MARIANA RODRIGUES DE ALMEIDA

**INFRA-ESTRUTURA PRODUTIVA: UMA SISTEMATIZAÇÃO
DOS MÉTODOS, TÉCNICAS E MODELOS PARA ANÁLISE DE
DESEMPENHO**

São Carlos
2007

MARIANA RODRIGUES DE ALMEIDA

**INFRA-ESTRUTURA PRODUTIVA: UMA SISTEMATIZAÇÃO
DOS MÉTODOS, TÉCNICAS E MODELOS PARA ANÁLISE DE
DESEMPENHO**

Dissertação apresentada à Escola de Engenharia
de São Carlos da Universidade de São Paulo,
como parte dos requisitos para a obtenção do
título de Mestre em Engenharia de Produção.

Área de concentração: Engenharia de Produção
Orientadora: Prof^ª. Dra. Daisy A. do N. Rebelatto

São Carlos
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTES
TRABALHOS, 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

A4474

Almeida, Mariana Rodrigues de
Infra-estrutura produtiva : uma sistematização dos
métodos, técnicas e modelos para análise de desempenho /
Mariana Rodrigues de Almeida ; orientador Daisy Aparecida
do Nascimento Rebelatto. -- São Carlos, 2007.

Dissertação (Mestrado) -- Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção e Área de Concentração em Economia
e Finanças Corporativas -- Escola de Engenharia de São
Carlos da Universidade de São Paulo.

1. Engenharia de produção. Infra-estrutura.
2. Eficiência. 3. Estado. I. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidata: Engenheira **MARIANA RODRIGUES DE ALMEIDA**

Dissertação defendida e julgada em 26/02/2007 perante a Comissão Julgadora:

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

Prof. Dr. **MARCELO SEIDO NAGANO**
(Escola de Engenharia de São Carlos/USP)

APROVADA

Prof. Dr. **PAULO DE MARTINO JANNUZZI**
(Universidade Estadual de Campinas/UNICAMP)

APPROVADA

Prof. Associado **FÁBIO MÜLLER GUERRINI**
Coordenador do Programa de Pós-Graduação em
Engenharia de Produção

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

Dedico:

À Deus.....

À minha mãe, por iluminar todos os dias da minha vida

À minha família, por auxiliar no decorrer dessa trajetória

À Henrique Bonifácio, pelo amor e carinho

À Daisy, pela oportunidade que me deu

AGRADECIMENTOS

Inicialmente, gostaria de agradecer a Profa. Dra. Daisy Rebelatto pela oportunidade que me deu de ser sua orientada. A partir disso, não sei como posso agradecer tudo que me ensinou, pois disponibilizou muito tempo e paciência comigo, principalmente, no início do mestrado. Além disso, não foi uma simples orientadora e sim uma amiga, uma companheira que me apoiou e acreditou na minha capacidade para enfrentar todos os obstáculos que tive no decorrer desses dois anos.

Também no cenário acadêmico, agradeço ao prof. Dr. Paulo Jannuzzi e ao prof. Dr. Marcelo Nagano que contribuíram bastante para melhorar e aprofundar este texto. Além disso, os ensinamentos do prof Dr. Fernando Almada e do prof. Dr. Eduardo César Marques foram muito válidos durante o meu processo de aprendizagem.

Outro forte apoio que recebi durante essa trajetória foi do meu namorado Henrique Bonifácio que me auxiliou quando precisei, principalmente, quando tive momentos de tristeza e solidão, quando tive dificuldades para escrever, nos momentos de alegrias e quando compartilhou as vitórias conquistadas e, ainda, nem sei como agradecer por todas as horas disponibilizadas com suas brilhantes contribuições.

A minha família também foi muito importante para esta conquista, pois apesar das dificuldades e sacrifícios que, principalmente, o meu pai passou, sempre me proporcionou chegar onde queria. Minha irmã Manuela teve uma participação especial com conselhos para que eu pudesse enfrentar as diversas situações da “vida”. Cabe, ainda, destinar agradecimentos para meu irmão Fredinho, minha irmã Marisa, Francineide, Tia Ana, Tia Fau, Tia Nora, Tia Dália, Tia Ângela, Babinha e aos meus queridos primos (Cassiana pela sua verdadeira amizade e sua atenção, Érika pelo incentivo, Talita e Cauê por compartilhar desde minha primeira conquista em São Carlos e pela hospitalidade, a Babi por sua atenção, Raquel e Larisse pelo carinho e pelas inúmeras noites que tiveram que dormir com a luz acesa para que pudesse finalizar as minhas atividades, a Kiko e Darinha pelo seu carinho e amor, a Susana, Andréa e Junior pela atenção e carinho) por toda confiança que depositaram em mim.

Ao agradecer as amizades que realizei durante essa batalha, será necessário elencar várias pessoas, pois cada pessoa teve uma participação especial, por isso irei dedicar um espaço para cada um.

À Ana Beatriz teve uma participação muito intensa na minha vida, ao longo desses dois anos, porque me auxiliou bastante para que pudesse refletir melhor e concatenar as idéias do meu projeto. No segundo momento, demonstrou uma amizade sincera e acredito eterna. Além disso, compartilhamos momentos que serão frutos de várias histórias em nossas vidas.

À Karenina Carolina por ser uma pessoa especial para mim, principalmente, por ter compartilhado vários momentos (alegria e tristeza) em que fortificou os laços de uma amizade eterna. Sempre que precisei, apesar de não dividirmos a mesma casa e nem o mesmo departamento, tive sua atenção para contribuir com sugestões para o meu trabalho.

À Ana Paula Sales, que apesar de estar muito distante, sempre esteve presente na minha vida. Além disso, gostaria de agradecer por ter se dedicado, várias vezes, a coletar “papers” não disponibilizáveis pela USP. Com isso, pude citar obras raras da literatura internacional.

Aos amigos do laboratório, a Charbel Jabbour que sempre me auxiliou bastante, principalmente no início dessa trajetória, pois precisei adaptar-me à vida de pesquisadora e, ainda, por estimular bastante a minha vida acadêmica. Ademais, a Enzo Mariano companheiro de várias co-autorias, monitoria e por ser um amigo atencioso.

Ao Vinicius Sobreiro, pela energia inesgotável e alegria que sempre compartilhou comigo e pelos seus questionamentos que estimularam reflexões.

À Eