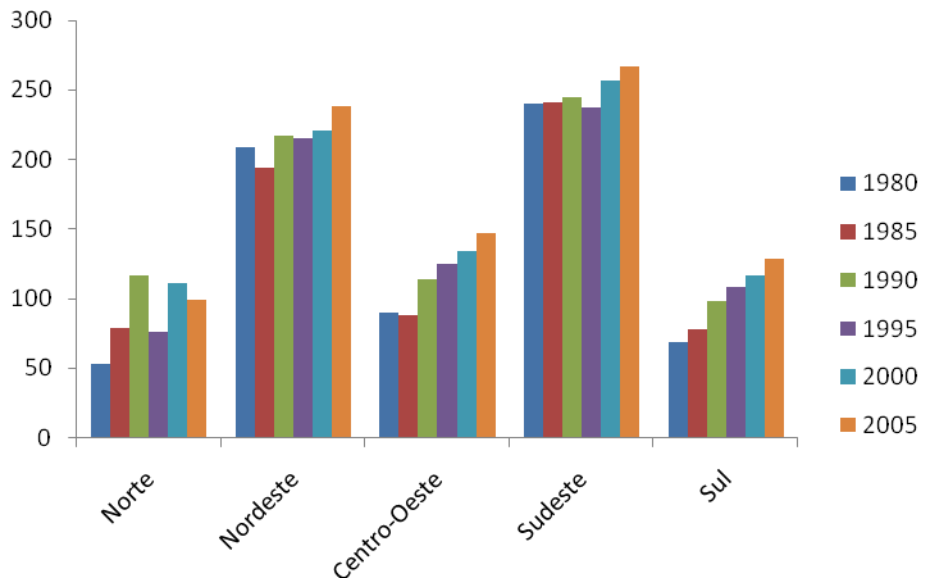


**Figura 5 – Evolução das infraestruturas**

## 4.2 Dados econômicos

Nesta seção são apresentadas as demais variáveis relativas ao desenvolvimento econômico, que são elas: PIB, Emprego e Capital Fixo. Com o objetivo de demonstrar o nível de desenvolvimento regional foram elaborados indicadores seguindo o mesmo modelo utilizado nos de infraestrutura; desta forma se obtém séries de 0 a 100.

Para a estimação da função de produção foram coletados dados referentes o Emprego, capital privado e produção estadual. Na variável de produção estadual foram utilizados dados de PIB estadual e regional, já que os mesmos podem representar medidas do produto de cada estado e região, na forma de estoque monetário. Os dados de capital privado e PIB estão em preços constantes de 2000. Para deflacionar o Capital Fixo foi utilizado o indexador IGP-DI. Para deflacionar o PIB foi utilizado o próprio deflator do PIB.

### *4.2.1 Produto Interno Bruto*

O produto interno bruto representa a soma de todos os bens e serviços finais produzidos em uma determinada região, durante um período específico. O PIB é um dos indicadores mais utilizados com o objetivo de mensurar a atividade econômica de uma região.

Fontes consultadas:

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).

A Tabela 19 apresenta os indicadores de PIB para todos os estados e Distrito Federal, assim como para regiões brasileiras, no período de 1980 à 2005. A Figura 6 apresenta o gráfico que permite acompanhar a evolução do PIB entre as regiões.

**Tabela 19 – Evolução do PIB (índice)**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,31 | 0,36 | 0,38 | 0,42 | 0,46 | 0,62 |
| Amapá | 0,22 | 0,33 | 0,46 | 0,49 | 0,53 | 0,60 |
| Amazonas | 2,95 | 4,22 | 4,78 | 5,18 | 5,09 | 4,59 |
| Pará | 4,11 | 4,22 | 5,78 | 5,09 | 5,10 | 5,38 |
| Rondônia | 0,71 | 1,31 | 1,20 | 1,34 | 1,52 | 1,77 |
| Roraima | 0,11 | 0,19 | 0,27 | 0,20 | 0,30 | 0,44 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,52 | 0,56 | 0,66 | 1,25 |
| Norte | 8,41 | 10,63 | 13,37 | 13,29 | 13,66 | 14,65 |
| Alagoas | 1,76 | 2,37 | 2,02 | 1,86 | 1,89 | 1,94 |
| Bahia | 11,49 | 14,81 | 12,48 | 12,13 | 13,00 | 12,51 |
| Ceará | 4,08 | 4,77 | 5,19 | 5,75 | 5,61 | 5,63 |
| Maranhão | 2,24 | 2,05 | 2,31 | 2,53 | 2,48 | 3,48 |
| Paraíba | 1,73 | 1,99 | 2,40 | 2,41 | 2,49 | 2,32 |
| Pernambuco | 6,71 | 7,25 | 8,20 | 7,86 | 7,85 | 6,86 |
| Piauí | 0,99 | 1,09 | 1,29 | 1,43 | 1,44 | 1,53 |
| Rio Grande do Norte | 1,68 | 2,16 | 2,23 | 2,16 | 2,51 | 2,46 |
| Sergipe | 1,03 | 2,54 | 1,81 | 1,58 | 1,60 | 1,85 |
| Nordeste | 31,71 | 39,04 | 37,93 | 37,71 | 38,87 | 38,58 |
| Distrito Federal | 5,29 | 3,78 | 6,57 | 6,08 | 7,98 | 11,07 |
| Goiás | 4,51 | 5,00 | 5,35 | 5,36 | 5,84 | 6,95 |
| Mato Grosso | 1,60 | 1,90 | 2,59 | 2,92 | 3,62 | 5,15 |
| Mato Grosso do Sul | 2,89 | 2,63 | 2,80 | 3,06 | 3,20 | 2,98 |
| Centro-Oeste | 14,29 | 13,30 | 17,31 | 17,42 | 20,64 | 26,16 |
| Espírito Santo | 3,89 | 4,75 | 4,70 | 5,48 | 5,81 | 6,49 |
| Minas Gerais | 24,98 | 26,61 | 27,01 | 28,89 | 28,63 | 26,49 |
| Rio de Janeiro | 36,41 | 35,15 | 34,83 | 31,89 | 37,18 | 33,96 |
| São Paulo | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Sudeste | 165,28 | 166,51 | 166,53 | 166,27 | 171,62 | 166,95 |
| Paraná | 15,27 | 16,38 | 16,66 | 17,54 | 17,79 | 17,42 |
| Rio Grande do Sul | 21,02 | 21,80 | 21,96 | 23,26 | 22,96 | 19,85 |
| Santa Catarina | 8,72 | 9,15 | 9,91 | 10,83 | 11,44 | 11,73 |
| Sul | 45,01 | 47,34 | 48,54 | 51,62 | 52,19 | 49,00 |

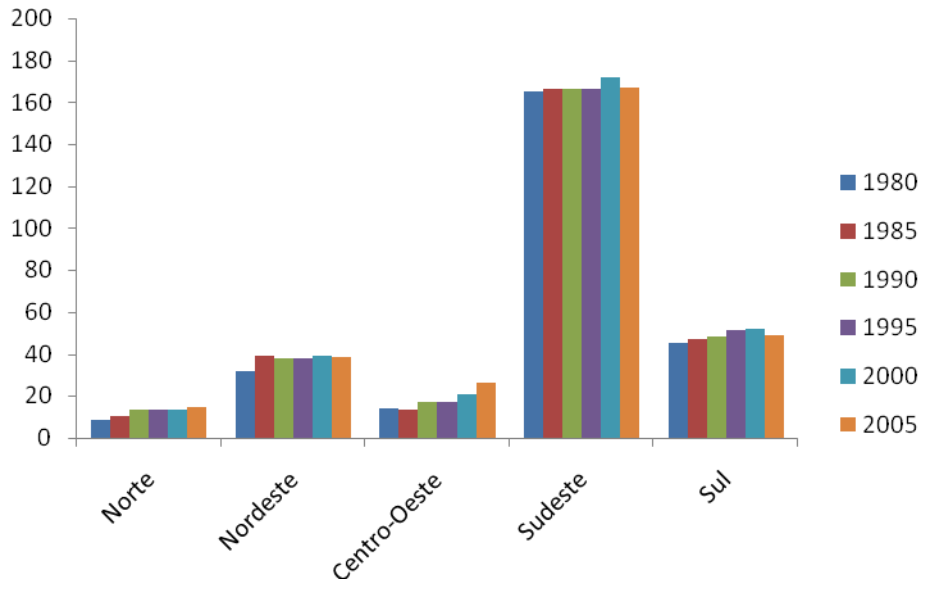


**Figura 6 – Evolução do PIB**

### *4.2.2 Emprego*

A conceituação de variavel Emprego, utilizada neste trabalho, é a mesma utilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e refere-se àquelas pessoas que trabalham para um empregador ou mais, cumprindo uma jornada de trabalho, recebendo em contrapartida uma remuneração em dinheiro ou outra forma de pagamento (moradia, alimentação, vestuário, etc.), seja na indústria, comércio ou serviços.

A Tabela 20 apresenta os dados de Emprego para todos os estados brasileiros e regiões, já normalizados, para os anos de 1980, 1985, 1990, 1995, 2000 e 2005. E a Figura 7 permite a visualização da evolução do Emprego em todas as regiões brasileiras.

<u>Fontes consultadas:</u>

- Anuário de Infraestrutura 2006. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2005. Revista Exame.
- Anuário de Infraestrutura 2004. Revista Exame.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).
- Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
- Departamento Intersindical de Estatística e Estudos Socioeconômicos (Dieese).

Os dados referentes a essa variável foram, de fato, retirados da Pesquisa Mensal do Emprego (PME), realizada pelo IBGE. Diversas outras fontes estavam disponíveis, mas por apresentarem algumas deficiências, foram apenas utilizadas de forma complementar.

**Tabela 20 – Evolução do Emprego (índice)**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,44 | 0,54 | 0,79 | 0,83 | 1,15 | 1,46 |
| Amapá | 0,28 | 0,26 | 0,36 | 0,82 | 0,59 | 1,22 |
| Amazonas | 2,85 | 3,21 | 4,06 | 4,19 | 3,92 | 7,19 |
| Pará | 5,02 | 5,87 | 6,71 | 7,63 | 8,78 | 16,37 |
| Rondônia | 0,94 | 1,38 | 2,12 | 2,06 | 1,83 | 4,04 |
| Roraima | 0,14 | 0,21 | 0,35 | 0,53 | 0,34 | 0,92 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 2,90 | 3,10 | 3,13 | 3,43 |
| Norte | 9,67 | 11,48 | 17,29 | 19,17 | 19,74 | 34,64 |
| Alagoas | 6,34 | 6,63 | 6,80 | 6,04 | 7,13 | 6,36 |
| Bahia | 31,96 | 32,54 | 34,14 | 33,12 | 33,61 | 33,71 |
| Ceará | 17,49 | 18,55 | 17,60 | 19,39 | 20,38 | 19,83 |
| Maranhão | 13,59 | 14,22 | 14,17 | 16,53 | 15,96 | 15,00 |
| Paraíba | 8,45 | 8,46 | 8,45 | 9,38 | 8,40 | 8,45 |
| Pernambuco | 20,26 | 19,93 | 19,70 | 19,63 | 20,42 | 19,04 |
| Piauí | 7,18 | 7,07 | 7,45 | 7,98 | 6,60 | 8,11 |
| Rio Grande do Norte | 5,69 | 5,90 | 6,25 | 6,87 | 7,02 | 6,61 |
| Sergipe | 4,27 | 3,93 | 4,29 | 4,54 | 4,54 | 4,73 |
| Nordeste | 115,22 | 117,23 | 118,87 | 123,49 | 124,08 | 121,85 |
| Distrito Federal | 2,16 | 4,96 | 4,89 | 4,85 | 5,05 | 5,65 |
| Goiás | 13,74 | 13,81 | 15,32 | 13,72 | 13,51 | 14,07 |
| Mato Grosso | 3,84 | 4,70 | 6,31 | 6,87 | 7,70 | 7,36 |
| Mato Grosso do Sul | 5,20 | 5,15 | 5,49 | 6,02 | 5,81 | 5,77 |
| Centro-Oeste | 24,94 | 28,63 | 32,01 | 31,47 | 32,08 | 32,85 |
| Espírito Santo | 7,58 | 7,57 | 7,86 | 8,60 | 7,85 | 8,82 |
| Minas Gerais | 47,58 | 46,61 | 48,74 | 50,41 | 47,78 | 50,00 |
| Rio de Janeiro | 41,60 | 41,18 | 39,32 | 37,51 | 36,53 | 34,99 |
| São Paulo | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Sudeste | 196,76 | 195,37 | 195,92 | 196,53 | 192,16 | 193,81 |
| Paraná | 30,95 | 28,61 | 28,35 | 29,19 | 29,21 | 27,58 |
| Rio Grande do Sul | 34,01 | 31,13 | 31,85 | 32,72 | 33,02 | 30,47 |
| Santa Catarina | 14,87 | 14,72 | 15,48 | 15,84 | 17,36 | 16,66 |
| Sul | 79,82 | 74,46 | 75,68 | 77,75 | 79,59 | 74,72 |

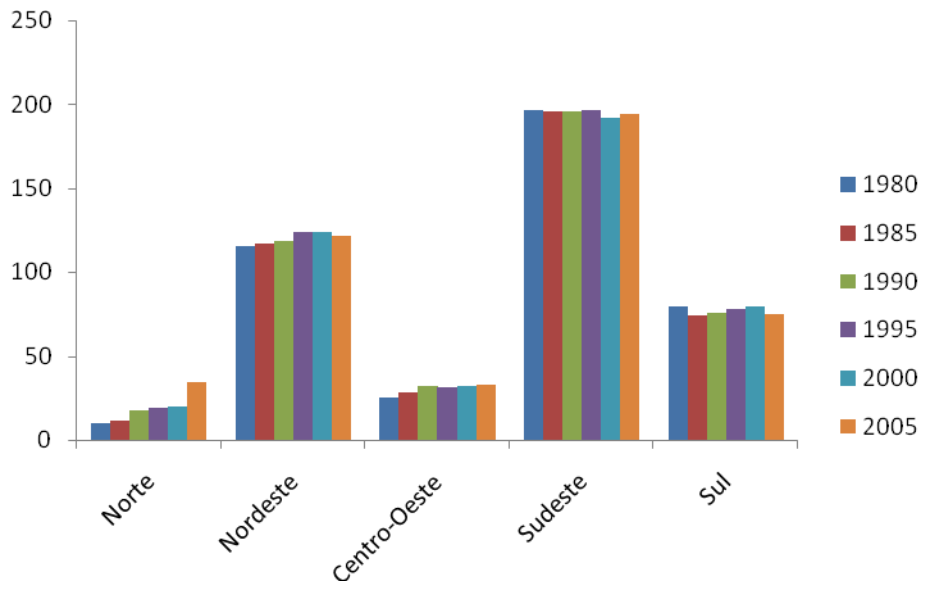


**Figura 7 – Evolução do Emprego**

### *4.2.3 Capital Privado*

A variável utilizada para mensurar o capital privado na economia foi a Formação Bruta de Capital Fixo (FBCF). Tal variável refere-se ao valor dos bens duradouros adquiridos pelas unidades produtivas com a finalidade de serem utilizados por um período superior a um ano, no processo produtivo. A variável de FBCF foi a que mais se aproximou do que é considerado como investimentos privados no processo produtivo.

A Pesquisa Industrial Anual, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), fornece dados referentes à variável de formação bruta de Capital Fixo. No entanto, a atenção dessa pesquisa é voltada para a indústria; logo, os dados de FBCF são referentes à indústria.

Os dados de formação bruta de Capital Fixo da indústria foram, mesmo assim, utilizados nessa pesquisa por duas razões. A primeira diz respeito ao fato de que grande parte do investimento privado realizado em processos produtivos é o da indústria. Ou seja, a indústria investe pesadamente na produção de bens. Serviços e o comércio demandam

investimentos privados, mas tais investimentos são consideravelmente menores que os investimentos privados realizados pela indústria.

A segunda justificativa para a utilização da variável FBCF da indústria é a indisponibilidade desses dados para o setor de comércio e serviços. Não há uma pesquisa ou um instituto que forneça tais dados para um período de tempo longo, tampouco desagregados por regiões ou estados.

Inúmeras foram as dificuldades para a identificação de uma variável que quantificasse de forma adequadas os investimentos privados na economia. Contribuição muito relevante foi prestada pelo Sr. Miguel Matteo, Chefe da Divisão de Estudos Econômicos da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade).

A única fonte utilizada para a coleta dos dados dessa variável foi o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), por meio da Pesquisa Industrial Anual (PIA). A Tabela 21 apresenta a evolução da variável Formação Bruta de Capital Fixo nos estados e regiões brasileiras, já normalizada. A Figura 8 apresenta, sob a forma gráfica, a evolução desse tipo de investimento nas regiões brasileiras.

**Tabela 21 – Evolução do Capital Privado (índice)**

| Estado | 1980 | 1985 | 1990 | 1995 | 2000 | 2005 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Acre | 0,18 | 0,10 | 0,15 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Amapá | 0,11 | 0,02 | 0,05 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| Amazonas | 3,23 | 1,34 | 1,81 | 1,71 | 1,71 | 1,71 |
| Pará | 13,09 | 2,03 | 0,77 | 2,03 | 2,03 | 2,03 |
| Rondônia | 0,42 | 0,49 | 0,04 | 0,30 | 0,30 | 0,30 |
| Roraima | 0,06 | 0,04 | 0,03 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Tocantins | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,14 | 0,14 | 0,14 |
| Norte | 17,08 | 4,02 | 2,85 | 4,35 | 4,35 | 4,35 |
| Alagoas | 5,28 | 0,82 | 0,41 | 2,07 | 2,07 | 2,07 |
| Bahia | 10,97 | 16,43 | 10,16 | 11,79 | 11,79 | 11,79 |
| Ceará | 3,75 | 1,75 | 1,08 | 1,46 | 1,46 | 1,46 |
| Maranhão | 1,05 | 0,24 | 0,27 | 0,36 | 0,36 | 0,36 |
| Paraíba | 1,38 | 1,13 | 0,35 | 0,86 | 0,86 | 0,86 |
| Pernambuco | 6,05 | 3,27 | 3,54 | 4,35 | 4,35 | 4,35 |
| Piauí | 0,39 | 0,09 | 0,08 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| Rio Grande do Norte | 2,82 | 0,49 | 0,54 | 0,74 | 0,74 | 0,74 |
| Sergipe | 0,94 | 0,17 | 0,18 | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| Nordeste | 32,62 | 24,38 | 16,61 | 22,07 | 22,07 | 22,07 |
| Distrito Federal | 0,43 | 0,40 | 0,14 | 0,35 | 0,35 | 0,35 |
| Goiás | 2,94 | 5,42 | 1,14 | 2,70 | 2,70 | 2,70 |
| Mato Grosso | 0,68 | 0,56 | 0,27 | 0,34 | 0,34 | 0,34 |
| Mato Grosso do Sul | 1,42 | 0,92 | 0,15 | 0,50 | 0,50 | 0,50 |
| Centro-Oeste | 5,48 | 7,30 | 1,70 | 3,88 | 3,88 | 3,88 |
| Espírito Santo | 6,46 | 2,00 | 3,96 | 2,52 | 2,52 | 2,52 |
| Minas Gerais | 38,43 | 12,12 | 91,30 | 36,87 | 36,87 | 36,87 |
| Rio de Janeiro | 26,26 | 12,86 | 10,33 | 12,88 | 12,88 | 12,88 |
| São Paulo | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Sudeste | 171,15 | 126,99 | 205,59 | 152,27 | 152,27 | 152,27 |
| Paraná | 10,09 | 3,39 | 4,38 | 4,46 | 4,46 | 4,46 |
| Rio Grande do Sul | 17,33 | 10,07 | 8,33 | 10,87 | 10,87 | 10,87 |
| Santa Catarina | 7,49 | 4,77 | 6,54 | 5,85 | 5,85 | 5,85 |
| Sul | 34,91 | 18,23 | 19,25 | 21,18 | 21,18 | 21,18 |

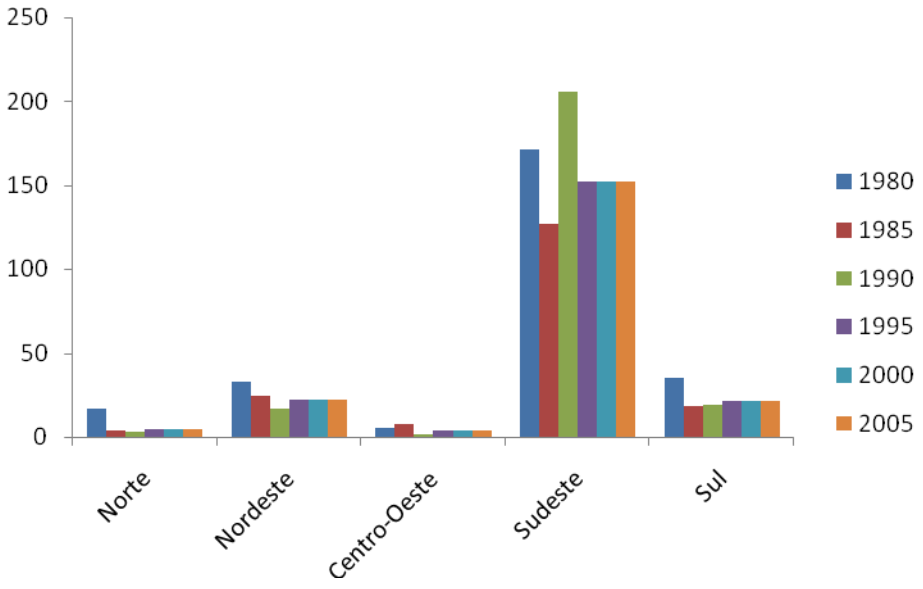


**Figura 8 – Evolução do Capital Privado**

# Capítulo 5: Modelo Empírico dos Determinantes do Produto Interno Bruto

A partir da função de produção *Cobb-Douglas*, que determina que o Produto é função exclusivamente de Capital e Mão-de-obra, buscou-se criar e validar uma outra função de produção, com algumas alterações, mas fortemente baseada na função de *Cobb-Douglas*.

Para a variável Produto, utilizou-se a variável PIB; a variável Capital foi subdividida em duas outras, capital privado e capital público. Para o Capital Privado utilizou-se a variável de Capital Fixo; para o Capital Público utilizou-se a variável de Infraestrutura e, por fim, a variável Emprego foi mantida sem adaptações. Dessa forma, a função de produção utilizada nesse trabalho foi a seguinte:

$$PIB_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CF_{it} + \beta_3 IE_{it} + \varepsilon_{it}$$

Este capítulo trata de uma análise econométrica, com o objetivo de verificar se essas variáveis contribuíram para a determinação do PIB das regiões brasileiras. A idéia é captar as elasticidades de cada uma das variáveis explicativas em relação ao PIB. A análise é composta por um painel de dados com 5 macrorregiões, observadas em 6 qüinqüênios (t=6), de 1980 até

2005, num total de 30 observações. Deve ser mencionado que o *software* utilizado para realizar tais análises foi o Eviews 6.

Todos os modelos estimados neste trabalho são modelos *log-log*. Em primeiro lugar foi estimada a função de produção com os *inputs* privados: mão-de-obra (EMP) e capital privado (CF) [1]. Na equação seguinte, foi incluído o capital público (IE) [2]. Posteriormente foram incluídos os principais elementos que compõem o capital público: infraestruturas de Transportes (T), comunicações (C) e Energia (E) [3].

[1] $PIB_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CF_{it} + \varepsilon_{it}$

[2] $PIB_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CF_{it} + \beta_3 IE_{it} + \varepsilon_{it}$

[3] $PIB_{it} = \alpha_t + \beta_1 EMP_{it} + \beta_2 CF_{it} + \beta_3 T_{it} + \beta_4 C_{it} + \beta_5 E_{it} + \varepsilon_{it}$

A Tabela 22 apresenta os resultados das estimações por mínimos quadrados ordinários, para todas as regiões brasileiras. Sem controlar os efeitos individuais, são significativos os coeficientes estimados para Emprego, Capital Fixo e Capital Público.

**Tabela 22 – Resultados da Regressão das Regiões Brasileiros**

| | [1] | [2] | [3] |
|---|---|---|---|
| Constante | -0.129427<br>(0.130977)<br>{-0.988167} | -0.623245<br>(0.166785)<br>{-3.736806} | -0.574175<br>(0.163601)<br>{-3.509598} |
| Emprego | 0.676972<br>(0.062072)<br>{10.90616} | 0.517698<br>(0.068890)<br>{7.514863} | 0.467399<br>(0.083688)<br>{5.585009} |
| Capital Fixo | 0.229543<br>(0.046812)<br>{4.903520} | 0.246099<br>(0.044453)<br>{5.535494} | 0.262132<br>(0.045458)<br>{5.766431} |
| Capital Público | | 0.258372<br>(0.058396)<br>{4.424473} | |
| Transportes | | | 0.048998<br>(0.051753)<br>{0.946759} |
| Comunicações | | | 0.231873<br>(0.051320)<br>{4.518144} |
| Energia | | | 0.023184<br>(0.032886)<br>{ 0.704980} |
| $R^2$ | 0.832713 | 0.851155 | 0.854810 |
| Legenda: () - erro padrão; {} – estatística t. | | | |

Uma vez constatada, por meio de um teste de Hausman, que as variáveis explicativas são exógenas, é possível afirmar que as mesmas não possuem correlação com o termo de erro. Essa é uma importante condição para validar o modelo estimado por meio do método dos mínimos quadrados ordinários. No entanto, esse modelo não considera os efeitos não observados de cada região sobre os respectivos PIB. As estimativas obtidas por essa regressão mostram-se tendenciosas e inconsistentes devido à omissão dessa variável importante.

Dessa forma, passo importante consiste em re-estimar os modelos considerando os efeitos individuais de cada região. Nessa análise, pressupõe-se que características não observadas, que podem variar de região a região, devem ser consideradas no modelo, já que podem influenciar nos resultados dos parâmetros. Existem duas possibilidades de estimação: o modelo de efeitos fixos e o de efeitos aleatórios.

Tanto para o modelo de efeitos fixos, como o de efeitos aleatórios, as equações estimadas foram as que consideram Emprego, Capital Fixo e infraestrutura [2], assim como a que considera as variáveis de infraestrutura de forma desagregada [3], em função do PIB.

Além disso, cabe ser ressaltado que as estimativas de efeitos fixos e aleatórios foram realizadas considerando a matriz de White, que é robusta à heterocedasticidade. As Tabelas 23 e 24 apresentam os resultados da estimação, tendo considerado os efeitos não observados como fixos.

**Tabela 23 – Resultado da Regressão - Efeitos fixos (equação 2)**

Variável Dependente: LOG(PIB)
Método: Panel Least Squares
Amostra: 1980 2005
Períodos inclusos: 6
Unidades: 5
Total de observações (painel balanceado): 30

| | Coeficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -0.668181 | 0.091229 | -7.324236 | 0.0000 |
| LOG(CAPITAL) | 0.023099 | 0.022270 | -1.037221 | 0.3015 |
| LOG(EMPREG) | 0.460913 | 0.087644 | 5.258914 | 0.0000 |
| LOG(INFRAESTRUT) | 0.319092 | 0.075058 | 4.251267 | 0.0000 |

Cross-section fixed (dummy variables)

| | |
|---|---|
| R-squared | 0.912737 |
| Adjusted R-squared | 0.893566 |
| S.E. of regression | 0.568675 |
| Sum squared resid | 42.68763 |
| F-statistic | 47.60938 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 |

A partir dos resultados apresentados, é possível observar que são significativos os coeficientes estimados para, principalmente, Emprego e Capital Público (infraestrutura).

**Tabela 24 – Resultado da Regressão - Efeitos fixos (equação 3)**

Variável Dependente: LOG(PIB)
Método: Panel Least Squares
Amostra: 1980 2005
Períodos inclusos: 6
Unidades: 5
Total de observações (painel balanceado): 30

| | Coeficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -0.490891 | 0.037306 | -13.15846 | 0.0000 |
| LOG(CAPITAL) | 0.009853 | 0.027427 | 0.359240 | 0.7200 |
| LOG(COMUNIC) | 0.200841 | 0.024072 | 8.343366 | 0.0000 |
| LOG(EMPREG) | 0.451443 | 0.094157 | 4.794552 | 0.0000 |
| LOG(ENERGIA) | 0.012814 | 0.009761 | 1.312819 | 0.0916 |
| LOG(TRANSP) | 0.097886 | 0.074227 | 1.318739 | 0.0896 |

| | |
|---|---|
| Cross-section fixed (dummy variables) | |
| R-squared | 0.912483 |
| Adjusted R-squared | 0.891614 |
| S.E. of regression | 0.573866 |
| Sum squared resid | 42.81192 |
| F-statistic | 43.72348 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 |

Nos modelos de efeitos fixos, a estimação é feita assumindo que a heterogeneidade das regiões se capta na parte constante, que é diferente de unidade para unidade. A parte constante (C) é diferente para cada região, captando diferenças invariantes no tempo (por exemplo, dimensão das regiões, recursos naturais e outras características que não variam no curto prazo).

É possível observar, na Tabela 24, que são significativos os coeficientes estimados para, principalmente, Comunicação, Emprego e Transportes.

Por outro lado, o modelo de efeitos aleatórios**,** a estimação é feita introduzindo a heterogeneidade das regiões no termo de erro. As Tabela 25 e 26 apresentam os resultados das regressões [2] e [ 3], considerando os efeitos como aleatórios.

**Tabela 25 – Resultado da Regressão - Efeitos aleatórios (equação 2)**

Variável Dependente: LOG(PIB)
Método: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Amostra: 1980 2005
Períodos inclusos: 6
Unidades: 5
Total de observações (painel balanceado): 30
White cross-section standard errors & covariance (d.f. corrected)

| | Coeficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -0.584962 | 0.162545 | -3.598776 | 0.0004 |
| LOG(CAPITAL) | 0.183469 | 0.053590 | 3.423590 | 0.0008 |
| LOG(EMPREG) | 0.574725 | 0.036014 | 15.95848 | 0.0000 |
| LOG(INFRAESTRUT) | 0.212381 | 0.032431 | 6.548729 | 0.0000 |

Effects Specification

| | S.D. | Rho |
|---|---|---|
| Cross-section random | 0.349069 | 0.2737 |
| Idiosyncratic random | 0.568675 | 0.7263 |

Weighted Statistics

| | |
|---|---|
| R-squared | 0.753704 |
| Adjusted R-squared | 0.749028 |
| S.E. of regression | 0.588316 |
| F-statistic | 161.1682 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 |

Considerando a variável de infraestrutura de forma agregada e estimando a equação sob a hipótese de os efeitos serem aleatórios, são significativos os coeficientes estimados para Capital Fixo, Emprego e infraestruturas (Tabela 25).

Já os resultados da estimação, também sob a mesma hipótese, mas considerando a variável de infraestruturas de forma desagregada (Comunicação, Energia e Transportes), todos os coeficientes podem ser considerados significativos (Tabela 26).

**Tabela 26 – Resultado da Regressão - Efeitos aleatórios (equação 3)**

Variável Dependente: LOG(PIB)
Método: Panel EGLS (Cross-section random effects)
Amostra: 1980 2005
Períodos inclusos: 6
Unidades: 5
Total de observações (painel balanceado): 30
White cross-section standard errors & covariance (d.f. corrected)

| | Coeficient | Std. Error | t-Statistic | Prob. |
|---|---|---|---|---|
| C | -0.461911 | 0.123064 | -3.753427 | 0.0002 |
| LOG(CAPITAL) | 0.202265 | 0.060260 | 3.356543 | 0.0010 |
| LOG(COMUNIC) | 0.167516 | 0.014627 | 11.45285 | 0.0000 |
| LOG(EMPREG) | 0.487211 | 0.029671 | 16.42042 | 0.0000 |
| LOG(ENERGIA) | 0.043396 | 0.022629 | 1.917701 | 0.0570 |
| LOG(TRANSP) | 0.074391 | 0.012998 | 5.723111 | 0.0000 |

Effects Specification

| | S.D. | Rho |
|---|---|---|
| Cross-section random | 0.336285 | 0.2556 |
| Idiosyncratic random | 0.573866 | 0.7444 |

Weighted Statistics

| | |
|---|---|
| R-squared | 0.763573 |
| Adjusted R-squared | 0.755996 |
| S.E. of regression | 0.590111 |
| F-statistic | 100.7649 |
| Prob(F-statistic) | 0.000000 |

O teste de Hausman é utilizado para decidir qual dos modelos é o mais apropriado: o modelo de efeitos aleatórios ou o modelo de efeitos fixos. Sob a hipótese nula, os estimadores do modelo com efeitos aleatórios (estimação *GLS*) são consistentes e eficientes. Sob a hipótese alternativa, os estimadores *GLS* com efeitos aleatórios são não consistentes, mas os estimadores com efeitos fixos são. A Tabela 27 apresenta os resultados obtidos pelo teste de Hausman, considerando a equação que considera a variável de infraestrutura de forma agregada [2].

**Tabela 27 – Teste de Hausman**

| Correlated Random Effects - Hausman Test<br>Test cross-section random effects | | | |
|---|---|---|---|
| Test Summary | Chi-Sq. Statistic | Chi-Sq. d.f. | Prob. |
| Cross-section random | 13.956735 | 5 | 0.0159 |

O resultado do Teste de Hausman indica a rejeição da hipótese nula, já que a estatística F está bastante reduzida. Portanto, considerando a rejeição da hipótese nula, o modelo de efeitos fixos é considerado consistente e eficiente.

O teste de especificação de Hausman forneceu evidencias de que há correlação entre os efeitos não-observáveis e as variáveis explicativas do modelo. Para o caso do PIB é bastante razoável utilizar o modelo de efeitos fixos. Parte do efeito não observado pode ser decorrente, por exemplo, da produtividade regional, que, por sua vez, pode estar correlacionada com a quantidade de Capital Fixo.

Constatada a presença da correlação entre os efeitos específicos e as variáveis explicativas do modelo, legitima-se a escolha pela estimação por meio do modelo de efeitos fixos.

Uma vez que a heterocedasticidade foi corrigida, já que as estimativas foram realizadas a partir da matriz de White, cabe ressaltar que não houve grande preocupação com a questão da autocorrelação nessa pesquisa, já que o período de tempo considerado foi relativamente curto (6 qüinqüênios), podendo gerar resultados não significativos.

Dessa forma, os parâmetros obtidos mediante a estimação do modelo de efeitos fixos podem ser considerados os melhores estimadores lineares não viesados (MELNV) e o elevado coeficiente de ajuste da regressão ($R^2$), contribuem para a validação da função que considera o PIB como função de Capital Fixo, Emprego e Infraestruturas.

# Capítulo 6: Infraestruturas Produtivas e o Impacto no Produto Interno Bruto

O presente capítulo tem por objetivo apresentar os resultados da aplicação da Análise por Envoltória de Dados (DEA), que visou identificar as regiões brasileiras mais eficientes, considerando a variável de infraestrutura produtiva.

Deve ser ressaltado que o modelo teórico utilizado foi o que considerou o PIB em função de Capital Fixo, Emprego e infraestruturas produtivas.

## 6.1 Classificação de Eficiência

A Tabela 28 apresenta a classificação de eficiência das 5 regiões brasileiras, no período de 1980 e 2005. A eficiência, neste caso, está relacionada, principalmente, a forma com que as regiões utilizam os recursos (Capital Fixo, Emprego e infraestruturas produtivas), para gerar os respectivos resultados (PIB).

**Tabela 28 – Classificação de Eficiência das Regiões Brasileiras**

| *Região* | *Score (CCR)* | *Score (BCC)* | *Eficiência de Escala* | *Ineficiência de Escala* | *Ineficiência Técnica* |
|---|---|---|---|---|---|
| Norte 80 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte 85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte 90 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte 95 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte 00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Norte 05 | 95,91 | 96,78 | 99,1 | 0,9 | 3,22 |
| | | | | | |
| Nordeste 80 | 52,87 | 53,95 | 97,99 | 2,01 | 46,05 |
| Nordeste 85 | 62,68 | 70,36 | 89,08 | 10,92 | 29,64 |
| Nordeste 90 | 78,83 | 83,84 | 94,02 | 5,98 | 16,16 |
| Nordeste 95 | 66,56 | 71,31 | 93,34 | 6,66 | 28,69 |
| Nordeste 00 | 60,25 | 73,15 | 82,37 | 17,63 | 26,85 |
| Nordeste 05 | 54,96 | 72,6 | 75,70 | 24,30 | 27,4 |
| | | | | | |
| Centro Oeste80 | 84,12 | 100,00 | 84,12 | 15,88 | 0,00 |
| Centro Oeste85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Centro Oeste90 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Centro Oeste95 | 90,35 | 93,52 | 96,61 | 3,39 | 6,48 |
| Centro Oeste00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Centro Oeste05 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| | | | | | |
| Sudeste 80 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 90 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 95 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 05 | 96,36 | 97,27 | 99,06 | 0,94 | 2,73 |
| | | | | | |
| Sul 80 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul 85 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul 90 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul 95 | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul 00 | 98,00 | 100,00 | 98,00 | 2,00 | 0,00 |
| Sul 05 | 93,36 | 96,27 | 96,98 | 3,02 | 3,73 |

Antes de qualquer análise, cabe uma breve explanação sobre a Tabela 28. A primeira coluna representa as regiões analisadas e os respectivos períodos; a segunda coluna é a classificação de eficiência das regiões, considerando tanto a eficiência técnica, como a

eficiência de escala. A terceira coluna é relacionada, somente, à eficiência técnica, ou seja, é obtida por meio de uma comparação entre os níveis de insumos e produtos observados com os níveis de insumos e produtos ótimos (a razão entre a produção observada e o potencial máximo atingível para um dado nível de utilização).

A quarta coluna resulta da relação entre os índices de eficiência "total" (técnica + escala) e eficiência técnica, e indica o nível de eficiência somente considerando o efeito escala. As colunas 6 e 7 representam as ineficiências, tanto de escala, como técnica, de cada região.

Os resultados apresentados na segunda coluna indicam aquelas regiões que foram eficientes nos aspectos técnicos e de escala. Dezoito unidades (regiões em diferentes períodos) obtiveram essa classificação. A eficiência de escala admite o exame da produtividade em relação à escala de produção, ou seja, é possível avaliar o efeito do porte no desempenho de cada região.

Considerando o efeito escala, verifica-se que, do total das 30 observações, 18 alcançaram máxima eficiência, o que equivale a 60% do total, indicando que essas observações determinam a fronteira de possibilidade de produção. Para essas regiões, aumentos de produtividade só seriam possíveis sob nova base tecnológica. Desse total de eficientes, 27,8% está na região Norte, 22,2% na região Centro-Oeste, 27,8% na região Sudeste e 22,8% na região Sul (Figura 9).

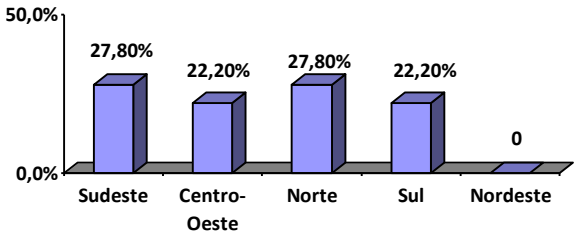


**Figura 9 – Eficiência técnica sob retornos constantes à escala**

Sob retornos variáveis à escala, 20 das observações, 66,7% obtiveram índice de eficiência igual a 100%. Deste total 25% estão na região Norte, 25% na região Centro-Oeste, 25% na região Sudeste e 25% no Sul.

Na Tabela 29, os índices de eficiência calculados para as observações são sumarizados de acordo com a classificação proposta por Ray & Badra (1993).

**Tabela 29 – Grau de eficiência total, eficiência técnica e de escala (%)**

| ***Grau de eficiência*** | ***Eficiência Total*** | ***Eficiência Técnica*** | ***Eficiência de Escala*** |
|---|---|---|---|
| Eficientes ($\theta$=100) | 60 | 66,67 | 60 |
| Ineficiência Fraca ($90 \leq \theta \leq 100$) | 16,67 | 13,33 | 26,67 |
| Ineficiência Moderada ($70 \leq \theta \leq 90$) | 6,66 | 16,67 | 13,33 |
| Ineficiência Forte ($\theta \leq 70$) | 16,67 | 3,33 | 0 |
| Total Ineficiente | 40 | 33,33 | 40 |

Ao analisar a Tabela 29, observa-se que, respectivamente, 83,33%, 96,67% e 100% das observações possuem índices de eficiência (total, técnica e de escala) superiores a 70%.

Verifica-se que 60% das observações não têm problemas de escala, operando na fronteira de retornos constantes (escala ótima). As observações ineficientes em escala estão fora da escala ótima, isto é, ou estão utilizando muito de recursos naquilo que produzem, ou poderiam aumentar a sua produção a custos decrescentes.

Os resultados do nível de eficiência total, técnica e de escala por região são apresentados, resumidamente, na Tabela 30.

**Tabela 30 – Eficiência total, técnica e de escala das regiões**

| | Norte | Nordeste | Centro-Oeste | Sudeste | Sul |
|---|---|---|---|---|---|
| Total de observações | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| **Eficiência total** | | | | | |
| Eficientes | 5 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| Ineficientes | 1 | 6 | 2 | 1 | 2 |
| % de eficientes | 83,33% | 0% | 66,67% | 83,33% | 66,67% |
| Índice médio de efic. | 99,32% | 62,68% | 95,75% | 99,39% | 98,56% |
| Índice mínimo de efic. | 95,91% | 52,87% | 90,35% | 96,36% | 93,36% |
| **Eficiência técnica** | | | | | |
| Eficientes | 5 | 0 | 5 | 5 | 5 |
| Ineficientes | 1 | 6 | 1 | 1 | 1 |
| % de eficientes | 83,33% | 0% | 83,33% | 83,33% | 83,33% |
| Índice médio de efic. | 99,46% | 70,79% | 98,92% | 99,55% | 99,38% |
| Índice mínimo de efic. | 96,78% | 53,95% | 93,52% | 97,27% | 96,27% |
| **Eficiência de escala** | | | | | |
| Eficientes | 5 | 0 | 4 | 5 | 4 |
| Ineficientes | 1 | 6 | 2 | 1 | 2 |
| % de eficientes | 83,33% | 0% | 66,67% | 83,33% | 66,67% |
| Índice médio de efic. | 99,85% | 88,75% | 96,79% | 99,84% | 99,16% |
| Índice mínimo de efic. | 99,1% | 75,70% | 84,12% | 99,06% | 96,98% |

O nível médio de eficiência total, pura e de escala da região Norte é de 99,32%, 99,46% e 99,85%, respectivamente. Tomando o índice médio de eficiência total para a região Norte, percebe-se que esta região pode, em média, expandir sua produção em apenas 0,68% sem aumentar seus recursos caso opere na fronteira de produção. Entretanto, a região Nordeste teria que aumentar 37,32% seu valor de produção para alcançar a máxima eficiência. Analisando os índices de eficiência de escala, percebe-se que as regiões Norte, Sudeste e Sul praticamente estão trabalhando em escala ótima de produção. Análises análogas podem ser realizadas para as outras observações na Tabela 30.

Apesar das discussões sobre escala ótima de produção apresentadas, questões relacionadas ao porte e escala produtiva nas regiões fogem ao escopo principal deste trabalho. O conceito de eficiência de maior relevância, neste caso, está relacionado à economia de recursos, portanto, à eficiência técnica. A eficiência técnica mostra a capacidade que uma região possui para obter o máximo de resultado a partir de um conjunto determinado de recursos, independentemente da questão do porte e escala de produção da região. O porte das regiões, assim como as respectivas escalas produtivas, resultam de um longo período de maturidade. Não é possível propor a alteração, por exemplo, do porte de uma unidade ou sua escala produtiva. No entanto, é possível trabalhar com economias de recursos ou, até mesmo, indicar subutilizações no consumo dos mesmos em uma atividade produtiva.

Os índices de eficiências, considerando os aspectos de escala e técnica (em análise por envoltória, calculados mediante a utilização do modelo CCR), foram aqui apresentados de forma a permitir a compreensão dos dois fatores fundamentais na especificação de eficiência de uma unidade. O fator escala é menos sensível às mudanças. Já o fator técnico permite alteração na classificação de eficiência a partir de incrementos/reduções nas quantidades das variáveis. Por esse motivo, mais ênfase foi dada para a eficiência técnica.

Diante do exposto, de agora em diante, será analisada somente a eficiência técnica das regiões.

A Tabela 31 apresenta os dados de Emprego, Capital Fixo, capacidades de Infraestrutura e PIB para as regiões estudadas. Em destaque, estão as que apresentaram eficiência técnica, nos vários períodos. Conforme apresentado no Capítulo 4, a variável de Transportes é constituída por capacidades de rodovias, ferrovias, aeroportos, portos e dutos; a variável Comunicação é constituída pela capacidade de linhas telefônicas; Energia é decomposta em Energia elétrica, extração de petróleo e gás natural e produção de álcool; a variável Emprego compreende o número de pessoas empregadas e a variável Capital Fixo está

relacionada ao montante de investimento privado. Importante, ainda, mencionar que os dados das subvariáveis foram normalizados.

**Tabela 31 – Dados das variáveis**

| *Região* | *Transportes* | *Comunicações* | *Energia* | *Emprego* | *Capital Fixo* | *PIB* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| N 80 | 16,17 | 98,51 | 3,86 | 9,67 | 17,09 | 8,41 |
| N 85 | 16,72 | 187,49 | 7,22 | 11,47 | 4,02 | 10,63 |
| N 90 | 22,52 | 260,74 | 24,40 | 17,29 | 2,85 | 13,39 |
| N 95 | 16,24 | 136,34 | 28,04 | 19,16 | 4,34 | 13,28 |
| N 00 | 14,56 | 246,53 | 39,43 | 19,74 | 4,34 | 13,66 |
| N 05 | 20,68 | 232,20 | 41,28 | 34,63 | 4,34 | 14,65 |
| NE 80 | 211,32 | 95,37 | 166,04 | 115,23 | 32,63 | 31,71 |
| NE 85 | 222,54 | 140,36 | 161,11 | 117,23 | 24,39 | 39,03 |
| NE 90 | 194,29 | 173,33 | 205,31 | 118,85 | 16,61 | 37,93 |
| NE 95 | 216,08 | 130,47 | 165,55 | 123,48 | 22,06 | 37,71 |
| NE 00 | 225,06 | 238,75 | 135,47 | 124,06 | 22,06 | 38,87 |
| NE 05 | 240,92 | 318,67 | 146,11 | 121,84 | 22,06 | 38,58 |
| CO 80 | 45,58 | 137,44 | 19,43 | 24,94 | 5,47 | 14,29 |
| CO 85 | 49,71 | 184,34 | 3,23 | 28,62 | 7,30 | 13,31 |
| CO 90 | 45,62 | 205,12 | 50,52 | 32,01 | 1,70 | 17,31 |
| CO 95 | 72,98 | 177,08 | 45,46 | 31,46 | 3,89 | 17,42 |
| CO 00 | 68,41 | 245,63 | 48,55 | 32,07 | 3,89 | 20,64 |
| CO 05 | 66,73 | 249,88 | 119,51 | 32,85 | 3,89 | 26,15 |
| S 80 | 64,50 | 71,25 | 20,01 | 79,83 | 34,91 | 45,01 |
| S 85 | 67,77 | 113,16 | 28,16 | 74,46 | 18,23 | 47,33 |
| S 90 | 63,76 | 128,54 | 65,51 | 75,68 | 19,25 | 48,53 |
| S 95 | 83,70 | 96,25 | 75,90 | 77,75 | 21,18 | 51,63 |
| S 00 | 92,54 | 159,48 | 62,65 | 79,59 | 21,18 | 52,19 |
| S 05 | 97,87 | 191,81 | 90,30 | 74,71 | 21,18 | 49,00 |
| SE 80 | 227,84 | 176,35 | 140,64 | 196,76 | 171,15 | 165,28 |
| SE 85 | 237,10 | 212,32 | 202,43 | 195,36 | 126,98 | 166,51 |
| SE 90 | 209,16 | 221,33 | 217,09 | 195,92 | 205,59 | 166,54 |
| SE 95 | 211,66 | 137,84 | 215,15 | 196,52 | 152,27 | 166,26 |
| SE 00 | 233,44 | 252,28 | 210,64 | 192,16 | 152,27 | 171,62 |
| SE 05 | 245,01 | 321,91 | 225,82 | 193,81 | 152,27 | 166,94 |

As regiões destacadas (nos referidos períodos) serviram como base de comparação para as regiões que não alcançaram nível máximo de eficiência. A eficiência relativa de cada

região calculada pelo modelo corresponde à distância entre o valor realizado e a fronteira eficiente determinada pela região com índices de eficiência iguais a 100%.

As seções seguintes apresentam análises regionais, mais detalhadas, que permitem a caracterização, de forma mais adequada, das regiões brasileiras e a compreensão dos fatores determinantes para a formação do PIB de cada lugar, considerando as especificidades inerentes das regiões. As informações referentes à caracterização econômica e social de cada região foram obtidas por meio do *site* na internet do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

### *6.2.1 Região Norte*

As subseções seguintes apresentam as características econômicas e sociais da região Norte, assim como os resultados da Análise por Envoltória de Dados.

#### ***Características Econômicas e Sociais***

A região Norte é composta, atualmente, por 7 estados brasileiros e é considerada a maior região, uma vez que concentra aproximadamente 45% do território brasileiro em superfície. Embora seja considerada a maior em extensão, é a região menos povoada, com 3,9 habitantes por quilômetro quadrado. Isso é devido, principalmente, à extensa área coberta pela floresta Amazônica.

A economia de região é fundamentada basicamente no extrativismo vegetal (madeira e borracha), animal (caça e pesca) e mineral (ferro, ouro, diamante, manganês, petróleo e gás natural). Atualmente, o estado do Amazonas é o terceiro maior produtor de petróleo do país. Além disso, a atividades de agricultura, como o cultivo de soja, arroz, cacau, entre outros são comuns na região.

A economia da região Norte não é considerada industrial. Existem indústrias isoladas, geralmente relacionadas à produção extrativista e agrícola. A exceção ocorre com Manaus, capital do Amazonas, onde a isenção de impostos mantém mais de 500 indústrias. Na maior parte são filiais de grandes indústrias de capitais transnacionais e voltadas para a produção de produtos eletrônicos, com componentes trazidos de fora da região.

A região Norte possui algumas usinas hidrelétricas, construídas para amparar as indústrias de Manaus. Entre elas é possível mencionar a Tucuruí, as usinas do rio Araguari, Santarém e Balbina. Além dessas, a região Norte conta com as usinas hidrelétricas nos rios Xingu, Curuá-Una, Samuel e São Felix. Há, ainda, projetos de instalação de usinas hidrelétricas e térmicas. No entanto, a construção dessas usinas é alvo de críticas por parte de ecologistas do mundo inteiro. De qualquer modo, a presença de Energia abundante constitui o primeiro passo para a industrialização e oferece boas perspectivas à região.

Em relação à malha rodoviária, ela não é muito extensa. Boa parte das rodovias foi construída com o intuito de integrar essa região às outras regiões do país. No entanto, as condições de tráfego nas mesmas é bastante dificultosa, já que a má pavimentação e excessos de buracos tornam essas rodovias perigosas. Em relação à malha ferroviária, duas rodovias têm destaque, a Carajás (que vai do Pará ao Maranhão, ligação entre o Norte e o Nordeste), que escoa minerais para diversos portos e a estrada de ferro do Amapá que transporta manganês e níquel para o Amapá.

O Transporte por estradas só é viável no sul e leste do Pará, no sul do Amazonas, entre os municípios mais próximos de Manaus, e nos estados do Acre e Rondônia. Manaus é um dos maiores centros de movimentação de cargas no país e é servida pelo Transporte rodoviário interestadual.

O rio Amazonas permite a navegação de navios de grande porte, de qualquer calado, e Manaus também é servida por esse modal. Na Amazônia Central os meios de Transporte mais utilizados são barcos e aviões, e existem aeroportos em alguns municípios da região.

O que se observa para a região Norte é que embora seja uma grande região, é pouco habitada e em grande parte coberta pela floresta Amazônica. Há um grande potencial energético, mas não há uma indústria forte. O modelo econômico da região Norte é baseado principalmente nas diversas formas de extrativismo, exceto por Manaus. As indústrias lá presentes são de outras localidades e escoam a produção para outras regiões e países, de forma a apenas fazer uso dos recursos naturais da região e, também, da mão-de-obra de baixo custo. Os Empregos ofertados por essas indústrias exigem baixa qualificação e oferecem baixo rendimento. Muita da riqueza ali gerada não permanece na região.

As formas de Transportes predominantes para o escoamento produtivo estão relacionadas a barcos e aviões. As estradas principais são a BR-364 (Cuiabá – Porto Velho – Rio Branco) e a Belém-Brasília. Com a região Nordeste, a conexão principal é feita pela Ferrovia Carajás, ou por partes das rodovias Transamazônica e Belém-Brasília. No entanto, tais estradas se encontram em precário estado de conservação.

O índice de desenvolvimento humano (IDH) da região norte brasileira, no ano de 2007, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), foi de 0,786. O PNUD determina classes para os IDHs, sendo que o da região Norte é enquadrado na classe média. Tal índice é composto por indicadores de educação, longevidade e renda.

No que se refere à educação, a taxa de analfabetismo funcional da região Norte, segundo o IBGE, para o ano de 2007, foi de 25%. Quase 3% acima da média brasileira de 22,3%. O indivíduo analfabeto funcional é aquele que não desenvolve a habilidade de interpretação de textos e de fazer operações matemáticas.

Em relação à longevidade, a expectativa de vida da região Norte é de 71 anos, pouco menos do que a média brasileira, de 71,9 anos (IBGE, 2006). E relativo à renda, o PIB per capita da região foi de R$ 7.247,00 para o ano de 2006 (IBGE, 2007).

O indicador de PIB per capital, considerado baixo, se comparado ao de outras regiões brasileiras, vai de encontro com a baixa atividade e produção industrial na região. No caso específico dessa região, diversos fatores contribuem para que a indústria seja pouco desenvolvida, entre eles: baixa densidade demográfica; excessiva distância de mão-de-obra qualificada, assim como de matéria-prima e de centros de distribuição; sistema de escoamento produtivo precário e de baixa capacidade etc. Sem grandes demandas por investimentos privados e pouca necessidade de escoamento da produção local para outras regiões, a região Norte brasileira, tem um modelo de desenvolvimento econômico fortemente baseado em mão-de-obra.

***Análise por Envoltória de Dados***

A partir dos dados apresentados na Tabela 31, para as variáveis de Transportes, Comunicação, Energia, Emprego, Capital Fixo e PIB, na região Norte, para o período de 1980 à 2005, foi realizada a Análise por Envoltória de Dados, a fim de identificar os períodos considerados eficientes.

Os resultados alocados nas Tabelas 32 e 33 foram gerados por meio do *software Frontier Analyst*, que forneceu os índices de eficiência para a região Norte em todo o período investigado, assim como os alvos de desempenho e os potenciais de melhoria.

**Tabela 32 – Eficiências/Norte**

| *Unidade* | *Eficiência (%)* |
|---|---|
| Norte 80 | 100 |
| Norte 85 | 100 |
| Norte 90 | 100 |
| Norte 95 | 100 |
| Norte 00 | 100 |
| Norte 05 | 96,78 |

**Tabela 33 – Metas de desempenho e potencial de melhoria/Norte**

| | **Norte 80** | | | **Norte 85** | | | **Norte 90** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 9,67 | 9,67 | 0 | 11,47 | 11,47 | 0 | 17,29 | 17,29 | 0 |
| Capital Fixo | 17,09 | 17,09 | 0 | 4,02 | 4,02 | 0 | 2,85 | 2,85 | 0 |
| Transportes | 16,17 | 16,17 | 0 | 16,72 | 16,72 | 0 | 22,52 | 22,52 | 0 |
| Comunicação | 98,51 | 98,51 | 0 | 187,49 | 187,49 | 0 | 260,84 | 260,84 | 0 |
| Energia | 3,86 | 3,86 | 0 | 7,22 | 7,22 | 0 | 24,4 | 24,4 | 0 |
| PIB | 8,41 | 8,41 | 0 | 10,63 | 10,63 | 0 | 13,39 | 13,39 | 0 |

| | **Norte 95** | | | **Norte 00** | | | **Norte 05** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 19,16 | 19,16 | 0 | 19,74 | 19,74 | 0 | 34,63 | 23,08 | -33,35 |
| Capital Fixo | 4,34 | 4,34 | 0 | 4,34 | 4,34 | 0 | 4,34 | 4,34 | 0 |
| Transportes | 16,24 | 16,24 | 0 | 14,56 | 14,56 | 0 | 20,68 | 20,68 | 0 |
| Comunicação | 136,34 | 136,34 | 0 | 246,53 | 246,53 | 0 | 232,2 | 232,2 | 0 |
| Energia | 28,04 | 28,04 | 0 | 39,43 | 39,43 | 0 | 41,28 | 41,28 | 0 |
| PIB | 13,28 | 13,28 | 0 | 13,66 | 13,66 | 0 | 14,65 | 15,14 | 3,32 |

Como é possível observar, a região Norte foi considerada eficiente em quase todos os períodos analisados, exceto no ano de 2005. A classificação de eficiente decorre da combinação otimizada dos recursos na obtenção dos respectivos resultados. No Norte do Brasil, 5 das 6 observações tiveram combinações de recursos otimizadas. Isso quer dizer que

os recursos, das diversas variáveis, foram adequados para a composição dos resultados encontrados.

O potencial de melhoria está relacionado às propostas de alterações nas variáveis para tornar uma unidade eficiente. A Tabela 34 mostra que somente no período de 2005 é possível melhorar o desempenho da região, já que todos os outros foram considerados eficientes. Para o caso da região Norte em 2005, a partir das quantidades de recursos utilizadas, para converter-se em eficiente a região deveria utilizar somente 66,64% do nível de Emprego observado, manter as quantidades observadas de Capital Fixo, Transportes, Comunicação e Energia e, ainda, incrementar o PIB em aproximadamente 3,3%.

Os períodos considerados eficientes não necessitam de alterações de melhorias. Ressalta-se que em cada um dos períodos há um *mix* ótimo de recursos e que a composição ideal é obtida por meio de problemas de programação linear que identificam as quantidades de recursos adequadas para o PIB observado.

Para cada um dos períodos analisados é possível identificar a contribuição de cada variável na composição do PIB. A Tabela 34 apresenta essas contribuições na região Norte em todos os períodos.

**Tabela 34 – Contribuição das variáveis (%)/Norte**

| ***Unidade*** | ***Transp/PIB*** | ***Comun/PIB*** | ***Energia/PIB*** | ***Emp/PIB*** | ***CF/PIB*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Norte 80 | 0,00 | 7,00 | 0,00 | 93,00 | 0,00 |
| Norte 85 | 0,00 | 0,00 | 20,00 | 67,00 | 13,00 |
| Norte 90 | 30,00 | 0,00 | 0,00 | 59,00 | 11,00 |
| Norte 95 | 83,00 | 14,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 |
| Norte 00 | 36,00 | 0,00 | 0,00 | 64,00 | 1,00 |
| Norte 05 | 38,00 | 11,00 | 2,00 | 0,00 | 49,00 |

Os fatores determinantes no cálculo da contribuição são a quantidade apresentada por cada variável e a utilidade (peso) da mesma na formação do PIB, uma vez que a contribuição é o produto entre o peso e a respectiva quantidade. Os pesos encontrados indicam o caminho para a condução da unidade analisada na busca pela eficiência.

Importante, também, mencionar que a baixa contribuição de uma variável, ou até mesmo seu valor nulo, não representa a ausência de recursos na mesma. Por exemplo, no Norte em 1980 observou-se que a infraestrutura de Transportes obteve valor de contribuição nulo. No entanto, a capacidade de Transportes naquele ano foi de 16,16. O que gerou uma baixa contribuição foi a produtividade da variável neste ano, que no caso, foi bastante reduzida.

O problema de programação linear (PPL) identificou que, em 1980, dados os valores observados de Transportes e da variável PIB de todas as regiões e em todos os períodos, a produtividade da variável foi reduzida no Norte/80, em comparação com outras regiões (ou até mesmo a região Norte, em outros períodos). Isso pode representar, por exemplo, que em outras observações podem ter ocorrido valores de Transportes próximos ao da região Norte/80 e, ainda sim, resultando em PIBs superiores.

A premissa básica de eficiência definida pelo método DEA é a utilização de um mínimo nível de recursos para atingir um dado nível de resultado. Portanto, uma vez que a Análise por Envoltória classificou a região Norte/80 como eficiente significa que os recursos em Transportes, embora com reduzida produtividade, foram utilizados no processo de formação do PIB da região. Caso contrário, a região não seria classificada como eficiente e uma das propostas de melhoria certamente seria a redução da capacidade das infraestruturas de Transportes.

Como forma de legitimar a importância dessa variável, realizou-se uma simulação considerando que a capacidade de Transportes fosse 1 (ao invés de 16,16), o que resultou em análise adversa, uma vez que gerou grande contribuição dessa variável (Figuras 10 e 11).

| Unit Name | Active | Transportes | Comunicações | Energia | Emprego | Capital Fixo | PIB |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Norte 80 | ☑ | 1,00 | 98,51 | 3,86 | 9,67 | 17,09 | 8,41 |

**Figura 10 – Alteração do valor da variável Transporte no Norte/80**

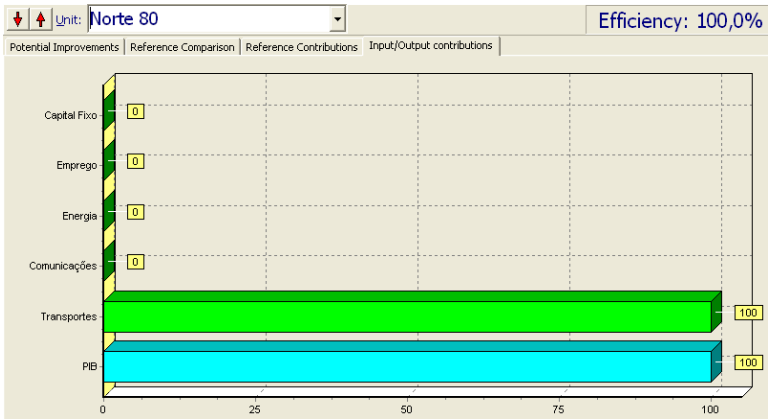


**Figura 11 – Contribuição das variáveis (simulação)**

O problema de programação linear (PPL) encontrou diversas regiões com capacidades diferentes de Transportes e produzindo PIBs distintos. Supõe-se que uma região A, por exemplo, possua 10 de capacidade de Transportes e gere um PIB de 10. A região B possui 1 de capacidade de Transportes e gera um PIB também de 10. A utilidade da capacidade de Transportes da região B foi bastante superior à utilidade da capacidade de Transportes da região A. Esse é o raciocínio da Análise por Envoltória de Dados em todas as análises.

Identifica-se, em um primeiro momento, se as variáveis são importantes para a obtenção de um dado resultado. Constatado isso, próximo passo é verificar a produtividade dessas variáveis: se são muito produtivas, contribuem mais intensamente para o resultado

encontrado; se são pouco produtivas, contribuem menos, mas ainda sim são relevantes na composição do resultado.

Em 1980 a região Norte apresentou contribuição nula para três variáveis: Transportes, Energia e Capital Fixo. A redução dessas variáveis não é uma medida viável. Os resultados indicam, no entanto, reduzida produtividade desses fatores.

Neste período, a região Norte foi considerada eficiente. Isso significa que a quantidade de recursos (Transportes, Comunicação, Energia, Emprego e Capital Fixo) foi adequada para a composição do PIB. Portanto, todas as variáveis foram determinantes na formação do resultado encontrado no Norte em 1980. No entanto, duas variáveis de infraestrutura (Transporte e Energia) acusaram baixa produtividade, o que significa que essas variáveis têm potencial para gerar resultados mais promissores, desde que hajam alterações otimizadas nas demais variáveis.

Tornar, por exemplo, as estradas do Norte mais produtivas não é simplesmente ter mais caminhões circulando por elas. Torná-las mais produtivas, ou mais aproveitadas, exige uma nova composição ótima de recursos, que envolve alterações em Capital Fixo, Emprego, entre outros. Por outro lado, a idéia imediata que vem à cabeça é a seguinte: se uma variável é pouco produtiva, manter a capacidade da mesma parece pouco adequado. Tal pensamento é equivocado, uma vez que a redução na capacidade das estradas poderia resultar em retração no desempenho da região (mensurado pelo PIB).

Em 1985 o Norte apresentou contribuição nula para as variáveis Transporte e Comunicação. Tal resultado indica que a produtividade dessas variáveis foi inferior às produtividades observadas em outras regiões também eficientes.

Quando a unidade é classificada como eficiente, seu desempenho é comparado imediatamente com uma unidade que possua valores próximos de *inputs* e *output*, desde que seja também eficiente. Em quase todas as análises dessa natureza, a unidade de comparação é

o período anterior da mesma unidade, ou seja, a região Norte em 1980. De 1980 a 1985 são observados incrementos em todas as variáveis, exceto Capital Fixo. O incremento observado na variável Comunicação foi bastante elevado. Tal variação foi necessária para impulsionar o incremento no PIB, no entanto, houve uma redução na produtividade dessa variável. Com maior capacidade, houve um menor aproveitamento da mesma. Em relação à variável Transportes observa-se a mesma situação. Incrementou-se a variável que, de certa forma, contribuiu para o incremento no PIB mas, por outro lado, houve uma redução na produtividade dela.

Para a região Norte em 1990 observou-se que a contribuição das variáveis de Comunicação e Energia foi nula. Isso resulta da baixa utilidade da capacidade dessas variáveis. Se comparada ao período anterior, houve incremento no PIB e em todas as variáveis, exceto Capital Fixo. Os incrementos da capacidade de Comunicação, Energia e Emprego foram substanciais, e o da capacidade de Transportes foi moderado. A variação positiva no PIB compensou todos esses incrementos, ou seja, eles se fizeram necessários. No entanto, nos casos das variáveis de Comunicação e Energia, nota-se que houve menor aproveitamento das respectivas capacidades.

Em 1995 observou-se que as variáveis Energia e Capital Fixo apresentaram contribuição nula. O que, novamente, é resultado da baixa utilidade dessas variáveis, se comparada à produtividade das mesmas em outras observações eficientes.

Já em 2000 a região Norte, assim como nos períodos anteriores, foi considerada eficiente. No entanto, as variáveis Comunicação, Energia e Capital Fixo apresentaram reduzida produtividade, se comparadas às produtividades de outras observações eficientes.

A região Norte em 2005 não foi classificada como uma unidade eficiente, o que representa que a composição dos recursos utilizados para a composição do PIB não foi adequada. A Tabela 33 apresenta o potencial de melhoria para essa unidade.

As melhorias propostas, como forma de tornar a unidade eficiente, são elaboradas a partir da comparação do desempenho dessa região (no ano de 2005) com o desempenho dos seus pares de referência. Tais pares são selecionados a partir da observação de certa similaridade em relação aos recursos utilizados (*inputs*) e resultados obtidos (*outputs*).

Os pares de referência para o Norte em 2005 foram: Norte 1990, 1995 e 2000, Centro-Oeste 90 e região Sul 90. Questionamento relevante surge no momento da comparação: em que medida tais unidades contribuíram para o valor objetivo da unidade ineficiente (Norte/05)? O conjunto de referência de tal unidade é formado por cinco observações e cada uma delas contribuiu com determinada intensidade (lambdas). As intensidades foram as seguintes: Norte 90 (0,0017), Norte 95 (0,0444), Norte 00 (0,7753), Centro-Oeste 90 (0,1515) e Sul 90 (0,0269). A projeção do Norte 05 sobre a fronteira eficiente correspondeu à seguinte combinação linear dada por:

*(0,0017 . Norte 90) + (0,0444 . Norte 95) + (0,7753 . Norte 00) + (0,1515 . Centro-Oeste 90) + (0,0269 . Sul 90)*

A Tabela 35 apresenta a contribuição de cada unidade para o valor objetivo do Norte em 2005.

**Tabela 35 – Porcentagens de contribuição aos valores objetivos do Norte/05**

*Peer Contributions*

| Peer: | Variable: | Contribution: |
|---|---|---|
| Norte 90 | Transportes | 0,19 % |
| Norte 90 | Comunicações | 0,19 % |
| Norte 90 | Energia | 0,10 % |
| Norte 90 | Emprego | 0,13 % |
| Norte 90 | Capital Fixo | 0,11 % |
| Norte 90 | PIB | 0,15 % |
| Centro-Oeste 9C | Transportes | 33,42 % |
| Centro-Oeste 9C | Comunicações | 13,38 % |
| Centro-Oeste 9C | Energia | 18,54 % |
| Centro-Oeste 9C | Emprego | 21,01 % |
| Centro-Oeste 9C | Capital Fixo | 5,93 % |
| Centro-Oeste 9C | PIB | 17,33 % |
| Sul 90 | Transportes | 8,32 % |
| Sul 90 | Comunicações | 1,49 % |
| Sul 90 | Energia | 4,28 % |
| Sul 90 | Emprego | 8,85 % |
| Sul 90 | Capital Fixo | 11,97 % |
| Sul 90 | PIB | 8,66 % |
| Norte 95 | Transportes | 3,49 % |
| Norte 95 | Comunicações | 2,61 % |
| Norte 95 | Energia | 3,02 % |
| Norte 95 | Emprego | 3,69 % |
| Norte 95 | Capital Fixo | 4,44 % |
| Norte 95 | PIB | 3,90 % |
| Norte 00 | Transportes | 54,58 % |
| Norte 00 | Comunicações | 82,32 % |
| Norte 00 | Energia | 74,06 % |
| Norte 00 | Emprego | 66,32 % |
| Norte 00 | Capital Fixo | 77,54 % |
| Norte 00 | PIB | 69,97 % |

Por exemplo, para a composição do que seria o Capital Fixo ótimo para a região Norte em 2005, a contribuição do Norte em 1990, em relação à mesma variável, foi de 0,11%; do Centro-Oeste em 1990 foi de 5,94%; da região Sul em 1990 foi de 11,97%; do Norte em 1995 foi de 4,44%; e, por fim, a contribuição do Norte em 2000 foi de 77,54%. Mantém-se o mesmo raciocínio para todas as variáveis. A Figura 12 apresenta, sob a forma de gráfico, os resultados dessas contribuições.

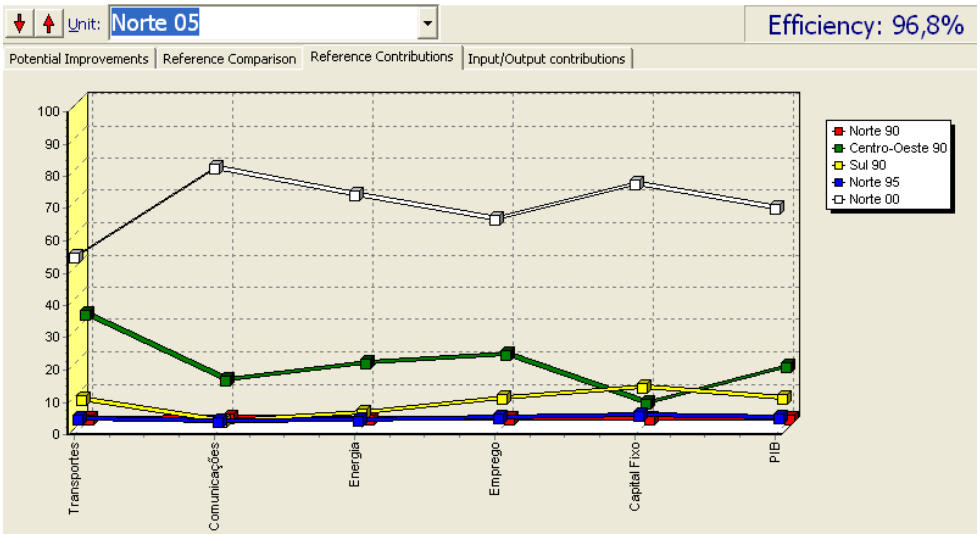


**Figura 12 – Contribuição do conjunto de referência aos valores objetivos do Norte/05**

Em relação ao potencial de melhoria do Norte/05 as seguintes sugestões são apresentadas:

- Transportes, Comunicação, Energia e Capital Fixo: Manter os níveis observados, uma vez que estão contribuindo de forma positiva (uns mais produtivos, outros menos) para a composição do PIB observado;
- Emprego: Propõe-se a redução do nível de Emprego, uma vez que foi observada produtividade nula em parte do nível observado. O forte incremento no nível de Emprego em 2005 não foi compensado integralmente pelo incremento no PIB. A Análise por Envoltória de Dados sugere que o Norte em 2005 está operando de forma ineficiente, tanto no sentido de estar utilizando muito de recursos (Emprego) naquilo que produz (PIB), como no sentido de, a partir da redução proposta, ter potencial para aumentar seu resultado.

As infraestruturas produtivas na região Norte contribuíram de forma adequada para a formação do PIB em todos os períodos. Observa-se, no entanto, a menor utilidade dessas

variáveis, se comparada à de outras regiões. Isso se dá pelo perfil econômico da região Norte, baseado fortemente em atividades relacionadas ao extrativismo, o que, de certa forma, acaba por resultar em menor produtividade das capacidades das infraestruturas.

Importante mencionar que em nenhum período houve o direcionamento para redução dos níveis de infraestrutura, o que denota que, mesmo com um perfil econômico não industrial, as infraestruturas contribuíram positivamente para a composição dos resultados observados. A utilidade das infraestruturas pode apresentar-se reduzida, quando comparada a outras regiões, mas é fundamental para a composição do PIB na região Norte.

### *6.2.2 Região Nordeste*

As subseções seguintes apresentam as características econômicas e sociais da região Nordeste, assim como os resultados da Análise por Envoltória de Dados, realizada a partir dos dados apresentados na Tabela 31.

#### ***Características Econômicas e Sociais***

A região Nordeste é composta por 9 estados brasileiros e concentra aproximadamente 18% do território em superfície. A densidade demográfica da região é de 32 habitantes por quilômetro quadrado, sendo que a região possui mais de 52 milhões de habitantes (IBGE, 2007). Se comparada com a região Norte, o Nordeste é menor em extensão e consideravelmente mais povoado.

O clima do Nordeste é bastante diversificado. Todos os tipos de clima que existem no Brasil estão presentes no Nordeste: Equatorial Úmido (Maranhão), Litorâneo Úmido (litoral da Bahia e Rio Grande do Norte), Tropical (Bahia, Ceará, Maranhão, Alagoas, Sergipe, Pernambuco e Piauí) e Tropical Semi-árido (sertão nordestino).

O Nordeste possui importantes bacias hidrográficas:

- Bacia do São Francisco: principal bacia da região. São praticadas atividades de pesca, navegação e produção de Energia elétrica (hidrelétricas de Três Marias, Sobradinho, Paulo Afonso e Xingó). A bacia do São Francisco é formada pelo rio São Francisco e seus afluentes e passa pelos estados da Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas.
- Bacia do Parnaíba: ocupa 3,9% do território nacional e passa pelos estados do Piauí, Maranhão e Ceará.
- Bacia do Atlântico Nordeste Oriental: ocupa 3,3% do território nacional, que abrange os estados do Ceará, Paraíba, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Alagoas.
- Bacia do Atlântico Nordeste Ocidental: situada entre a região Norte e Nordeste, fica localizada quase que totalmente no Maranhão.
- Bacia do Atlântico Leste: compreende uma área de 4,1% do território nacional, dividida entre dois estados do Nordeste (Bahia e Sergipe) e dois do Sudeste (Minas Gerais e Espírito Santo). Nessa bacia, a pesca é a principal atividade.

A economia da região Nordeste é considerada peculiar. Questões de um passado distante foram e são determinantes para a compreensão do atual perfil econômico da região. Por muito tempo o Nordeste foi um grande produtor de açúcar e de tecidos. Produzia para outras regiões do Brasil e para outros países. O recrudescimento da concorrência da região Sudeste colocou o Nordeste em um estado de letargia.

A fase de desenvolvimento econômico subseqüente a essa foi a de integração da estrutura produtiva, mediante a transferência de capitais, sob orientação do Estado, das regiões mais desenvolvidas do país para o Nordeste, e teve início nos anos 40. O principal objetivo era o de industrializar a região, estimulando a implantação de projetos em atividades

industriais novas, ao mesmo tempo, promover a modernização das principais atividades industriais, como a indústria têxtil.

No entanto, mesmo frente a um cenário de crescimento, a estrutura fundiária, a dominância oligárquica e o atraso cultural contribuíram para que predominassem baixos níveis salariais, de modo que o ajuste do sistema às crises de mercado tinha na redução de custos salariais uma importante base de apoio para a manutenção de sua estrutura.

Em relação ao benefício da política de industrialização incentivada, a região sempre foi tratada – por elites e governos locais e nacionais – como um caso à parte, merecedor de prioridade, em vez de ser inserida num projeto nacional de desenvolvimento.

Nos dias de hoje ainda predomina o processo de industrialização, ligado à descentralização do Sudeste, considerada uma industrialização dependente, ocasionada em grande parte pela concessão de incentivos fiscais. A maior parte dessas indústrias é de utilização intensiva de mão-de-obra desqualificada, interessadas nos reduzidos salários locais. Além disso, muitas empresas aproveitam o fator da proximidade com as fontes de matéria-prima.

As principais áreas industriais do Nordeste se concentram em Recife, Salvador e Fortaleza. O petróleo e gás natural são abundantes na região. O parque industrial nordestino atua principalmente na produção de produtos químicos, alimentos, bebidas, metalurgia, automóveis, combustíveis, materiais elétricos, tecidos, calçados e bolsas, álcool e refino de petróleo.

Apesar do incremento na produção industrial da região, a mesma necessita melhorar muito, pois a indústria ainda não se encontra diversificada. A distribuição das indústrias ao longo dos Estados da região se restringe a algumas áreas, fazendo com que cidades adentradas no interior permaneçam excluídas do desenvolvimento.

Nas cidades litorâneas destacam-se os serviços voltados para o turismo. Na pecuária, existe uma importante criação de bovinos nos estados do Maranhão, Piauí, Bahia e Pernambuco. A região Nordeste se destaca também na extração mineral, especialmente na produção de sal, responde por aproximadamente 80% da produção do país.

Em relação à disponibilidade do modal de Transportes na região Nordeste, a malha viária possui aproximadamente 400 mil quilômetros, sendo que aproximadamente 39 mil estão pavimentados e, em geral, em condições precárias de tráfego, com algumas exceções. Possui, também, um sistema ferroviário precário e pouco utilizado para o escoamento produtivo da região. As cidades mais importantes do Nordeste dispõem de adequada estrutura aeroportuária, sendo os aeroportos de Recife, Salvador e Fortaleza os principais destaques.

O IDH da região Nordeste brasileira, no ano de 2007, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), foi de 0,749, enquadrado na classe média de IDHs.

No que se refere à educação, a taxa de analfabetismo funcional da região Nordeste, segundo o IBGE (2008), para o ano de 2007, foi de 33,5%, 11,3% acima da média brasileira de 22,3%. Ou seja, para cada 100 nordestinos, 33,5 não possuem habilidade de interpretação de textos e de fazer operações matemáticas.

Na região Nordeste a expectativa de vida é de 69 anos, abaixo da média brasileira, de 71,9 anos (IBGE, 2006). E relativo à renda, o PIB per capita da região foi de R$ 5.498,00 para o ano de 2006 (IBGE, 2007).

O indicador de PIB per capital, considerado o mais baixo do país, pode ser explicado por alguns fatores, dentre eles: excessiva pobreza na região (mais graves na zona rural e no sertão nordestino); diferenças de IDHs entre brancos e negros; falta de Energia elétrica, moradias, pontes, estradas em centenas de municípios de quase todos os estados do Nordeste;

mão-de-obra predominantemente desqualificada; sistema de escoamento produtivo precário e de baixa capacidade; etc.

O PIB per capita normalmente representa uma medida adequada para mensurar o nível industrial de determinada região. O que se observa no Nordeste é que, embora a região possua o menor PIB per capita do país, inclusive menor que o da região Norte, (considerada a menos industrializada do Brasil), a concentração e produção industrial existentes lá são resultantes de um processo maior de descentralização da indústria da região Sudeste.

A região Nordeste é considerada, de certa maneira, mais privilegiada, em relação à indústria, do que a região Norte, por exemplo. São vários os fatores que resultaram nessa conclusão, entre eles: fortes incentivos fiscais, maior mercado consumidor (do que a região Norte), maior proximidade da costa litorânea, maior proximidade da região Sudeste e Sul, maior proximidade de Centros de Distribuição, maior capacidade de escoamento produtivo, etc.

Incentivos fiscais, principalmente, estimularam a indústria da região Sudeste, considerada sobrecarregada, a descentralizar-se parcialmente. No entanto, isso não pode ser interpretado, neste caso, como fator determinante para o desenvolvimento econômico. A riqueza gerada por essas indústrias, na maior parte das vezes, não permanece na região Nordeste. Os Empregos gerados, também em grande parte, são de baixa qualificação. Impostos recolhidos sobre a produção e sobre a os recursos naturais utilizados, assim como a renda gerada pela indústria, localizada no Nordeste, não são suficientes para reduzir a pobreza e melhorar a qualidade de vida do nordestino.

Frente a um Sudeste industrialmente saturado, a região Nordeste representou (e representa) uma possibilidade atraente para amparar o crescimento da região Sudeste, no que diz respeito à industrialização. Tal fato foi de encontro (ainda observado nos dias de hoje)

com a predominância de oligarquias fortes no poder e de uma cultura industrial considerada dependente de outras regiões.

O modelo de desenvolvimento do Nordeste é fortemente baseado em mão-de-obra de baixa qualificação e necessidades de capital intensivo, resultantes da descentralização da industrialização do Sudeste.

***Análise por Envoltória de Dados***

A partir dos dados do Nordeste apresentados na Tabela 31, para as variáveis de Transportes, Comunicação, Energia, Emprego, Capital Fixo e PIB, foi realizada a Análise por Envoltória de Dados, a fim de identificar os períodos considerados eficientes.

Os resultados alocados nas Tabelas 36 e 37 fornecem os índices de eficiência para a região Nordeste em todo o período investigado, assim como os alvos de desempenho e os potenciais de melhoria.

**Tabela 36 – Eficiências/Nordeste**

| ***Unidade*** | ***Eficiência (%)*** |
|---|---|
| Nordeste 80 | 53,9 |
| Nordeste 85 | 70,4 |
| Nordeste 90 | 83,8 |
| Nordeste 95 | 71,3 |
| Nordeste 00 | 73,1 |
| Nordeste 05 | 72,6 |

**Tabela 37 – Metas de desempenho e potencial de melhoria/ Nordeste**

| | Nordeste 80 | | | Nordeste 85 | | | Nordeste 90 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 115,23 | 86,53 | -24,91 | 117,23 | 82,5 | -29,63 | 118,85 | 67,7 | -43,04 |
| Capital Fixo | 32,63 | 32,63 | 0 | 24,39 | 24,39 | 0 | 16,61 | 16,61 | 0 |
| Transportes | 211,32 | 89,86 | -57,48 | 222,54 | 94,03 | -57,75 | 194,29 | 82,41 | -57,59 |
| Comunicação | 95,37 | 95,37 | 0 | 140,36 | 140,36 | 0 | 173,33 | 173,33 | 0 |
| Energia | 166,04 | 77,23 | -53,49 | 161,11 | 71,23 | -55,79 | 205,31 | 70,49 | -65,67 |
| PIB | 31,71 | 58,78 | 85,36 | 39,03 | 55,47 | 42,13 | 37,93 | 45,24 | 19,27 |

| | Nordeste 95 | | | Nordeste 00 | | | Nordeste 05 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 123,48 | 79,7 | -35,46 | 124,06 | 80,55 | -35,07 | 121,84 | 80,55 | -33,89 |
| Capital Fixo | 22,06 | 22,06 | 0 | 22,06 | 22,06 | 0 | 22,06 | 22,06 | 0 |
| Transportes | 216,08 | 89,62 | -58,52 | 225,06 | 93,74 | -58,35 | 240,92 | 93,74 | -61,09 |
| Comunicação | 130,47 | 130,47 | 0 | 238,75 | 159,92 | -33,02 | 318,67 | 159,92 | -49,82 |
| Energia | 165,55 | 69,98 | -57,73 | 135,47 | 63,81 | -52,9 | 146,11 | 63,81 | -56,33 |
| PIB | 37,71 | 52,88 | 40,23 | 38,87 | 53,14 | 36,71 | 38,58 | 53,14 | 37,74 |

Como é possível observar, em nenhum dos períodos investigados a região Nordeste foi considerada eficiente. Tal classificação é resultado da ineficiência na utilização dos recursos (Transportes, Comunicação, Energia, Emprego e Capital Fixo) na geração do resultado (PIB).

A proposta de melhoria está relacionada ao potencial de alteração nas variáveis para tornar uma unidade eficiente. A partir da Tabela 37 é possível identificar que em todos os períodos investigados é possível melhorar o desempenho da região.

Em todos os períodos observou-se que o nível de recursos utilizado não era adequado para o PIB verificado, ou seja, essa região foi denominada ineficiente, seja porque utilizou recursos além da necessidade ou deixou de produzir o que tinha capacidade.

Para cada um dos períodos analisados identifica-se a contribuição de cada variável na composição do PIB. A Tabela 38 apresenta essas contribuições na região Nordeste em todos os períodos.

**Tabela 38 – Contribuição das variáveis (%)/ Nordeste**

| *Unidade* | *Transp/PIB* | *Comun/PIB* | *Energia/PIB* | *Emp/PIB* | *CF/PIB* |
|---|---|---|---|---|---|
| Nordeste 80 | 0,00 | 73,00 | 0,00 | 0,00 | 27,00 |
| Nordeste 85 | 0,00 | 5,00 | 0,00 | 0,00 | 95,00 |
| Nordeste 90 | 0,00 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 96,00 |
| Nordeste 95 | 0,00 | 5,00 | 0,00 | 0,00 | 95,00 |
| Nordeste 00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |
| Nordeste 05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 100,00 |

Aliando os resultados obtidos nas Tabelas 37 e 38 é possível afirmar que no Nordeste, alguns recursos foram pouco produtivos. O problema de programação linear (PPL) identificou que dados os valores observados das diversas variáveis, de todas as regiões e em todos os períodos, a produtividade de algumas variáveis na região Nordeste foi reduzida, quando não, nula, em comparação com outras regiões.

A premissa básica de eficiência da Análise por Envoltória de Dados é a utilização de um mínimo nível de recursos para atingir um dado nível de resultado. A análise classificou todos os períodos investigados do Nordeste como ineficientes e, além disso, propôs a redução da capacidade de diversas variáveis, como forma de tornar a região eficiente.

O Nordeste em 1980 não foi classificado como uma unidade eficiente, o que representa que a composição dos recursos utilizados para a composição do PIB não foi adequada. A Tabela 38 apresenta o potencial de melhoria para essa unidade. As melhorias propostas, como forma de tornar a unidade eficiente, são elaboradas a partir da comparação do desempenho dessa região (em 1980) com o desempenho dos seus pares de referência. Os

pares foram selecionados a partir da observação de certa similaridade em relação aos recursos utilizados (*inputs*) e resultados obtidos (*outputs*).

Em 1980 a região Nordeste teve como unidades de referências o Sul em 1980 e 1995 e Sudeste em 95. A própria região Sul nos dois períodos e o Sudeste em 1980 já apresentaram contribuição nula de algumas variáveis, ou seja, já havia indicadores de que a capacidade dessas variáveis apresentou baixa produtividade nessas regiões eficientes. O desempenho do Nordeste/80, se comparado como seus pares, além de apresentar baixa utilidade em algumas das variáveis, resultou em inutilização de parte das mesmas. A Tabela 39 apresenta a contribuição de cada unidade para o valor objetivo do Nordeste em 1980.

**Tabela 39 - Porcentagens de contribuição aos valores objetivos do Nordeste/80**

*Peer Contributions*

| Peer: | Variable: | Contribution: |
|---|---|---|
| Sul 80 | Transportes | 11,03 % |
| Sul 80 | Comunicações | 11,48 % |
| Sul 80 | Energia | 3,98 % |
| Sul 80 | Emprego | 14,18 % |
| Sul 80 | Capital Fixo | 16,45 % |
| Sul 80 | PIB | 11,77 % |
| Sudeste 95 | Transportes | 16,78 % |
| Sudeste 95 | Comunicações | 10,30 % |
| Sudeste 95 | Energia | 19,85 % |
| Sudeste 95 | Emprego | 16,18 % |
| Sudeste 95 | Capital Fixo | 33,25 % |
| Sudeste 95 | PIB | 20,15 % |
| Sul 95 | Transportes | 72,18 % |
| Sul 95 | Comunicações | 78,22 % |
| Sul 95 | Energia | 76,17 % |
| Sul 95 | Emprego | 69,64 % |
| Sul 95 | Capital Fixo | 50,31 % |
| Sul 95 | PIB | 68,08 % |

Em 1980 a região Nordeste apresentou contribuição nula para três variáveis: Emprego, Transportes e Energia. Observa-se, nessas variáveis, a partir de determinado ponto, produtividade nula, de forma que a análise sugere a redução nas capacidades de Emprego,

Transportes e Energia. Observou-se, nas regiões de referência para o Nordeste/80, que as respectivas capacidades nessas variáveis resultaram em determinado nível de PIB; já na unidade ineficiente observou-se ineficiências técnicas, a partir da constatação de que as capacidades dessas variáveis eram superiores e resultaram em PIBs inferiores.

No ano de 1985 o Nordeste teve como unidades de referências o Sudeste em 1985 e a região Sul nos anos de 1995 e 2000. A Tabela 40 apresenta a contribuição de cada unidade para o valor objetivo do Nordeste em 1985.

Em 1985 a região Nordeste apresentou contribuição nula para três variáveis, assim como ocorreu em 1980, e constata-se a mesma situação ocorrida em relação às variáveis. As variáveis com baixa utilidade, no Nordeste, continuam as mesmas. É possível notar que os incrementos sofridos nessas variáveis, em relação ao período de 1980 e, principalmente, em relação aos seus pares de referência resultaram na reincidência de utilidade nula de parte das infraestruturas de Transportes e Energia. Dessa forma a análise sugere a redução nas capacidades de Transportes e Energia.

**Tabela 40 - Porcentagens de contribuição aos valores objetivos do Nordeste/85**

| Peer: | Variable: | Contribution: |
|---|---|---|
| Sudeste 85 | Transportes | 7,65 % |
| Sudeste 85 | Comunicações | 4,59 % |
| Sudeste 85 | Energia | 8,62 % |
| Sudeste 85 | Emprego | 7,18 % |
| Sudeste 85 | Capital Fixo | 15,80 % |
| Sudeste 85 | PIB | 9,11 % |
| Sul 95 | Transportes | 29,17 % |
| Sul 95 | Comunicações | 22,47 % |
| Sul 95 | Energia | 34,92 % |
| Sul 95 | Emprego | 30,89 % |
| Sul 95 | Capital Fixo | 28,46 % |
| Sul 95 | PIB | 30,50 % |
| Sul 00 | Transportes | 63,18 % |
| Sul 00 | Comunicações | 72,94 % |
| Sul 00 | Energia | 56,46 % |
| Sul 00 | Emprego | 61,93 % |
| Sul 00 | Capital Fixo | 55,74 % |
| Sul 00 | PIB | 60,39 % |

Em 1985 a região Nordeste apresentou contribuição nula para três variáveis, assim como ocorreu em 1980, e constata-se a mesma situação ocorrida em relação às variáveis. As variáveis com baixa utilidade, no Nordeste, continuam as mesmas. É possível notar que os incrementos sofridos nessas variáveis, em relação ao período de 1980 e, principalmente, em relação aos seus pares de referência resultaram na reincidência de utilidade nula de parte das infraestruturas de Transportes e Energia. Dessa forma a análise sugere a redução nas capacidades de Transportes e Energia.

No Nordeste, nos períodos de 1990 e 1995, observou-se, também, a mesma situação vivenciada em 1980 e 1985, em que ocorreu a contribuição nula nas variáveis de Transportes, Energia e Emprego e, para essa região, a conseqüente produtividade nula de parte dessas variáveis. Como é sabido, nem toda variável que apresenta contribuição nula possui produtividade nula. A contribuição nula significa que a sua utilidade está bastante reduzida e que incrementos na variável, não respaldados por incrementos nos resultados, serão improdutivos. Uma variável que possui contribuição e produtividade nulas significa que independentemente de incrementos, parte dela já é improdutiva. E é essa situação que ocorreu

no Nordeste em todos os períodos investigados. Observou-se que, frente aos PIBs observados, a capacidade das variáveis, especialmente as de Emprego, Transportes, Energia e, nos dois últimos períodos, de Comunicação era superior à necessária, se comparada às capacidades observadas nas unidades de referência.

Evidentemente considerações devem ser feitas, principalmente em relação às variáveis de infraestruturas. Este trabalho não analisou quantidades absolutas das variáveis de infraestrutura em virtude das diferenças existentes entre regiões (extensão, população e perfil econômico e social). A análise é baseada nas capacidades, ou seja, na relação entre quantidade observada de cada variável e a extensão territorial ou população de cada região, de forma a permitir que a comparação fosse viabilizada.

A região Sudeste foi referência comum para comparação em todos os períodos de investigação no Nordeste. Independentemente dos perfis econômicos e sociais das duas regiões, que são bastante distintos, as capacidades de infraestrutura de ambas foram diretamente comparadas.

A variável de Transportes, para todas as regiões e períodos, é composta por subcategorias de infraestrutura de Transportes, a mencionar: rodovias, ferrovias, portos, aeroportos e dutos. No Nordeste as capacidades de portos e rodovias são bastante superiores àquelas apresentadas no Sudeste. As capacidades de ferrovias e dutos, embora inferiores, encontram-se próximas às capacidades da região Sudeste. Somente a capacidade aeroportuária no Nordeste é bastante inferior à apresentada pela região Sudeste.

Uma análise mais aprofundada aponta que a capacidade média (englobando todos os períodos) de dutos no Nordeste equivaleu a 73% da capacidade média de dutos da região Sudeste; a capacidade média dos portos do Nordeste foi quase 200% maior que a capacidade média dos portos no Sudeste; a capacidade média aeroportuária do Nordeste foi equivalente a 26,7% da capacidade dos aeroportos da região Sudeste; a capacidade média das ferrovias no

Nordeste foi aproximadamente 85% da capacidade média das ferrovias no Sudeste; e, por fim, a capacidade média das rodovias no Nordeste foi cerca de 40% maior que a capacidade média da região Sudeste. Com capacidades das infraestruturas de Transportes relativamente próximas às observadas na região Sudeste, o PIB médio da região Nordeste equivaleu à cerca de 22% do PIB médio do Sudeste.

Os resultados de tais comparações sugerem, de fato, a baixa (em alguns casos, nula) produtividade das infraestruturas de Transportes na região Sudeste.

A variável de Energia, também para todas as regiões e períodos, é composta por subcategorias, a mencionar: Energia elétrica, gás natural, petróleo e álcool. O alto valor assumido pela variável Energia no Nordeste, entre outros fatores, é explicado pelas altas produções de petróleo e gás natural. Ressalta-se que no Nordeste e Sudeste estão localizadas as principais fontes desses recursos no Brasil. Uma quantidade relativamente grande de petróleo e gás natural extraída dessas regiões é repassada às regiões que não possuem tais jazidas. Portanto, a proposta de melhoria para a região Nordeste, relacionada à variável de Energia, merece cautela.

Em relação à capacidade média hidrelétrica no Nordeste, ela é equivalente à 35% da capacidade média hidrelétrica da região Sudeste. E a capacidade média de produção de álcool é 100% superior àquela observada no Sudeste.

Portanto, as altas capacidades de extração do petróleo e gás natural, assim como a elevada produção de álcool, são determinantes para a composição do grande valor assumido pela variável Energia (indicador agregado) na região Nordeste. Deve ser considerado que outras regiões são beneficiadas por esses recursos.

E, por fim, ao analisar a variável Empregos, alguns cuidados são necessários. Deve-se ficar atento para o fato de a região Nordeste ter como região de referência o Sudeste, considerado mais desenvolvido. As qualificações, condições econômica e social dos

trabalhadores do Sudeste são bastante superiores àquelas observadas na maior parte dos trabalhadores do Nordeste. Portanto, é natural que a produtividade da mão-de-obra no Sudeste seja superior à observada no Nordeste. Propor a redução do número de pessoas empregadas no Nordeste é uma medida equivocada que resultaria na redução do PIB na região.

Além disso, o processo de descentralização industrial sofrido pela região Sudeste exige grandes investimentos nas indústrias descentralizadas, grande parte localizada no Nordeste. Com um PIB moderado, a representatividade do Capital Fixo na sua composição fica evidenciada.

Ponderações devem ser feitas, ainda, na análise da capacidade dos dutos, uma vez que o Nordeste é um grande produtor de petróleo e gás natural. O fato de tais infraestruturas serem, de fato, necessárias não representa que as mesmas não venham sendo subutilizadas.

Além disso, a capacidade média das infraestruturas no Nordeste é quantitativamente próxima à capacidade média de infraestruturas da região Sudeste (para algumas modalidades, maior; para outras, menor), que apresenta uma atividade industrial muito superior. Nesse sentido, aponta-se que a produtividade das capacidades de infraestrutura no Nordeste é sim subutilizada (quando não, inutilizada) uma vez que os PIBs médio dessas regiões são muito diferentes, sendo o do Sudeste o maior do país e o do Nordeste, o menor.

### *6.2.3 Região Centro-Oeste*

As próximas subseções ressaltam as características econômicas e sociais da região Centro-Oeste e apresentam, ainda, os resultados da Análise por Envoltória de Dados, realizada a partir dos dados da região, apresentados na Tabela 31.

***Características Econômicas e Sociais***

A região Centro-Oeste é formada por 3 estados, sendo eles Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Goiás e, além disso, pelo Distrito Federal. O Centro-Oeste possui cerca de 13.219.840 habitantes (IBGE, 2007), sendo 8,26 habitantes por quilometro quadrado.

A cidade de Brasília, no Distrito Federal, é a mais populosa da região. Há uma diferença notável entre a parte norte da região, praticamente vazia, e a parte sul, onde se localizam as maiores cidades e também as áreas mais expressivas demograficamente. As densidades demográficas do Centro-Oeste são aproximadamente as seguintes: Mato Grosso: 3,16 hab./km²; Mato Grosso do Sul: 6,43 hab./km²; Goiás: 16,85 hab./km²; e Distrito Federal: 410,86 hab./km² (IBGE, 2007).

O clima do Centro-Oeste é, na maior parte da região, tropical. O noroeste da região, ocupado por parte da Amazônia, é abrangido pelo clima equatorial.

Em relação às bacias hidrográficas, essa região é drenada por diversos rios, agrupados em três grandes bacias hidrográficas:

- Bacia Amazônica: permeia o estado do Mato Grosso e é composta pelo rio Xingu e demais rios que formam principais afluentes do Rio Amazonas;
- Bacia do Tocantins-Araguaia: permeia o oeste de Goiás e o extremo leste do Mato Grosso;
- Grande Bacia Platina: formada pela Bacia do rio Paraná (sul de Goiás) e pela Bacia do rio Paraguai. A Bacia do rio Paraguai é a maior bacia, em extensão, da região. Essa Bacia ocupa a baixada que forma a Planície Paraguaia.

O modelo de desenvolvimento econômico da região é baseado nas diversas formas de extrativismo (mineral e vegetal), pecuária e indústria.

O extrativismo mineral é principalmente representado pela extração de ouro, diamante e ferro. O ferro destina-se ao abastecimento da usina siderúrgica em Corumbá e o restante é exportado para Estados Unidos, Argentina e Goiás. O ouro e o diamante são extraídos, principalmente, do Mato Grosso e destinados, em grande parte, para exportação.

O extrativismo vegetal é uma atividade econômica importante sobretudo em áreas mais distantes dos grandes centros. Da imensa Floresta Amazônica, que recobre a parte norte da região, extraem-se borracha e madeiras de lei, como mogno, cedro, imbuia e outras. No sudoeste de Mato Grosso extraem o angico e a poaia, cujas raízes fornecem matéria-prima para a indústria farmacêutica.

Em relação à pecuária, esta sim pode ser considerada a atividade econômica mais relevante da região. O Centro-Oeste dispõe de um enorme rebanho, destacando-se o gado bovino, o que caracteriza a pecuária extensiva. Esse tipo de criação dificulta o aproveitamento do leite e, assim, praticamente todo o rebanho é destinado ao corte e absorvido pelo mercado consumidor paulista e pelos frigoríficos do oeste do estado de São Paulo. Apenas no sul da região é que a pecuária leiteira apresenta maior expressão, sobretudo em áreas mais urbanizadas e que dispõem de uma boa rede de Transportes, facilitando a comercialização da produção. Parte do leite é industrializado por laticínios da própria região e do Sudeste.

As áreas de campo do Pantanal, o cerrado próximo à Campo Grande e da parte sul de Goiás constituem as áreas pastoris de maior importância na região, onde, inclusive, se desenvolvem muitas pastagens artificiais. Importantes áreas de pecuária têm sido implantadas ao longo das rodovias que ligam o Centro-Oeste à região Norte.

A indústria da região Centro-Oeste trata-se de uma atividade pouco significativa. As indústrias mais expressivas são recentes, atraídas pela Energia abundante fornecida pelo rio Paraná (na parte do Mato Grosso do Sul), de São Simão e Itumbiara, no rio Paranaíba, de

Cachoeira Dourada (em Goiás) e outras menores e se destacam as de produtos alimentícios, de minerais não-metálicos e a madeireira.

A área mais industrializada do Centro-Oeste estende-se de Goiânia à Brasília. Tem como destaque as indústrias alimentícia, têxtil, de produtos minerais e bebidas. Goiás é o estado mais industrializado da região, neste estado está localizado o DAIA (Distrito Agro-Industrial de Anápolis), que na última década recebeu diversos tipos de indústrias, principalmente de medicamentos; além de Catalão, importante pólo mínero-químico e metal-mecanico; Rio Verde, Itumbiara, Jataí, Mineiros e Mozarlândia, com importantes indústrias alimentícias; Uruaçu, Minaçu e Niquelândia, com indústrias de extração e processamento de minérios. No estado de Mato Grosso do Sul, as indústrias se baseam no extrativismo mineral já que nessa região a concentração de minérios de ferro é muito grande.

As infraestruturas de Transportes da região Centro-Oeste são consideradas pouco desenvolvidas, mas em real expansão. A região é fortemente conhecida por priorizar a modalidade de Transporte rodoviário. No Distrito Federal está localizada Brasília, capital do Brasil. Assim ganham destaque as ligações de Brasília com todas as outras capitais por meio de estradas imensas, como a Brasília-Acre e Belém-Brasília.

O estado de Goiás possui a segunda melhor e mais conservada malha rodoviária do país. Nos últimos anos o Governo Federal vem investindo na duplicação de rodovias que ligam Goiânia a Brasília (BR-060), mas a BR-153, principal acesso ao norte do país, está há anos sem manutenção. No Mato Grosso, o Transporte é deficiente devido às grandes distâncias e a falta de ajuda do governo federal e no Mato Grosso do Sul houve sensível melhora das rodovias nos últimos 10 anos, principalmente as rodovias federais e próximas de Campo Grande.

A região dispõe, ainda, de aeroportos de grande movimento e é servida por uma ferrovia (em estado razoável de conservação) que liga o Sudeste à Bolívia (passando pelo

Centro-Oeste). Beneficiada por apresentar rios de planície que facilitam a navegação, a região Centro-Oeste, também, tem na cidade de Corumbá o seu principal porto fluvial.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região Centro-Oeste, em 2007, foi de 0,838, enquadrado na classe elevada. A taxa de analfabetismo funcional da região Centro-Oeste, em 2007, segundo o IBGE (2008), foi de 20,3%, abaixo da média brasileira de 22,3%. Esse índice indica que, para cada 100 nascidos na região Centro-Oeste, 20,3% não possuem habilidade para interpretação de textos, tampouco fazer operações envolvendo cálculos.

Na região Centro-Oeste a expectativa de vida é de 73,2 anos, acima da média brasileira, de 71,9 anos (IBGE, 2006). E relativo à renda, o PIB per capita da região foi de R$ R$ 14.604 para o ano de 2006 (IBGE, 2007).

É possível notar que o PIB per capital do Centro-Oeste é mais elevado do que os observado nas regiões Norte e Nordeste. A região Nordeste, tradicionalmente mais "industrial" do que a região Centro-Oeste, possui PIB per capital substancialmente menor do que o do Centro-Oeste. Embora a região Centro-Oeste não possua perfil industrial, nela está situada a capital do país, local onde se observam rendas consideradas elevadas e melhores indicadores sociais e econômicos. Atrelado a isso e para amparar a as atividades políticas e econômicas demandadas por Brasília, a região é dotada por condições também melhores de infraestruturas.

***Análise por Envoltória de Dados***

A partir dos dados apresentados na Tabela 31, referentes às capacidades de Transportes, Comunicação e Energia, Emprego, Capital Fixo e PIB, da região Centro-Oeste, no período de 1980 a 2005, foi realizada a Análise por Envoltória de Dados, a fim de

identificar os períodos considerados eficientes e as variáveis mais relevantes para a formação do produto dessa região.

Os resultados alocados nas Tabelas 41 e 42 fornecem os índices de eficiência para a região Centro-Oeste em todo o período investigado, assim como os alvos de desempenho e os potenciais de melhoria.

**Tabela 41 – Eficiências/Centro-Oeste**

| *Unidade* | *Eficiência (%)* |
|---|---|
| Centro-Oeste 80 | 100 |
| Centro-Oeste 85 | 100 |
| Centro-Oeste 90 | 100 |
| Centro-Oeste 95 | 93,52 |
| Centro-Oeste 00 | 100 |
| Centro-Oeste 05 | 100 |

**Tabela 42 – Metas de desempenho e potencial de melhoria/ Centro-Oeste**

| | **Centro-Oeste 80** | | | **Centro-Oeste 85** | | | **Centro-Oeste 90** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 24,94 | 24,94 | 0 | 28,62 | 28,62 | 0 | 32,01 | 32,01 | 0 |
| Capital Fixo | 5,47 | 5,47 | 0 | 7,3 | 7,3 | 0 | 1,7 | 1,7 | 0 |
| Transportes | 45,58 | 45,58 | 0 | 49,71 | 49,71 | 0 | 45,62 | 45,62 | 0 |
| Comunicação | 137,44 | 137,44 | 0 | 184,34 | 184,34 | 0 | 205,12 | 205,12 | 0 |
| Energia | 19,43 | 19,43 | 0 | 3,23 | 3,23 | 0 | 50,52 | 50,52 | 0 |
| PIB | 14,29 | 14,29 | 0 | 13,31 | 13,31 | 0 | 17,31 | 17,31 | 0 |

| | **Centro-Oeste 95** | | | **Centro-Oeste 00** | | | **Centro-Oeste 05** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 31,46 | 31,46 | 0 | 32,07 | 32,07 | 0 | 32,85 | 32,85 | 0 |
| Capital Fixo | 3,89 | 3,89 | 0 | 3,89 | 3,89 | 0 | 3,89 | 3,89 | 0 |
| Transportes | 72,98 | 38,63 | -47,06 | 68,41 | 68,41 | 0 | 66,73 | 66,73 | 0 |
| Comunicação | 177,08 | 177,08 | 0 | 245,63 | 245,63 | 0 | 249,88 | 249,88 | 0 |
| Energia | 45,46 | 42,87 | -5,69 | 48,55 | 48,55 | 0 | 119,51 | 119,51 | 0 |
| PIB | 17,42 | 18,63 | 6,93 | 20,64 | 20,64 | 0 | 26,15 | 26,15 | 0 |

A região Centro-Oeste em quase todos os períodos analisados foi considerada eficiente, exceto no ano de 1995. A classificação de eficiente decorre da combinação otimizada dos recursos na obtenção dos respectivos resultados. No Centro-Oeste do Brasil, 5 das 6 observações tiveram tais combinações. Isso quer dizer que os recursos, das diversas variáveis, foram adequados para a composição dos resultados encontrados.

O potencial de melhoria está relacionado às propostas de alterações na capacidade das variáveis para tornar uma unidade eficiente. A partir da Tabela 42 identifica-se que somente no período de 1995 é possível melhorar o desempenho da região, já que todos os outros períodos foram considerados eficientes.

Para o caso da região Centro-Oeste em 1995, a partir das quantidades de recursos consumidas, para converter-se em eficiente a região deveria possuir 94,30% da capacidade energética observada, 53% da capacidade de infraestrutura, manter as quantidades verificadas de Emprego, Capital Fixo e capacidade de Comunicação e, ainda assim, há potencial para incrementar o PIB de aproximadamente 7%.

Os períodos classificados como eficientes não necessitam de alterações de melhorias. Para cada um dos períodos analisados é possível identificar a contribuição de cada variável na composição do PIB. A Tabela 43 essas contribuições.

**Tabela 43 – Contribuição das variáveis (%)/ Centro-Oeste**

| ***Unidade*** | ***Transp/PIB*** | ***Comun/PIB*** | ***Energia/PIB*** | ***Emp/PIB*** | ***CF/PIB*** |
|---|---|---|---|---|---|
| Centro-Oeste 80 | 0,00 | 48,00 | 15,00 | 25,00 | 13,00 |
| Centro-Oeste 85 | 0,00 | 0,00 | 15,00 | 0,00 | 85,00 |
| Centro-Oeste 90 | 0,00 | 0,00 | 51,00 | 0,00 | 49,00 |
| Centro-Oeste 95 | 0,00 | 58,00 | 0,00 | 18,00 | 24,00 |
| Centro-Oeste 00 | 0,00 | 0,00 | 21,00 | 54,00 | 25,00 |
| Centro-Oeste 05 | 0,00 | 71,00 | 0,00 | 0,00 | 29,00 |

O PPL (problema de programação linear) identificou que dados os valores observados de Transportes e da variável PIB de todas as regiões e em todos os períodos, a produtividade da variável foi reduzida no Centro-Oeste, em comparação com outras regiões. Isso significa que em outras observações ocorreram valores próximos da capacidade de Transportes da região Centro-Oeste e, ainda sim, os resultados dessas outras observações, mensurados pelos respectivos PIBs, mostraram-se superiores.

Uma vez que a análise por envoltória classificou a região Centro-Oeste, em 5 períodos, como eficiente é porque os recursos em Transportes, embora com reduzida produtividade, foram consumidos na composição do PIB da região. Caso contrário, a região não seria denominada como eficiente e uma das propostas de melhoria certamente seria a redução da capacidade dessa variável.

Se os incrementos em Transportes não são acompanhados por incremento no PIB, a utilidade marginal da capacidade de Transportes passa a ser decrescente até o momento em que é nula. Enquanto a produtividade é decrescente e positiva, a variável está sendo utilizada para a formação do PIB e a redução ou ausência da mesma representaria fator fundamental para a retração do resultado.

Em 1980 a região Centro-Oeste apresentou contribuição nula somente para a variável de Transportes. A redução nessa variável, no entanto, não é uma medida viável. Os resultados indicam a reduzida produtividade desse fator. Evidentemente, se o PIB fosse mais elevado e fossem mantidas as capacidades verificadas, a utilidade da infraestrutura de Transportes seria maior.

Em 1985 o Centro-Oeste apresentou contribuição nula para as variáveis de Transportes, Comunicação e Emprego. A comparação entre unidades eficientes se faz pela proximidade dos valores das variáveis e, neste caso, é possível detectar a região Centro-

Oeste/80 como referência. A produtividade dessas variáveis foi inferior às produtividades observadas no Centro-Oeste em 1980.

Ocorreu que de 1980 para 1985 houve um incremento nas variáveis de Transportes, Comunicação, Emprego e Capital Fixo e, ainda assim, uma retração no PIB da região Centro-Oeste. As respectivas utilidades marginais apresentaram redução.

Para o Centro-Oeste em 1990 observou-se incremento em Comunicação, Energia e Emprego, enquanto Transportes e Capital Fixo sofreram retração. Neste intervalo, a dinâmica de relacionamento entre as variáveis de entrada e o PIB não acompanha a, normalmente, apresentada pela Análise por Envoltória de Dados. O incremento em Energia, por exemplo, deveria resultar numa tendência a redução da utilidade desta variável e o que ocorre, de fato, é um aumento desta medida. Várias podem ser as interferências sofridas, pelo modelo, para a inconsistência apresentada, que vai desde dados incoerentes até fatores externos, e não controlados, pelo modelo utilizado.

A região Centro-Oeste em 1995 não foi classificada como eficiente, representando que o *mix* dos recursos utilizados para a composição do PIB não foi adequado. A Tabela 44 apresenta o potencial de melhoria para essa unidade. As melhorias propostas, como forma de tornar a unidade eficiente, são elaboradas a partir da comparação do desempenho dessa região (no ano de 1995) com o desempenho dos seus pares de referência.

Os pares de referência para a região Centro-Oeste em 1995 foram: a própria região Centro-Oeste nos períodos de 1990 e 2005, o Sul em 1985 e o Norte em 1995. O conjunto de referência de tal unidade é formado por quatro observações (regiões eficientes) e cada uma delas contribuiu com determinada intensidade. A Tabela 45 apresenta a contribuição de cada unidade para o valor objetivo da região Centro-Oeste em 1995.

**Tabela 44 – Porcentagens de contribuição aos valores objetivos do Centro-Oeste/95**

*Peer Contributions*

| Peer: | Variable: | Contribution: |
|---|---|---|
| Sul 85 | Transportes | 14,16 % |
| Sul 85 | Comunicações | 5,16 % |
| Sul 85 | Energia | 5,30 % |
| Sul 85 | Emprego | 19,10 % |
| Sul 85 | Capital Fixo | 37,82 % |
| Sul 85 | PIB | 20,51 % |
| Centro-Oeste 90 | Transportes | 69,94 % |
| Centro-Oeste 90 | Comunicações | 68,61 % |
| Centro-Oeste 90 | Energia | 69,79 % |
| Centro-Oeste 90 | Emprego | 60,26 % |
| Centro-Oeste 90 | Capital Fixo | 25,88 % |
| Centro-Oeste 90 | PIB | 55,04 % |
| Norte 95 | Transportes | 13,05 % |
| Norte 95 | Comunicações | 23,91 % |
| Norte 95 | Energia | 20,31 % |
| Norte 95 | Emprego | 18,91 % |
| Norte 95 | Capital Fixo | 34,64 % |
| Norte 95 | PIB | 22,14 % |
| Centro-Oeste 05 | Transportes | 2,85 % |
| Centro-Oeste 05 | Comunicações | 2,33 % |
| Centro-Oeste 05 | Energia | 4,60 % |
| Centro-Oeste 05 | Emprego | 1,72 % |
| Centro-Oeste 05 | Capital Fixo | 1,65 % |
| Centro-Oeste 05 | PIB | 2,32 % |

Por exemplo, para a composição do que seria a capacidade ótima de Transportes para o Centro-Oeste em 1995, a contribuição do Sul/85, em relação à mesma variável, foi de 14,16%; do Centro-Oeste em 1990 foi de 69,94%; da região Norte/95 foi de 13,05%; e a do Centro-Oeste/05 foi de 2,85%. Mantém-se o mesmo raciocínio para todas as variáveis.

O potencial de melhoria da região Centro-Oeste em 1995 é calculado considerando a intensidade com que cada observação de referência contribui para o que seriam os valores ótimos para a unidade ineficiente. Destacam-se as seguintes medidas de melhoria:

- Capital Fixo, Emprego e Comunicação: Manter os níveis observados, uma vez que estão contribuindo de forma positiva para a composição do PIB observado.
- Transportes: Redução da capacidade de Transportes, uma vez que parte dela é considerada improdutiva, quando comparada à capacidade das unidades de

referência. Neste caso, somente 52,83% da capacidade de Transportes observada foi utilizada de forma produtiva.

- Energia: Propõe-se a redução da capacidade de infraestrutura de Energia, já que parte dela é considerada improdutiva, quando comparada à capacidade das unidades de referência. Cerca de 94% da capacidade de Energia foi utilizada de forma eficiente.

O resultado da Análise por Envoltória de Dados indica que a região Centro-Oeste, em 1995, está operando com parte das capacidades de Energia e Transportes sem produtividade alguma em relação ao PIB. A ineficiência é constatada uma vez que a região (em 1995) está utilizando muito de recursos (Transportes e Energia) naquilo que produz.

No período de 2000 a região Centro-Oeste foi considerada eficiente. No entanto, as variáveis Transportes e Comunicação já apresentam reduzida produtividade, se comparadas às produtividades de outras observações eficientes. Ressalta-se que incrementos nessas variáveis, desacompanhados de incrementos no PIB resultarão numa situação de ineficiência.

E, por fim, a região Centro-Oeste em 2005 também foi considerada eficiente. As variáveis de Emprego, Energia e Transportes apresentaram reduzida produtividade.

Novamente, as variáveis que apresentaram contribuição nula indicam somente a reduzida produtividade das mesmas, não representa que as variáveis sejam dispensáveis.

Interessante notar que na região Centro-Oeste, em todos os períodos investigados, a capacidade da infraestrutura de Transportes apresentou contribuição nula na formação do PIB. A baixa produtividade dessa variável decorre do baixo aproveitamento, comparativamente, da infraestrutura de Transportes no Centro-Oeste. O fato de essa região não possuir perfil econômico industrial pode ser um dos fatores que justificam o baixo nível de utilização dessa modalidade de infraestrutura.

As demais variáveis de infraestrutura contribuíram para a formação do PIB de forma mais produtiva na região Centro-Oeste. As capacidades de Comunicação e Energia são mais intensamente necessárias para a atividade produtiva e o perfil econômico desta região. Ressalta-se que tais variáveis, como qualquer outra, somente são produtivas uma vez verificado que as respectivas capacidades são condizentes com o resultado gerado.

### *6.2.4 Região Sudeste*

As próximas subseções ressaltam as características econômicas e sociais da região Sudeste e apresentam, ainda, os resultados da Análise por Envoltória de Dados, realizada a partir dos dados da região apresentados na Tabela 31.

#### ***Características Econômicas e Sociais***

A região Sudeste do país é composta por 4 estados, sendo eles São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo e ocupa 10,85% do território brasileiro (IBGE, 2006). O Sudeste é a região mais populosa do país, apresentando, segundo o IBGE, no ano de 2005, pouco mais de 78 milhões de habitantes, o que equivale a quase 42% da população brasileira. Além disso, essa região apresenta 84,21 habitantes por quilometro quadrado (IBGE, 2006).

A região apresenta, também, os três estados mais populosos (São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro) e as três maiores regiões metropolitanas do Brasil (São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte).

O Sudeste apresenta grande diversificação climática, podendo ser observada a existência de tipos de climas: tropical, tropical de altitude, subtropical e semi árido.

O clima tropical predomina nas baixadas litorâneas de Espírito Santo e Rio de Janeiro, norte de Minas Gerais e oeste paulista. Apresenta temperaturas elevadas e duas estações

definidas: uma chuvosa, que corresponde ao verão, e outra seca, que corresponde ao inverno. O clima tropical de altitude, que ocorre nos trechos mais elevados do relevo, caracteriza-se por temperaturas mais amenas. O clima subtropical, aparece no sul do estado de São Paulo, é marcado por chuvas bem distribuídas durante o ano  e por uma grande amplitude térmica. É, ainda, possível observar no norte de Minas Gerais, o clima semi-árido, mais quente e menos úmido.

Predominam na região os rios de planalto, cuja característica principal é o serem encachoeirados. As principais bacias hidrográficas da região são:

- Bacia do Paraná: O rio principal é formado pela junção dos rios Paranaíba, Paraná e Grande. Nessa bacia estão localizadas algumas das maiores hidrelétricas do país, tanto no rio Paraná (Urubupungá e Itaipu) como nos rios Paranaíba (Cachoeira Dourada e São Simão) e Grande (Furnas e Volta Grande).
- Bacia do São Francisco: O principal rio nasce em Minas Gerais, atravessa a Bahia e alcança Pernambuco, Alagoas e Sergipe, no Nordeste. O rio São Francisco tem alta importância regional, por oferecer Transporte, alimentação, Energia elétrica e irrigação. Da nascente do rio à Pirapora (Minas Gerais), o rio São Francisco é acidentado e não-navegável, oferecendo, por outro lado, alto potencial hidrelétrico. Já no médio curso, que estende de Pirapora e Juazeiro (estado da Bahia), o rio é inteiramente navegável. O baixo curso do São Francisco localiza-se inteiramente na região Nordeste.
- Bacias do Leste: São um conjunto de bacias secundárias de diversos rios que descem das serras litorâneas para o Atlântico, merecendo destaque as bacias dos rios Pardo, Rio Doce e Jequitinhonha, em Minas Gerais, e Paraíba do Sul, em São Paulo e Rio de Janeiro.

- Bacias do Sudeste-Sul: A região Sudeste é drenada também por estas bacias, destacando-se a do rio Ribeira do Iguape, no estado de São Paulo.

A economia da região Sudeste é considerada bastante diversificada, sendo suas bases fortes a agricultura, pecuária e indústria.

A presença de solos férteis nessa região favorece a existência de um setor agrícola forte. Embora o café tenha sido a principal força econômica do estado de São Paulo e de seu grande desenvolvimento econômico, o seu cultivo foi fortemente reduzido e intercala-se com outras culturas ou foi inteiramente substituído. Destacam-se, na produção agrícola regional, a cana-de-açúcar, a soja e a laranja.

Em relação à cana-de-açúcar, o Sudeste é responsável pela maior parte da produção do país, concentrada na Baixada Fluminense, na Zona da Mata mineira e no estado de São Paulo (50% do total nacional).

O cultivo da soja apresenta crescente avanço, pois é muito utilizada na indústria de óleos e de rações para animais, sendo uma grande parte exportada. A produção de laranjas é realizada, principalmente, no estado de São Paulo, que responde por 80% do total nacional. Além disso, são produtos de destaque na agricultura do Sudeste, o algodão, o milho, o arroz, a mamona e o amendoim, entre outros.

A pecuária também tem grande destaque na região, sendo o seu rebanho bovino o segundo maior do país. A grande produção de carne bovina e suína permite a instalação e o desenvolvimento de frigoríficos e indústrias de laticínios. A criação de aves e a produção de ovos são as maiores do país, concentrando-se no estado de São Paulo.

No que diz respeito à indústria, a região Sudeste foi o berço do processo de industrialização brasileiro e tem atenção principal na indústria de transformação . As principais atividades industriais da região são:

- Siderurgia e metalurgia: Localizadas, principalmente, nos estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo. A primeira indústria do gênero, a CSN, está localizada na cidade de Volta Redonda, devido à proximidade do Quadrilátero Ferrífero, no estado de Minas Gerais. Também está instalada na região Sudeste, a Usiminas (Ipatinga), que hoje é a maior produtora de aço bruto do país, e a Companhia Siderúrgica de Tubarão (Vitória), a 3º maior siderúrgica do Brasil.
- Petrolífera: O petróleo é explorado em plataformas continentais localizadas sobretudo na Bacia de Campos, no Rio de Janeiro (produtor de 80% do petróleo consumido no Brasil). Enquanto o estado do Rio de Janeiro apresenta grande importância na prospecção de petróleo, o estado de São Paulo apresenta uma grande importância na atividade de refino, estando localizado nesse estado as principais refinarias do país. Além do petróleo, há a extração de gás natural da bacia de Santos.
- Alta tecnologia: Na região Sudeste está localizado o principal pólo de desenvolimento tecnológico do país, constituído pelas cidades de São Paulo, São José dos Campos, São Carlos e Campinas. Essas quatro cidades concentram indústrias de informática, telecomunicações, eletrônica e de outras atividades que envolvam alta tecnologia; além de possuírem importantes centros de pesquisa e importantes universidades, como o ITA (Instituto Tecnológico de Aeronáutica), em São José dos Campos.

De antemão é possível perceber a imensa diversificação da estrutura do trabalho na região Sudeste. A diversificação é tamanha que é possível identificar grandes contrastes em áreas tão próximas. A indústria, ao mesmo tempo que demanda profissionais altamente qualificados, necessita, também, daqueles trabalhadores com baixo nível de qualificação. A agro-indústria de cana-de-açúcar, por exemplo, cujos produtos, entre outras coisas, são voltados para exportação, necessita de forte amparo de profissionais qualificados

(agronomos, engenheiros, administradores, etc) e, por outro lado, contrata também trabalhadores de baixissima qualificação, responsáveis pelo processo de colheita da cana.

Mesmo no processo de tranferência de indústrias estrangeiras para a região, a demanda por profissionais qualificados é notável. Nesse sentido, é importante ressaltar que, quanto mais desenvolvida economicamente é uma região, maior será a demanda por profissionais mais capacitados.

Em relação às infraestruturas, por concentrar quase metade da população brasileira e as cidades mais industrializadas e bem desenvolvidas do país, a região Sudeste é a que apresenta a melhor infraestrutura de Transportes do Brasil.

Sua rede ferroviária, que se desenvolveu principalmente em função da expansão do café, representa praticamente a metade de todas as estradas de ferro do Brasil. Mesmo possuindo a maior rede, há grandes melhorias a serem realizadas. A precariedade é uma característica marcante na rede ferroviária nacional, como um todo. Além disso, a velocidade média de um trem, no Brasil, é considerada muito inferior àquelas praticadas em países mais desenvolvidos. Esses fatores tornam o Transporte de cargas, via ferrovia, uma alternativa quase que secundária.

O Sudeste conta ainda com cerca de 35% das rodovias, concentradas principalmente no estado de São Paulo e Minas Gerais. Comparadas às estradas de outras regiões, as estradas da região Sudeste do país são consideradas superiores, o que não significa dizer que são plenamente adequadas.

Além disso, a forte influência da indústria na região, associada a uma política de incentivo à exportação, funcionaram como alavanca da grande expansão portuária do Sudeste, onde Santos e Rio de Janeiro representam os portos de maior movimento do país.

O Sudeste é considerado bem servido, também, por modernos e bem equipados aeroportos internacionais e por diversos aeroportos que atendem ao intenso tráfego aéreo

doméstico e local. Por outro lado, a navegação fluvial é muito pouco explorada, embora hajam trechos navegáveis em rios como o Tietê e o Paraná, para os quais há projetos de criação de uma hidrovia.

No que diz respeito à Energia, por concentrar quase metade da população nacional, o maior e mais diversificado parque industrial do país e amplo sistema de Transportes, a região necessita de bastante Energia. A maior parte da Energia consumida na região é produzida por usinas hidrelétricas, como Furnas, Ilha Solteira, Três Marias, Marimbondo, Jupiá e outras; aproveitando-se do relevo acidentado e da presença de rios caudalosos.

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da região Sudeste, em 2007, foi de 0,847, enquadrado na classe elevada. Consideram-se, como já mencionado, os seguintes fatores na composição desse índice: analfabetismo, longevidade e pib per capita.

A taxa de analfabetismo funcional da região Sudeste, em 2007, segundo o IBGE (2008), foi de 15,9%, a taxa mais baixa do país. Esse índice indica que, para cada 100 nascidos na região Sudeste, 15,9% não possuem habilidade para interpretação de textos, tampouco fazer operações envolvendo cálculos.

Na região Sudeste a expectativa de vida é de 73,5 anos, acima da média brasileira, de 71,9 anos (IBGE, 2006). E relativo à renda, o PIB per capita da região foi de R$ R$ 15.648 para o ano de 2006 (IBGE, 2007).

Estes dados permitem que se faça um breve diagnóstico econômico da região Sudeste. Com já mencionado, o PIB é um importante indicador da atividade econômica de uma região. Para o caso da região Sudeste, o PIB per capita mais elevado que as demais regiões é reflexo, principalmente, da alta produção industrial, dos altos investimentos (públicos e privados) realizados para amparar essa produção e, também, da maior quantidade de transações (importações e exportações) realizadas na região Sudeste.

***Análise por Envoltória de Dados***

A partir dos dados do Sudeste, apresentados na Tabela 31, para as variáveis de Transportes, Comunicação, Energia, Emprego, Capital Fixo e PIB, foi realizada a Análise por Envoltória de Dados, a fim de identificar os períodos considerados eficientes.

Os resultados apresentados nas Tabelas 45 e 46 fornecem os índices de eficiência para a região Sudeste no período de 1980 a 2005, assim como os alvos de desempenho e os potenciais de melhoria.

**Tabela 45 – Eficiências/Sudeste**

| *Unidade* | *Eficiência (%)* |
|---|---|
| Sudeste 80 | 100 |
| Sudeste 85 | 100 |
| Sudeste 90 | 100 |
| Sudeste 95 | 100 |
| Sudeste 00 | 100 |
| Sudeste 05 | 97,27 |

**Tabela 46 – Metas de desempenho e potencial de melhoria/ Sudeste**

| | **Sudeste 80** | | | **Sudeste 85** | | | **Sudeste 90** | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 196,76 | 196,76 | 0 | 195,36 | 195,36 | 0 | 195,92 | 195,92 | 0 |
| Capital Fixo | 171,15 | 171,15 | 0 | 126,98 | 126,98 | 0 | 205,59 | 205,59 | 0 |
| Transportes | 227,84 | 227,84 | 0 | 237,1 | 237,1 | 0 | 209,16 | 209,16 | 0 |
| Comunicação | 176,35 | 176,35 | 0 | 212,32 | 212,32 | 0 | 221,33 | 221,33 | 0 |
| Energia | 140,64 | 140,64 | 0 | 202,43 | 202,43 | 0 | 217,09 | 217,09 | 0 |
| PIB | 165,28 | 165,28 | 0 | 166,51 | 166,51 | 0 | 166,54 | 166,54 | 0 |

| | Sudeste 95 | | | Sudeste 00 | | | Sudeste 05 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 196,52 | 196,52 | 0 | 192,16 | 192,16 | 0 | 193,81 | 192,16 | -0,85 |
| Capital Fixo | 152,27 | 152,27 | 0 | 152,27 | 152,27 | 0 | 152,27 | 152,27 | 0 |
| Transportes | 211,66 | 211,66 | 0 | 233,44 | 233,44 | 0 | 245,01 | 233,44 | -4,72 |
| Comunicação | 137,84 | 137,84 | 0 | 252,28 | 252,28 | 0 | 321,91 | 252,28 | -21,63 |
| Energia | 215,15 | 215,15 | 0 | 210,64 | 210,64 | 0 | 225,82 | 210,64 | -6,72 |
| PIB | 166,26 | 166,26 | 0 | 171,62 | 171,62 | 0 | 166,94 | 171,62 | 2,8 |

A região Sudeste do Brasil, em quase todos os períodos analisados, foi considerada eficiente, exceto no ano de 2005. Cinco das 6 observações tiveram combinações de recursos otimizadas. Isso significa que os recursos das diversas variáveis foram adequados para a composição dos resultados encontrados, nos casos eficientes.

A partir da Tabela 46 é possível identificar que somente no período de 2005 é possível melhorar o desempenho da região, já que todos os outros foram considerados eficientes.

Para o caso do Sudeste em 2005, de forma a tornar-se eficiente, a região deveria possuir 99,15% do nível de Emprego observado; 93,27% da capacidade energética verificada; 78,36% da capacidade de infraestrutura de Comunicação; 95,27% da capacidade de Transportes, manter a quantidades verificada de Capital Fixo e, ainda assim, incrementar o PIB em aproximadamente 3%. Tais resultados indicam que algumas variáveis possuíram capacidade improdutiva.

Para todos os períodos analisados é possível identificar a contribuição de cada variável na composição do PIB. A Tabela 47 apresenta essas contribuições no Sudeste em todos os períodos.

**Tabela 47 – Contribuição das variáveis (%)/ Sudeste**

| *Unidade* | *Transp/PIB* | *Comun/PIB* | *Energia/PIB* | *Emp/PIB* | *CF/PIB* |
|---|---|---|---|---|---|
| Sudeste 80 | 0,00 | 61,00 | 39,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 85 | 0,00 | 37,00 | 0,00 | 0,00 | 63,00 |
| Sudeste 90 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 95 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sudeste 00 | 40,00 | 0,00 | 1,00 | 59,00 | 0,00 |
| Sudeste 05 | 21,00 | 0,00 | 0,00 | 33,00 | 46,00 |

Em 1980 a região Sudeste apresentou contribuição nula para as variáveis Transportes, Emprego e Capital Fixo. Os resultados indicam a reduzida produtividade desses fatores. As capacidades observadas estão gerando retornos decrescentes no PIB e qualquer aumento nas mesmas as tornarão, de certa forma, improdutivas. Em contrapartida, as variáveis Comunicação e Energia apresentam características de retorno crescente de escala em relação ao PIB e, por conta disso, contribuíram mais para o resultado encontrado.

No período de 1985, no Sudeste, identificou-se que as variáveis Transportes, Energia e Emprego apresentaram contribuição nula na formação do PIB. Em 1980 a infraestrutura de Transportes já apresentava decrescente produtividade. Em 1985 observou-se um incremento tanto na capacidade de Transportes, como no PIB, se comparado ao período anterior. Tendo isso em vista, é possível afirmar que o crescimento do PIB compensou, de certa forma, o incremento na capacidade das infraestruturas de Transportes. No entanto, a produtividade da variável comportou-se de forma decrescente.

A capacidade de Energia em 1980 apresentava retorno moderado em relação ao PIB. O forte incremento na respectiva capacidade, ocorrido no período de 1985, fez decrescer sua produtividade de forma brusca, o que resultou em contribuição nula na variável em 1985.

Em 1990, como nos períodos precedentes, a região Sudeste foi considerada eficiente. No entanto, as variáveis Comunicação, Energia, Emprego e Capital Fixo tiveram contribuição nula na composição do PIB no período. As capacidades de Comunicação e Energia, se

comparadas a 1985, sofreram incrementos, assim como o PIB. Dessa forma, os incrementos na capacidade dessas infraestruturas continuaram compensados pelo incremento no Produto. Constatou-se, apenas, a decrescente produtividade das mesmas.

Em 1985 a variável de Transportes apresentou, também, retração na respectiva produtividade. Já em 1990, com a redução da capacidade das infraestruturas de Transportes, houve incremento na sua produtividade e a variável passou a contribuir para composição do PIB no período. Frente a um cenário de decréscimo na produtividade das demais variáveis e, conseqüentemente contribuição nula das mesmas, somente a variável de Transportes apresentou contribuição na formação do resultado em 1990. Ressalta-se que em 1990 houve um pequeníssimo incremento no PIB, se comparado ao período anterior.

Na região Sudeste, em 1995, somente a variável Comunicação apresentou contribuição na composição do PIB. A forte redução na capacidade dessa variável fez aumentar a sua produtividade e, de forma direta, incrementou a contribuição da mesma na formação do PIB em 1995. As demais variáveis mantiveram-se com contribuição nula, uma vez que houve uma diminuta redução no PIB.

Por fim, o último período da região Sudeste considerado eficiente foi em 2000. Neste ano as variáveis Comunicação, Energia e Capital Fixo tiveram contribuição nula na composição do PIB. A variável Comunicação, em 1995 teve sua capacidade reduzida, o que fez aumentar a sua produtividade no mesmo período. Em 2000 houve um incremento na sua capacidade, compensado pelo incremento no PIB, mas que gerou redução na utilidade da variável.

E a variável de Energia, em 2000, teve uma pequena redução na sua capacidade o que resultou em um ligeiro aumento na respectiva produtividade e, conseqüentemente, aumento (bastante reduzido) na contribuição da mesma para a formação do PIB no período.

No ano de 2005 a região Sudeste não foi classificada como eficiente. A Análise por Envoltória de Dados identificou a própria região Sudeste, só que no ano de 2000, como *benchmark*. A Figura 13 apresenta a comparação das duas observações.

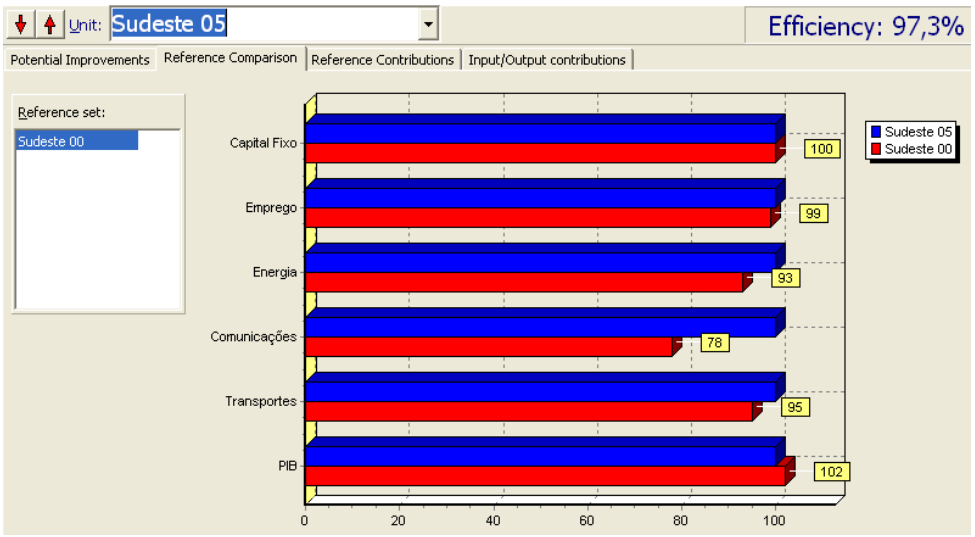


**Figura 13 – Sudeste/00 x Sudeste/05**

Inicialmente ressalta-se que o PIB do Sudeste em 2005 foi inferior ao do período imediatamente anterior (2000). As capacidades das infraestruturas de Transportes, Comunicação e Energia, em 2005, foram superiores às observadas em 2000. O nível de Emprego em 2005 também foi levemente superior ao praticado em 2000.

As variáveis Energia e Comunicação já apresentavam, em 2000, produtividade reduzida. O incremento das respectivas capacidades, em 2005, acompanhado por uma retração no PIB, tornou parte dessas infraestruturas improdutiva. A Análise por Envoltória de Dados sugere, para tornar o Sudeste/05 eficiente, entre outras coisas, reduzir a capacidade de Energia e Comunicação em, respectivamente, 6,72% e 21,63%.

A variável de Transportes, no período anterior, apresentou produtividade moderada na formação do PIB em 2000. O aumento na sua capacidade em 2005, acompanhado de uma retração no PIB, fez reduzir a sua utilidade marginal, se comparada ao período de 2000, mas,

ainda assim, essa variável contribuiu (de maneira reduzida, se comparada ao período anterior) para a composição do PIB de 2005.

A Análise por Envoltória de Dados indica que a região Sudeste em 2005 operou, em relação a algumas variáveis, de forma ineficiente. Em relação ao potencial de melhoria para o Sudeste em 2005 destacam-se as seguintes medidas:

- Capital Fixo: Manter o nível observado, uma vez que contribuiu de forma positiva para a composição do PIB observado.
- Transportes, Comunicação e Energia: Redução das respectivas capacidades, uma vez que parte delas é considerada improdutiva, quando comparada à capacidade das unidades de referência.
- Emprego: Propõe-se uma pequena redução, uma vez que essa pequena parte não está contribuindo para a formação do resultado.

Parte das variáveis de infraestrutura, em 2005, foi improdutiva no Sudeste. A retração do PIB ocorrida entre 2000 e 2005 não compensou os incrementos nas capacidades de Transportes, Comunicação e Energia. O Sudeste é a região mais industrializada do país e é a que possui a maior capacidade de infraestruturas. A industrialização, por sua própria natureza, exige uma série de recursos para amparar suas atividades. Equipamentos e máquinas demandam Energia; transações e parcerias comerciais demandam a infraestrutura de Comunicação e o escoamento produtivo demanda infraestrutura de Transportes.

Dessa forma fica ressaltada a grande importância das infraestruturas para a formação do PIB do Sudeste. No período investigado, em diversos momentos, houve registros de capacidades de infraestrutura pouco produtivas ou, no último período, improdutivas. No entanto, a ausência de capacidade das infraestruturas, ou brusca redução, representaria fator determinante para a redução do PIB regional.

### *6.2.5 Região Sul*

As próximas seções expõem as características econômicas e sociais do Sul do Brasil e apresentam, ainda, os resultados da Análise por Envoltória de Dados, realizada a partir dos dados da região.

***Características Econômicas e Sociais***

A região Sul é composta por 3 estados, sendo eles Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul e é considerada a menor região brasileira, ocupando cerca de 7% do território nacional. Em contrapartida, a região Sul possui uma densidade demográfica elevada de 43,50 habitantes por quilometro quadrado.

O clima predominante no Sul é o subtropical, uma transição entre o clima tropical, predominante na maior parte do país, e o clima temperado, predominante na Argentina. As temperaturas variam bastante e as quatro estações do ano são bem definidas. No Sul as temperaturas são relativamente mais baixas às registradas em outras regiões.

Os rios da região Sul estão concentrados, principalmente, em duas bacias hidrográficas: bacia do rio Paraná e a bacia do rio Uruguai.

- Bacia do rio Paraná: O rio Paraná é o principal rio da bacia, mas possui outros afluentes importantes. Tal bacia abrange a região centro-sul do Brasil, o nordeste da Argentina, o leste do Paraguai e o norte do Uruguai. Na parte brasileira, essa bacia está localizada na região mais industrializada e urbanizada do país. Trata-se da bacia hidrográfica com maior capacidade instalada de Energia elétrica do Brasil e se destacam as usinas de Itaipu, Furnas e Porto Primavera.
- Bacia do rio Uruguai: A bacia é formada pelo rio Uruguai e seus afluentes. As principais cidades brasileiras localizadas na bacia são Lajes e Chapecó (Santa

Catarina), São Borja, Uruguaiana, Bagé e Santana do Livramento (Rio Grande do Sul). Essa bacia apresenta um grande um grande potencial hidrelétrico.

Há ainda outros rios que fazem parte de um conjunto de bacias secundárias, conhecidas como Bacias do Sudeste Sul. São rios que percorrem do estado de São Paulo ao Rio Grande do Sul. Alguns desses rios são pequenos e correm para o oceano. Os rios com maior volume de água são os de maior aproveitamento para hidreletricidade, como os rios Jacuí (RS) e Itajaí (SC).

A economia da região Sul é, também, diversificada com predomínio de atividades industriais. No entanto, as atividades relacionadas à pecuária e agricultura são bastante expressivas.

A existência de grandes áreas de pastagens naturais favoreceu o desenvolvimento da pecuária de corte na região Sul. A criação é extensiva, demandando poucos trabalhadores, o que explica a baixa população rural na região. No Paraná e Rio Grande do Sul o grande destaque é a criação de suínos. Os campos do Sul constituem excelente pastagem natural para a criação de gado bovino. Desenvolve-se ai a pecuária extensiva, criando-se, além de bovinos, ovinos.

A principal característica da agricultura na região Sul é a policultura, sendo o feijão, a mandioca, o milho, o arroz, a batata, a abóbora, a soja, o trigo, as hortaliças e as frutas os produtos mais cultivados. Em algumas áreas, a produção rural está voltada para a indústria, como a cultura da uva para a fabricação de vinhos; a de tabaco para a indústria de cigarros; a de soja para a fabricação de óleos vegetais; à criação de porcos (associada à produção de milho) para abastecer os frigoríficos; e o leite para abastecer as usinas de leite e fábricas de laticínios.

Em relação à indústria, a região Sul é uma das mais industrializadas do país, e é a segunda em valor e volume de produção industrial. As indústrias sulistas apresentam as seguintes características:

- presença de indústrias próximas às áreas produtoras de matérias-primas: os laticínios e frigoríficos surgem nas áreas de pecuária; as indústrias madeireiras nas zonas de araucárias, e assim por diante.
- predomínio de estabelecimentos industriais de médio e pequeno porte em quase todo o interior da região.
- predomínio de indústrias de transformação dos produtos da agricultura e da pecuária.

Atividades fortes da indústria do Sul são: siderurgia, quimica, produção de couros e bebidas, produtos alimenticíos, têxteis, metalurgia, madeira, frigoríficos e desenvolvimento de *softwares*.

Em relação ao potencial de Energia, a região Sul é muito rica em carvão mineral. O carvão mineral é utilizado para produzir Energia elétrica nas usinas termelétricas. Além disso, a região também possui Energia elétrica em abundância. A maior usina hidrelétrica da região é a Itaipu. Como é considerada a segunda maior usina hidrelétrica do mundo , sua Energia é utilizada em partes iguais por ambos países a que pertencem, Brasil e Paraguai. Além de abastecer a região Sul, a Energia da Usina hidrelétrica de Itaipu é imensamente utilizada em outras regiões brasileiras, inclusive na região Sudeste.

No que diz respeito à infraestrutura de Transportes, a região Sul dispõe de condições naturais que facilitaram a implantação de uma boa malha rodoviária e ferroviária. Além disso, o fato de sua população distribuir-se uniformemente, sem grandes vazios populacionais, permite que sua rede de Transportes seja mais eficiente e lucrativa.

Embora quase todas as principais cidades da região sejam servidas por linhas da Rede Ferroviária Federal (RFFSA), o Transporte rodoviário é mais desenvolvido. A região conta com várias estradas, tais como a Rodovia Régis Bittencourt, ligando São Paulo ao Rio Grande do Sul, e a Rodovia do Café, alcançando o norte do Paraná até o porto de Paranaguá.

A região Sul possui, depois da região Sudeste e Brasília, os mais movimentados aeroportos do país. Essa região possui ainda portos marítimos de grande importância, tais como: porto de Paranaguá (que exporta principalmente café e soja); os portos de Imbituba e Laguna, em Santa Catarina (exportadores de carvão mineral); os portos de São Francisco do Sul, Itajaí e Itapoá, também em Santa Catarina, (exportadores de produtos da indústria metal-mecânica e frigorífica, além de móveis e madeira); e os portos de Rio Grande e Porto Alegre, no Rio Grande do Sul, pelos quais passam mercadorias diversificadas.

Em relação aos aspectos sociais prevalescentes na região Sul, um importante indicador é o índice de desenvolvimento humano (IDH). O IDH da região Sul brasileira foi de 0,850 em 2007, enquadrado na classe elevada. Consideram-se os seguintes fatores na composição desse índice: analfabetismo, longevidade e pib per capita.

A taxa de analfabetismo funcional da região Sul, em 2007, segundo o IBGE (2008), foi de 16,7%, a segunda taxa mais baixa do país. Esse índice indica que, para cada 100 nascidos na região Sul, 16,7% não possuem habilidade para interpretação de textos, assim como para fazer operações envolvendo cálculos.

Na região Sul a expectativa de vida é de 74,2 anos, acima da média brasileira, de 71,6 anos (IBGE, 2006). E relativo à renda, o PIB per capita da região foi de R$ R$ 13.208 para o ano de 2006 (IBGE, 2007), o segundo maior do país.

Estes dados permitem um breve diagnóstico social e econômico da região Sul. O PIB é um importante indicador da atividade econômica de uma região. A região Sul possui o segundo maior PIB do país e isso é reflexo, principalmente, da alta produção industrial. Um

fator muito positivo na indústria da região Sul é a produção industrial ser voltada para aquelas "habilidades" naturais da região. Além disso, visualiza-se nessa região um crescimento mais equilibrado entre indústria, agricultura e pecuária, o que, por sua vez, resulta em menores disparidades de renda e maios qualidade de vida para a população.

***Análise por Envoltória de Dados***

A partir dos dados apresentados na Tabela 31, para as variáveis de Transportes, Comunicação, Energia, Emprego, Capital Fixo e PIB, foi realizada a Análise por Envoltória de Dados, a fim de identificar os períodos, na região Sul, em que houve eficiência na utilização dos recursos produtivos para a composição do PIB.

Os resultados apresentados nas Tabelas 48 e 49 fornecem os índices de eficiência para a região Sul no período de 1980 a 2005, assim como os alvos de desempenho e os potenciais de melhoria.

**Tabela 48 – Eficiências/Sul**

| ***Unidade*** | ***Eficiência (%)*** |
|---|---|
| Sul 80 | 100 |
| Sul 85 | 100 |
| Sul 90 | 100 |
| Sul 95 | 100 |
| Sul 00 | 100 |
| Sul 05 | 96,27 |

**Tabela 49 – Metas de desempenho e potencial de melhoria/ Sul**

| | Sul 80 | | | Sul 85 | | | Sul 90 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 79,83 | 79,83 | 0 | 74,46 | 74,46 | 0 | 75,68 | 75,68 | 0 |
| Capital Fixo | 34,91 | 34,91 | 0 | 18,23 | 18,23 | 0 | 19,25 | 19,25 | 0 |
| Transportes | 64,5 | 64,5 | 0 | 67,77 | 67,77 | 0 | 63,76 | 63,76 | 0 |
| Comunicação | 71,25 | 71,25 | 0 | 113,16 | 113,16 | 0 | 128,54 | 128,54 | 0 |
| Energia | 20,01 | 20,01 | 0 | 28,16 | 28,16 | 0 | 65,51 | 65,51 | 0 |
| PIB | 45,01 | 45,01 | 0 | 47,33 | 47,33 | 0 | 48,53 | 48,53 | 0 |

| | Sul 95 | | | Sul 00 | | | Sul 05 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Variável** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** | **Atual** | **Meta** | **Melhoria** |
| Emprego | 77,75 | 77,75 | 0 | 79,59 | 79,59 | 0 | 74,71 | 74,71 | 0 |
| Capital Fixo | 21,18 | 21,18 | 0 | 21,18 | 21,18 | 0 | 21,18 | 21,18 | 0 |
| Transportes | 83,7 | 83,7 | 0 | 92,54 | 92,54 | 0 | 97,87 | 92,16 | -5,83 |
| Comunicação | 96,25 | 96,25 | 0 | 159,48 | 159,48 | 0 | 191,81 | 176,85 | -7,8 |
| Energia | 75,9 | 75,9 | 0 | 62,65 | 62,65 | 0 | 90,3 | 76,63 | -15,14 |
| PIB | 51,63 | 51,63 | 0 | 52,19 | 52,19 | 0 | 49 | 50,9 | 3,88 |

A região Sul do país em quase todos os períodos analisados foi considerada eficiente, exceto em 2005. Cinco das 6 observações tiveram combinações de recursos otimizadas. Isso quer dizer que os recursos, das diversas variáveis, foram adequados para a composição dos resultados encontrados, nos casos eficientes. A Tabela 49 indica que no período de 2005 é possível melhorar o desempenho da região, já que todos os outros foram considerados eficientes.

Para o caso do Sul em 2005, de forma a tornar-se eficiente, a região deveria manter os níveis observados tanto de Emprego, como de Capital Fixo. Além disso, manter aproximadamente 94% da capacidade de Transportes observada; 92,2% da capacidade de Comunicação; 85% da capacidade verificada de Energia e, ainda assim, incrementar o PIB em aproximadamente 4%.

Para cada um dos períodos, há uma quantidade ótima de recursos para a obtenção do PIB. Em todos os períodos analisados é possível identificar a contribuição de cada variável na composição do PIB. A Tabela 50 apresenta essas contribuições para a região Sul em todos os períodos.

**Tabela 50 – Contribuição das variáveis (%)/ Sul**

| *Unidade* | *Transp/PIB* | *Comun/PIB* | *Energia/PIB* | *Emp/PIB* | *CF/PIB* |
|---|---|---|---|---|---|
| Sul 80 | 0,00 | 0,00 | 100,00 | 0,00 | 0,00 |
| Sul 85 | 0,00 | 0,00 | 54,00 | 0,00 | 46,00 |
| Sul 90 | 93,00 | 4,00 | 0,00 | 0,00 | 3,00 |
| Sul 95 | 0,00 | 28,00 | 0,00 | 0,00 | 72,00 |
| Sul 00 | 0,00 | 0,00 | 14,00 | 0,00 | 86,00 |
| Sul 05 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 54,00 | 46,00 |

A baixa contribuição de uma variável, ou até mesmo seu valor nulo, evidencia sua decrescente produtividade. O incremento da capacidade de uma variável resultando em um incremento no PIB, mesmo que reduzido, resulta na baixa utilidade da mesma. Mas, representa também que, embora com produtividade reduzida, a variável continua sendo determinante para a composição do PIB.

Em 1980 a região Sul apresentou contribuição nula para todas as variáveis, exceto Energia. Como o Sul/80 foi considerado eficiente, concluí-se que todas as variáveis foram determinantes para a composição do respectivo PIB. No entanto, as variáveis Transportes, Comunicação, Emprego e Capital Fixo apresentaram baixa produtividade. Incrementos nessas variáveis, desacompanhados por incrementos no PIB, forçosamente resultarão em redução da eficiência na região Sul em 1980.

No período de 1985, no Sul, foi possível identificar que as variáveis Transportes, Comunicação e Emprego apresentaram contribuição nula na formação do PIB. As variáveis Emprego e Capital Fixo foram reduzidas de um período para o outro, o que, por sua vez,

gerou um incremento nas respectivas produtividades e aumento na contribuição de cada uma delas na composição do PIB. As variáveis Transportes e Comunicação tiveram suas capacidades aumentadas de 1980 à 1985 e tal incremento, de certa forma, foi compensado pela variação positiva no PIB. Entretanto, tais variáveis apresentaram produtividade decrescente na composição do PIB.

Em 1990 a região Sul também foi considerada eficiente. No entanto, as variáveis Energia e Emprego tiveram contribuição nula na composição do PIB no período. A variável Energia apresentou reduzida produtividade, uma vez que a respectiva capacidade foi aumentada drasticamente. Por outro lado, a infraestrutura de Transportes foi a que mais contribuiu para a formação do PIB neste período, já que tal variável experimentou uma redução em sua capacidade, acompanhada por um incremento no PIB, resultando em maior aproveitamento da capacidade de Transportes.

No período de 1995 as variáveis Transportes, Energia e Emprego apresentaram baixa produtividade. No entanto, os aumentos nas respectivas variáveis foram compensados por incrementos no PIB.

A capacidade das infraestruturas de Comunicação, em 1995, sofreu uma retração, se comparada ao período imediatamente anterior. Nesse sentido, houve maior utilização dessa capacidade, o que a tornou mais produtiva. Mesmo frente ao incremento no PIB, não houve necessidade de incremento na capacidade de Comunicação. O que retrata que a capacidade observada foi mais produtiva e, com isso, contribuiu mais para a formação do PIB em 1995.

No ano de 2000, último período classificado como eficiente na região Sul, as variáveis Transportes, Comunicação e Emprego apresentaram contribuição nula, o que representa a baixa utilização dessas variáveis, mas, ao mesmo tempo, afirma a importância das mesmas para a composição do PIB. Portanto, reduções nessas variáveis não representam medidas

viáveis. Enquanto uma variável é "aproveitada", ela se faz necessária e importante para a composição do PIB.

Foi possível notar que de 1995 para 2000 houve um incremento no produto Interno Bruto da região Sul. A capacidade da infraestrutura de Energia, de um período para o outro, foi reduzida. No entanto, como no período anterior ela já vinha sendo pouco "aproveitada", no período de 2000 houve um aumento no "aproveitamento" da infraestrutura de Energia. Com o incremento do PIB e redução na capacidade de Energia, detectou-se maior produtividade dessa última variável.

E, por fim, no período de 2005 a região Sul do país não foi classificada como eficiente, ou seja, a combinação de recursos utilizados para a composição do PIB não foi adequada. A Análise por Envoltória de Dados identificou as regiões Sudeste/95, Sul/00 e Centro-Oeste/05 como *benchmark.* A Tabela 51 apresenta a contribuição de cada unidade para o valor objetivo da região Sul em 2000.

**Tabela 51 – Porcentagens de contribuição aos valores objetivos do Sul/05**

*Peer Contributions*

| Peer: | Variable: | Contribution: |
|---|---|---|
| Sudeste 85 | Transportes | 7,38 % |
| Sudeste 85 | Comunicações | 3,44 % |
| Sudeste 85 | Energia | 7,57 % |
| Sudeste 85 | Emprego | 7,50 % |
| Sudeste 85 | Capital Fixo | 17,19 % |
| Sudeste 85 | PIB | 9,38 % |
| Sul 00 | Transportes | 79,92 % |
| Sul 00 | Comunicações | 71,77 % |
| Sul 00 | Energia | 65,07 % |
| Sul 00 | Emprego | 84,79 % |
| Sul 00 | Capital Fixo | 79,59 % |
| Sul 00 | PIB | 81,61 % |
| Centro-Oeste 05 | Transportes | 12,70 % |
| Centro-Oeste 05 | Comunicações | 24,78 % |
| Centro-Oeste 05 | Energia | 27,36 % |
| Centro-Oeste 05 | Emprego | 7,71 % |
| Centro-Oeste 05 | Capital Fixo | 3,22 % |
| Centro-Oeste 05 | PIB | 9,01 % |

A Figura 14 apresenta, sob a forma de gráfico, os resultados dessas contribuições.

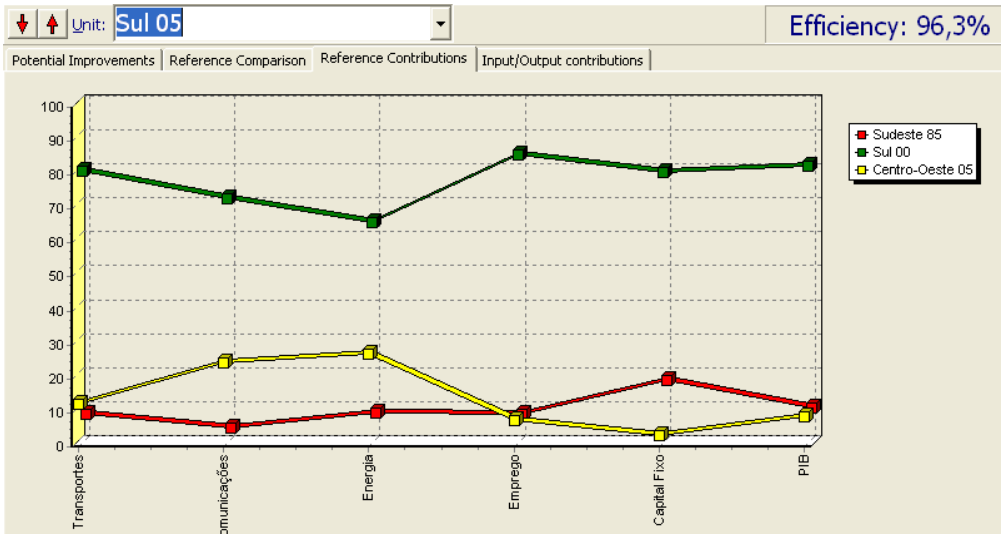


**Figura 14 – Contribuição do conjunto de referência aos valores objetivos do Sul/05**

Em relação ao potencial de melhoria para a região Sul em 2005 destacam-se as seguintes medidas:

- Capital Fixo e Emprego: Manter os níveis observados, uma vez que estão contribuindo de forma positiva para a composição do PIB observado.
- Transportes, Comunicação e Energia: Em comparação com as unidades de referência, foi possível identificar que parte da capacidade das variáveis de infraestrutura, na região Sul em 2005, não resultou em incremento algum no PIB. A Análise por Envoltória de Dados sugere a redução das capacidades de Transportes, Comunicação e Energia em, respectivamente, 5,8%, 7,8% e 15,1% e, ainda assim, incrementar o PIB em 3,9%.

Em 2005 na região Sul, parte das variáveis de infraestrutura, foi improdutiva. A retração do PIB ocorrida entre 2000 e 2005 não compensou os incrementos nas capacidades

de Transportes, Comunicação e Energia. A região Sul é a segunda mais industrializada do país e possui boas condições de infraestruturas. A industrialização, como já mencionado, demanda infraestruturas para amparar o seu desenvolvimento. Nesse sentido, fica evidenciada a relevância das infraestruturas para a formação do PIB da região Sul.

No período investigado, em diversos momentos, houve registros de capacidades de infraestrutura pouco produtivas. No entanto, a redução dessas capacidades representaria fator determinante para a redução do PIB regional.

# CONCLUSÕES

O desenvolvimento do presente trabalho buscou contribuir no sentido de validar uma função de produção que considerasse as capacidades das infraestruturas produtivas e o crescimento de uma região, mensurado por meio de variações no Produto Interno Bruto.

As variáveis utilizadas, e validadas econometricamente, como determinantes na composição do PIB foram capacidades de Transportes, Comunicação e Energia (variáveis de infraestrutura), Emprego e Capital Fixo.

Constatou-se, inicialmente, efeito de causalidade entre as variáveis de infraestrutura e a variável PIB. Nesse sentido, a regressão contribuiu de forma adequada para validar a função de produção proposta por este trabalho.

A técnica Análise por Envoltória de Dados (DEA) respondeu, de forma apropriada, às necessidades de avaliação e análise exigidas por essa pesquisa na construção da fronteira de eficiência e identificação dos níveis de eficiência das regiões investigadas. A partir dos dados obtidos, foi criada uma classificação de eficiência entre as regiões analisadas, que identificou metas de melhorias, a partir dos desempenhos observados.

A técnica utilizada foi além das expectativas inicialmente criadas, uma vez que identificou padrões de comportamento nas variáveis analisadas para cada unidade, o que permitiu importantes conclusões quanto à utilização da técnica como ferramenta de apoio à

tomada de decisão. Além disso, atenção especial foi despendida ao peso (utilidade) de cada categoria de infraestrutura, de forma a investigar a relevância do mesmo na formação da curva de eficiência.

As análises apresentadas no Capítulo 6 explicitam este padrão de comportamento das variáveis, tanto em relação às respectivas capacidades, como, também, às respectivas utilidades. Variáveis que apresentaram maior utilidade que as demais, em um período, foram consideradas as que maior impacto causaram na formação do PIB, de forma que, investimentos no sentido de incrementar as respectivas capacidades são fundamentados.

Por outro lado, para o caso das variáveis cujas utilidades foram reduzidas, conclui-se já haver capacidade subutilizada daquela modalidade de infraestrutura. Não porque essas modalidades tenham sido pouco necessárias, mas sim, por estarem operando em capacidades elevadas para o PIB observado. O direcionamento, então, é para a redução na capacidade da variável, a fim de torná-la mais produtiva, caso esse seja um movimento possível.

É possível observar certa relação entre as variáveis, de forma que a alteração na capacidade de uma variável, resulte em alteração na respectiva utilidade e nas utilidades das demais variáveis. Busca-se um *mix* de recursos que aproveite a capacidade de todas as variáveis da melhor forma possível, uma vez que todas são consideradas relevantes para a formação do PIB.

Por exemplo, se a infra-estrutura de Transportes possui alta utilidade, investimentos nessas capacidades são fundamentados. O que tal medida causaria nas demais variáveis? É natural que, para o próximo período haja redução na utilidade da variável de Transportes, não por essa infraestrutura passar a ser menos utilizada, mas pelo fato de que as outras variáveis podem vir a ser mais utilizadas do que eram anteriormente, justamente por conta do incremento na capacidade de Transportes. O incremento em uma variável que está sendo muito exigida tende a resultar em aumento do aproveitamento de outras variáveis.

Supõe-se, também, o efeito substituição e complementariedade entre as variáveis. As variáveis Capital Fixo e Emprego podem estar sob este efeito, nas unidades estudadas. Se em determinado período observou-se a maior utilidade do Capital Fixo, poderia haver menor utilidade na variável Emprego. Maior nível de investimentos privados pode gerar, entre outras coisas, redução da demanda por mão-de-obra, por conta da automação das indústrias. Nesse cenário seriam obtidas altas utilidades para o Capital Fixo e reduzida utilidade para a variável Emprego.

Decorrente de todo o processo de análise, foi possível identificar as variáveis de infraestrutura que mais contribuíram para a composição do PIB nas regiões, nos diversos períodos e, consequentemente, identificar as que, atualmente, demandam mais investimentos, no sentido de projetar um melhor aproveitamento dos recursos.

Uma das recomendações decorrentes do presente trabalho é a necessidade de cautela na especificação de quais seriam as capacidades ótimas das diversas modalidades de infraestrutura. O montante de capital público disponível é escasso e deve ser alocado de forma que gere maiores resultados econômicos e externalidades positivas. Alterações desmedidas nas capacidades de infraestrutura não são suficientes para fazer com que a região opere de forma produtiva; elas devem vir acompanhadas por análises da utilidade de cada modalidade de investimento, no momento analisado.

Em vários períodos foi possível observar que a tomada de decisão sobre quais infraestruturas deveriam ser privilegiadas, no que diz respeito à alocação de recursos, resultou em iniciativas similares às que seriam sugeridas caso se utilizasse a técnica Análise por Envoltória de Dados. Auxiliados por algum outro tipo de análise, ou mesmo por intuição, gestores injetaram recursos naquelas variáveis mais produtivas, como indicado pela utilidade, calculada pela técnica DEA neste estudo, o que resultou em maximização do produto.

No entanto, em outros períodos e em outras regiões as decisões sobre quais infraestruturas teriam suas capacidades alteradas seguiram critérios cujas iniciativas não coincidiram com as indicadas pela ferramenta DEA. E, nestes casos, as análises dos períodos seguintes mostram resultados às vezes conflitantes com as expectativas. Duas justificativas podem ser atribuídas a isso.

Inicialmente é possível contar com a desinformação do gestor público. É altamente difundida a informação de que as infraestruturas produtivas são importantes para o crescimento econômico de uma região. Nesse sentido, o gestor libera o recurso e, de forma pouco planejada e estruturada, são realizadas as obras que, por vezes, não resultam em grandes incrementos nas atividades produtivas da região e, tampouco geram crescimento no PIB, naquele período.

Por outro lado, a presença de fatores não controlados (como outras variáveis não observadas, ou fatos macroeconômicos isolados) pode ter alterado o comportamento de algumas das unidades analisadas, o que pode ser uma explicação para resultados não previstos.

O modelo teórico utilizado no presente trabalho, que determina o PIB em função de Transportes, Comunicação, Energia, Emprego e Capital Fixo, é uma simplificação da realidade. Existem fatores que não foram considerados e que resultam, também, em variações no PIB. A incidência de um deles, ou de um conjunto deles, pode ter ocorrido nas regiões onde não se observaram comportamentos alinhados com os previstos pela Análise por Envoltória de Dados.

Um exemplo interessante é a região Centro-Oeste em 1980, que possuia capacidade energética de 19,43. A utilidade dessa variável foi pequena, o que significa que, apesar de necessária, a capacidade energética instalada foi pouco produtiva. Se tal capacidade não foi tão produtiva em relação ao PIB, o natural seria a redução da mesma, de forma a gerar um

aumento na respectiva utilidade. Em 1985 observou-se, de fato, a redução na capacidade da infraestrutura de energia, que assumiu o valor de 3,23. No entanto, não houve, nesta observação, aumento da utilidade da capacidade energética no Centro-Oeste.

Para esse caso, não foi possível verificar o padrão de comportamento indicado pelo DEA já que, se houve uma redução na capacidade de energia daquela região, deveria ocorrer um aumento na respectiva utilidade na formação do PIB, o que de fato, não ocorreu. Um fator relevante que pode justificar isso, e que não foi controlado nessa pesquisa, é a transferência de energia da região Sul para o Centro-Oeste.

Os dados obtidos resultaram em um importante painel, com informações relativas às Infraestruturas, Capital Fixo, Emprego e PIB, desagregadas por estados da federação e contemplando o período de 1980 à 2005. Apesar das dificuldades do processo de coleta de dados, os resultados obtidos pela Análise por Envoltória de Dados mostraram-se coerentes e passíveis de contribuição para a formulação de políticas públicas.

Em 2007, o Governo Federal lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), que tem como objetivo principal investir em infraestruturas, de forma a estimular o crescimento do país. Foram previstas alocações de recursos para o período de 2007 a 2010, para todas as regiões brasileiras, na ordem de R$ 503,9 bilhões, nas áreas de transporte, energia, saneamento, habitação e recursos hídricos. A utilização de resultados obtidos de trabalhos dessa natureza, como forma de conduzir mais apropriadamente a alocação desses recursos, poderia resultar na otimização da aplicação do capital público, de forma a torná-lo mais produtivo e, assim, contribuir para o crescimento econômico e social das regiões brasileiras.

Para trabalhos posteriores, pretende-se efetuar a análise das infraestruturas em relação ao PIB, em nível estadual, de forma a obter uma nova fronteira eficiente que considere as diferenças entre estados da federação, resultando em metas de melhorias mais pontuais para

cada unidade analisada. Ressalta-se que grande esforço já vem sendo realizado nessa direção, uma vez que já se dispõe de um painel com os dados estaduais desagregados.

Outra possibilidade de estudo consiste na utilização da fronteira de eficiência invertida, uma vez que esta permite a identificação da região considerada “falsa eficiente”, pois regiões consideradas eficientes por meio da fronteira padrão são consideradas ineficientes por meio da fronteira invertida, caracterizando uma falsa eficiência.

Por fim, conclui-se que estudos que quantifiquem a importância das infraestruturas e indiquem as reais necessidades de cada região podem contribuir, de maneira fundamental, para o desenvolvimento e crescimento de regiões, no sentido de representar ferramenta de amparo ao processo de tomada de decisão na alocação de recursos públicos.

# REFERÊNCIAS


ABEL, L. (2000). **Avaliação cruzada da produtividade dos departamentos acadêmicos da UFSC, utilizando DEA (Data Envelopment Analysis).** 106p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ALESINA, BAQUIR E EASTERLY (1999). **Public goods and ethnic divisions**. Washington: World Bank. (Policy Research Working Paper Series, 2108).

ALMEIDA, M. R. (2007). **Infra-estrutura produtiva:** uma sistematização dos métodos, técnicas e modelos para análise de desempenho. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.

ALVAREZ, A.R.; CALVETE, G.F.; GARRIDO, C.L. (2002). **A eficiência técnica das explotacións leiteiras na comarca interior da província de A. Coruña**: influencia da concentración parcelaria. Santiago: Departamento de Coordinación e Desenvolvemento Tecnolóxico., Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo.

ALVAREZ, I.; RODRÍGUEZ, M.J.D. (2000). Las infraestruturas produtivas en Espana: estimácion del stock em unidades físicas y análises de su impacto em la producción privado regional. **Revista Asturiana de economia**, v.19, p.155-181.

ARGIMON, I. et al. (1994). **Series de stock de infraestructuras del estado y de las administraciones públicas en España**. Espanha: Banco de España. (Documento de Trabajo, n.9314).

ARROW, K.J.; KURZ, M. (1970). **Public investment, the rate of return and optimal fiscal policy**. Baltimore: The Johns Hopkins Press.

ASCHAUER, D.A. (1989a). Is Public expenditure productive?. **Journal of Monetary Economics**, Amsterdam, v.23, n.2, p.177-200, Mar.

_____. (1989b). Public investment and productivity growth in the group of seven: **Economic perspectives**. Vol. 13, p. 17-25.

_____. (1989c). Does public capital crowd out private capital?. **Journal of Monetary Economics**, Amsterdam, v.24, n.2, p.171-188, Sept.

_____. (1990). Is Government spending stimulative?. **Contemporary Policy Issues**, Chicago, v.8, n.4, p.30-46, October.
BAJO, ____. et al. (1993). **Does public capital affect private sector performance?** An analysis of the Spanish case, 1964-1988. Espana: Instituto de Estudios Fiscales. Papeles de Trabajo.

BANKER, R.D.; CHARNES, A.; COOPER, W.W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. **Management Science**, Providence, v.30, n. 9, p.1078-1092.

BARRO, R.J. (1991). Government spending in a simple model of endogenous growth. **Journal of Political Economy**, Chicago, v.98, n.5, p. 103-126, Jul.

BEHRMAN, J.R.; WOLFE, B.L. (1987). How does mother's schooling affect family health, nutrition, medical care usage, and household sanitation?. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.36, n.1/2, p.185-204, Sept./Oct.

BELLONI, J.A. (2000). **Uma metodologia de avaliação da eficiência produtiva de Universidades Federais Brasileiras**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

BENITEZ, R.M. (1997). **A participação das infraestruturas nas disparidades regionais** - um estudo empírico. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1997.

BENITEZ, R.M.; CHISARI, M.; ESTACHE, A. (2000). **Measuring the fiscal-efficiency-distribution trade-offs in Argentina's utilities privatization**. Washington: World Bank.

BERNDT, E.R.; HANSSON, B. (1992). Measuring the contribution of public infrastructure capital in Sweden. **Scandinavian Journal of Economics**, Stockolm, v.94, n. 0 (supplement), p. 151-168, Sept.

BIEHL, D. (1986). **The contribution of infrastructure to the regional development**. Luxemburgo: Report of the Infraestructure Study Group, Document Comission of the European Communities.

BIEHL, R. (1980). Determinants of regional disparities and the role of public finance. **Public Finance**. V. 35, n.1, p. 44-71.

BRAGA, J.C.; PESSINI, J.E.; SILVA, C.E.S. (Org.). (1996). **Infraestrutura e desenvolvimento**: abordagem macroeconômica. São Paulo: FUNDAP/IESP. p.70-77. (Estudos de Economia do Setor Público).

BRANDÃO, L.E.T.; CURY, M.V.Q. (2005). **Modelagem híbrida para concessões rodoviárias pioneiras com o uso da teoria das opções reais:** o caso da BR-163. Disponível em:<http://lynx.iag.puc-rio.br/~brandao/Pesquisa/BR-163%20ANPET%202005%20V3.pdf>. Acesso em: 31 jan. 2006.

BRENNEMAN, A.; KERF, M. (2002). **Infrastructure and poverty linkages**: a literature review. Washington: World Bank. Mimeo.

BRUNETTA, M.R. (2004). **Avaliação da eficiência técnica e de produtividade usando Análise por Envoltória de Dados**: um estudo de caso aplicado a produtores de leite. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

CALDERÓN, C.; SERVÉN, L. (2003). **The effects of infrastructure development on growth and income distribution**. Washington:World Bank. (Policy Research Working Paper, 3400).

CÂNDIDO JR., J.O. (2001). **Os gastos públicos no Brasil são produtivos?**. Brasília: IPEA. (Texto para Discussão, 781).

CANNING, D. (1999). **The Contribution of infrastructure to aggregate output**. Washington: World Bank. (Working Paper, 2246.).

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

CASHIN, P. (1995). Government spending, taxes, and economic growth. **IMF Staff Papers**, Washington, v.42, n.2, p.237-269.

CASS, D. (1965). Optimum growth in an aggregative model of capital accumulation. **Review of Economic Studies**, London, v.32, n. 3, p.233-240, Jul.

CHARNES, A.; COOPER, W.W.; RHODES, E. (1978). Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.2, n.6, p.429-444, Nov.

CHARNES, A. et al. (1997). **Data envelopment analysis**: theory, methodology, and application. Massachusetts: Kluwer.

CHISARI, O.; ESTACHE, A.; LAFFONT, J.J. (1999). **The Needs of the poor in infrastructure privatization:** the role of universal service obligations. Washington: World Bank.

CHOW, G. (1960). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions. **Econometrica**, Menasha, v.2, n.28, p.591-605, Jul.

CONRAD, K.; SEITZ, H. (1992). The Public capital hypothesis: the case of Germany. **Recherches Economiques de Louvain**, Belgium, v.58, n.3/4, p.309-327.

_____. (1994). The Economic benefits of public infrastructure. **Applied Economics**, Abingdon, v.26, n.4, p.303-311.

CORIAT, B. (1994). **Política industrial, modelos de organización empresarial y competitividad**. Tradução de Silvia Ferrari. San Antonio de Los Altos: UTAL.

DEMETRIADES, P.O.; MAMUNEAS, T.P. (2000). Intertemporal output and employment effects of public infrastructure capital: evidence from 12 OECD economies. **The Economic Journal**, London, v.110, n.465, p.687–712, July.

DUFFY-DENO, K.T.; EBERTS, R.W. (1991). **Public infrastructure and regional economic development**: a simultaneous approach. Cleveland: Federal Reserve Bank. (Working Paper, 8909).

EBERTS, R.W. (1986). **Estimating the contribution of urban public infrastructure to regional growth**. Cleveland: Federal Reserve Bank. (Working Paper, 8610).

_____. (1990). Public infrastructure and regional economic development. **Federal Reserve Bank of Cleveland Economic Review**, Cleveland, v.26, n.1, p.15-27.

ERBER, G. (1995). **Public infrastructure, productivity and competitiveness:** analysis of relative differences and impacts with regard to u.s. and german industries. Berlim: Deutsches Institut fürWirtschaftsforschung. (Technical Report, 115).

ESTACHE, A. (2003). **On Latin America's infrastructure privatization and its distributional effects**. Washington: World Bank.

ESTACHE, A.; FAY, M. (1995). **Regional growth in Argentina and Brazil**: determinants and policy options. Washington: World Bank.

ESTACHE, A.; FOSTER, V.; WODON, Q. (2002). **Accounting for poverty in infrastructure reform**: learning from Latin America's experience. Washington: World Bank. (WBI Development Studies).

ESTACHE, A.; GOMEZ-LOBO, A.; LEIPZIGER, D. (2000). **Utility privatization and the needs of the poor in Latin America**. Washington: World Bank.

ESTACHE, A.; MANACORDA, M.; VALLETTI, T.M. (2002). Telecommunications reform, access regulation and internet adoption in Latin America. **Economia**, Baltimore, v.2, n.2, p.153-203.

FÄRE, R. et al. (1994). Productivity growth, technical progress, and efficiency change in industrialized countries. **The American Economic Review**, Nashville, v.84, n.1, p.66-83, Mar.

FARREL, M.J. (1957). The measurement of productive efficiency. **Journal of the Royal Statistic Society**, London, v. 120, n. 03, p.253-290.

FERNALD, J.G. (1999). Roads to prosperity? Assessing the link between public capital and productivity. **The American Economic Review**, Nashville, v.89, n.3, p.619-638.

FERREIRA, F.H.G. (1995). **Roads to equality**: wealth distribution dynamics with public-private capital complementarity. Washington: LSE – STICERD, Discussion Paper TE/95/286).

FERREIRA, P.C. (1996). Investimento em infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.26, n.2, p.231-252. fe

FERREIRA, P.C.; MALLIAGROS, T.G. (1998). Impactos produtivos da infraestrutura no Brasil: 1950-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v.2, p.315-338.

FISHER, F. (1970). Tests of equality between sets of coefficients in two linear regressions: an expository note. **Econometrica**, Menasha, n.28, p.361-366, Mar.

FLORISSI, S. (1996). Infrastructure, public capital and growth in the brazilian economy. **Análise Econômica**, Porto Alegre, v. 15, n.27, p.69-80, Nov.

FOSTER, V.; TRE, J.P.; WODON, Q. (2001). **Energy prices, energy efficiency, and fuel poverty.** Washington: World Bank.

FREY, R.L. (1978). Infrastruktur. In: **Handworterbuch der Wirtschaftswissenschaften.** Stuttgart u. a., p.201–215.

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

GALIANI, S. et al. (2002). The Benefits and costs of privatization in Argentina: a microeconomic analysis. In: CHONG, A.; SILANES, F.L. (2002). **The Benefits and costs of privatizations**. Palo Alto: Stanford University Press.

GANNON, C.; LIU, Z. (1997). **Poverty and transport.** Washington: World Bank. Mimeo.

GARCÍA-MILA, T.; MCGUIRE, T.J. (1992). The contribution of publicly provided inputs to states economies. **Regional Science and Urban Economics**, Amsterdam, v.22, n.2, p.229-241, Mar.

GOLANY, B.; ROLL, Y. (1989). An Aplication procedure for DEA. **International Journal of Management Science**, v.17, n.3, p.237-250.

GONZÁLEZ-PÁRAMO, J.M. (1995). Infraestructuras, productividad y bienestar. **Investigaciones Economicas**, Madrid, v.19, n. 1, p.155-168, Jan.

GRAMLICH, E.M. (1994). Infrastructure investment: a review essay. **Journal of Economic Literature**, Nashville, v.32, n.3, p.1176-1196, Sept.

GREEN, R.H.; DOYLE, J.R.; COOK, W.D. (1996). Preference voting and project ranking using DEA and cross-evaluation. **Journal Operational Research**, v. 90, n. 3, p.461- 472, May.

GUJARATI, D.N. (2000). **Econometria básica.** São Paulo: Makron Books.

HANSEN, N. (1965). Unbalanced growth and regional development. **Western Economic Journal**, v.4, n. 1, p.3-14.

HARCHAOUI, T.M.; TARKHANI, F. (2003). **Public infrastructure in Canada**: where do we stand and what should we focus on? Insights on the canadian economy. Ottawa: Statistics Canada. (Analytical Studies Branch, 11).

HAUSMAN, J.A.; TAYLOR, W.E. (1991). Panel data and unobservable individual effects. **Econometrica**, Menasha, v.49, n.6, p.34-65.

HINRICHS, H. (1965). Determinants of government revenue shares among less- developed countries. **Economic Journal**, London, v.75, n.299, p.546-556, Sept.

HIRSCHMAN, A.O. (1981). **The Strategy of economic development**. New Haven: Yale University.

HOLTZ-EAKIN, D. (1988). **Private output, covernment capital, and the infrastructure crisis**. Columbia: Columbia University. (Columbia University Discussion, 394).

HOWE, J.; RICHARDS, P. (1984). **Rural roads and poverty alleviation**: a study prepared for the international labour office within the framework of the world employment programme. London: Intermediate Technology.

INGRAM, G. (1994). **Sustaining infrastructure to support economic growth**. Washington: World Bank. Minmeo.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **População residente em 1º de julho de 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao>. Acesso em: 12 mar. 2009.

_____. **Síntese de indicadores 2006**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pnad>. Acesso em: 12 mar. 2009.

_____. **Síntese de indicadores 2007**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pnad>. Acesso em: 12 mar. 2009.

_____. **Síntese de indicadores 2008**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pnad>. Acesso em: 12 mar. 2009.

_____. **Analfabetismo funcional**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/pesquisa>. Acesso em: 15 mar. 2009.

JACOBY, H. (2000). Access to rural markets and the benefits of rural roads. **The Economic Journal**, London, v.110, n.465, p.713-737, July.

JALAN, J.; RAVALLION, M. (2002). Does piped water reduce diarrhea for children in rural India?. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.112, n.1, p.l153-173, Jan.

JONES, H. (1979). **Introducción a las teorías modernas del crecimiento económico**. Barcelona: Casa Bosch.

KAO, C. (1994). Evaluation of junior colleges of technology: the Taiwan case. **European Journal of Operational Research**, Amsterdam, v.72, n.1, p.43-51, Jan.

KENDRICK, J.W. (1961). **Productivity trends in the United States** (National Bureau of Economic Research). New York: Princeton University Press.

KESSIDES, C. (1993). **Institutional options for the provision of infrastructure**. Washington: World Bank. (Discussion Papers, 212).

KIM, S. (1998). Infrastructure and production efficiency: an analysis on the korean manufacturing industry. **Contemporary Economic Policy**, v.17, n.3, p.390-400, July.

KOOPMANS, T.C. (1965). **On the concept of optimal economic growth, in the economic approach to development planning**. Amsterdam: North-Holland.

LAVY, V. et al (1996). Quality of health care, survival and health outcomes in ghana. **Journal of Health Economics**, Amsterdam, v.15, n.3, p.333-357, June.

LEE, L.M.; ROSENZWEIG, M.R.; PITT, M. (1997). The Effects of improved nutrition, sanitation, and water quality on child health in high-mortality populations. **Journal of Econometrics**, Amsterdam, v.77, n.1, p.209-235, Mar.

LEIPZIGER, D.; FAY, M.; YEPES, T. (2003). **The Importance of infrastructure in meeting MDGs.** Washington: World Bank.

LEIPZIGER, D. et al. (2002). **Achieving the millennium development goals**: the role of infrastructure. Washington: World Bank. (Working Paper, 3163).

LICTH, G.; SEITZ, H. (1994). The impact of the provision of public infrastructure capital on regional economic development in Germany. **Regional Studies**, New York, v.29,n.3, p.231–240, June.

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

LÓPEZ, H. (2003). **Macroeconomics and inequality.** World Bank (Workshop), Macroeconomic Challenges in Low Income Countries.

LOVELL, C.A.K. (1993). Production frontiers and production efficiency. In: FRIED, H.O.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, S.S. (1993). **The measurement of productive efficiency**: techniques and applications. New York: Oxford University Press. p.3-67.

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

LYNDE, C.; RICHMOND, J. (1992). The Role of public capital in production. **Review of Economics and Statistics**, Amsterdam, v.74, n.1, p.37-44, Feb.

MADDISON, A. (1982). **Phases of capitalist development.** New York: Oxford University Press.

MALINI, E. (1999). Build operate transfer municipal bridge projects in India. **Journal of Management in Engineering**, New York, v.15, n.4, p.51-58, July/Aug..

MANKIW, N.G.; ROMER, D.; WEIL, D.N. (1992). Contribution to the empirics of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, Cambridge, v.107, n.2, p.407-437, May.

MAS, M. et al. (1996). Infrastructures and productivity in the spanish regions. **Regional Studies**, New York, v.30, n.7, p.641-649, Nov.
MASCARÓ, J.L. (2005). **Infraestrutura urbana**. Porto Alegre: Masquart.

MEIRELLES; J.L.F. (2004). **A teoria de opções reais como instrumento de avaliação de projetos de investimento**. 117p. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

MERA, K. (1967). Regional production function and social overhead capital: an analysis of the japanese case. **Regional and Urban Economics**, v.3, n.2, p.157–186.

MILBOURNE, R.; OTTO, G.; VOSS, G. (2003). Public investment and economic growth. **Applied Economics**, Abingdon, v.35, n.5, p.527–540.

MOITA, M.H.V. (1995). **Medindo a eficiência relativa de escolas municipais da cidade do Rio Grande do Sul usando a abordagem DEA (Data Envelopment Analysis)**. 105 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1995.

MORALES JUNIOR, A.C. (2000). O Conceito de Eficiência na Nova Economia Institucional. Trabalho apresentado em Congresso, ANPEC.

MULLEN, J.K.; WILLIAMS, M.; MOOMAW0, R.L. (1996). Public capital stock and interstate variations in manufacturing efficiency. **Journal of Policy Analysis and Management**, New York, v.15, n.1, p.51-67, Winter.

MUNNEL, A.H. (1990). Why has productivity growth declined? Productivity and public investment (relationship between public capital investment and private economic activity). **New England Economic Review**, Boston, p.3-22, Jan./Feb.

MUNNEL, A.H.; COOK, L. (1990). How does public infrastructure affect regional economic performance. **New England Economic Review**, Boston, p.11-32, Sept./Oct.

MUSGRAVE, R. (1959). **The theory of public finance.** New York: Mc Graw-Hill.
MUSGRAVE, R.A.; MUSGRAVE, P.B. (1984). **Public finance in theory and practice.** New York: McGraw-Hill.

MYRDAL, G. (1957). **Teoria econômica e regiões subdesenvolvidas**. Rio de Janeiro: ISEB.

NADIRI, M.I.; MAMUNEAS, T.P. (1994). The Effects of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of U.S. manufacturing industries. **The Review of Economics and Statistics**, Amsterdam, v.76, n.1, p.22-37, Feb.

NIEDERAUER, C.A.P. (2002). **Um modelo para medir a produtividade de pesquisadores baseado na Análise por Envoltória de Dados**. Tese (Doutorado) - Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

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

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

NURSKE, R. (1952). Some international aspects of the problem of economic development. **American Economic Review**, Nashville, v. 42, n. 2, p. 571-582, May.

OTTO, G.; VOSS, G. (1994). **Long and short-run interactions of public capital, private output, capital and hours**. Australia: University of New South Wales.

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

PÊGO FILHO, B.; CÂNDIDO JÚNIOR, J.O.; PEREIRA, F. (1999). **Investimento e financiamento da infraestrutura no Brasil**: 1990/2002. Brasília: IPEA. (Texto para Discussão, 680).

PÉRICO, A.E. (2005). **Investimento público e o desenvolvimento nacional**: o caso do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social. 170p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

PERROUX, F. (1977). O Conceito de polo de crescimento. In: SCHWARTZMAN, J. (Org.). **Economia regional** - textos escolhidos. Belo Horizonte: DEPLAR/CETREDE-MINTER.

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

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDADES PARA O DESENVOLVIMENTO. **Emprego, desenvolvimento humano e trabalho decente** – a experiência brasileira recente. Disponível em: <http:// www.pnud.or.br/arquivos>. Acesso em: 22 mar. 2009.

RAM, R. (1987). Wagner's hypothesis in time-series and c*ross-section* perspectives: evidence from real data for 115 countries. **The Review of Economics and Statistics**, Amsterdam, v.69, n.2, p.194-204, Feb.

RAY, S. C.; BHADRA, D. Nonparametric tests of cost minimizing behavior: STUDY OF Indian farms. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 75, n. 4, p. 990-999, 1993.

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

RIANI, F. (1997). **Economia do setor público** - uma abordagem introdutória. São Paulo: Atlas.

_____. (1990). _____. São Paulo: Atlas.

RODRÍGUEZ, M.J.D. (1998). **El capital público em la economia española**. Madrid: Universidad Europea; CEES Ediciones.

ROLLER, J.; WAVERMAN, L. (2001). Impact of telecommunications infrastructure on economic growth and development. **American Economic Review**, Nashville, v.91, n.4, p.909 -923, Sept.

ROSENSTEIN-RODAN, P. (1975). **Notes on the theory of the big push**. Boston: MIT; Center for International Studies.

SARRICO, C.S. (1997). Data envelopment analysis and university selection. **Journal of the Operational Research Society**, London, v.48, n.12, p.1163-1177, Dec.

SARTORIS, A. Estatística e Introdução à Econometria. São Paulo: Saraiva, 2003.

SEIFORD, L.M. (1997). A bibliography for data envelopment analysis. **Annals of Operations Research**, Amsterdam, v.73, p.393-438, Oct.

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

SEITZ, H. (1995). The productivity and supply of urban infrastructures. **Annals of Regional Science**, Heidelberg, v.29, n.2, p.121–141, June.

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

SENRA, L.F.A.C. et al. (2004). Comparação de métodos de seleções de variáveis em DEA. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 36, São João Del Rei. **Anais.**

SOARES de MELLO, J.C.C.B. et al. (2004). Análise de eficiência das auto-estradas federais brasileiras com portagens. **Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão**, Rio de Janeiro, v.3, n. 2, p.68-75.

SOLOW, R.M. (1956). A Contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal Economics**, Cambridge, v.70, n.1, p.65-94, Feb.

STEPHAN, A. (1997). **The impact of road infrastructure on productivity and growth**: some preliminary results for the german manufacturing sector. Berlin. p.47-97. Technical Report.

THANASSOULIS, E. (1996). A data envelopment analysis approach to clustering operating units for resource allocation purposes. **International Journal of Management Science**, v. 24, n.04, p.463-476.

_____. (2001). **Introduction to the theory and application of data envelopment analysis**: a foundation text with integrated software. New York: Kluwer Academic.

TRIGEORGIS, L. (1993). The Nature of options interactions and the valuation of investments with multiple real options. **Journal of Financial and Quantitative Analysis**, Slater, v.28, n.1, p.1-21.

_____. (1995). **Real options in capital investment:** models, strategies and applications. Westport: Praeger.

_____. (1996). **Real options managerial flexibility and strategy in resource allocation**. Cambridge: MIT.

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

WEITZMAN, M.L. (1970). Optimal growth with scale economies in the creation of overhead capital. **Review of Economic Studies**, London, v. 37, n. 4, p.555-570.

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

WORLD BANK (1994). **World development report.** Washington: World Bank.

_____. (2003). **Inequality in Latin America and the Caribbean**. Washington: World Bank Latin American and Caribbean Studies.

YAMANO, N.; OHKAWARA, T. (2000). The Regional allocation of public investment: efficiency or equity? **Journal of Regional Science**, Philadelphia, v.2, n.40, p.205-229.

# Livros Grátis

( http://www.livrosgratis.com.br )

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo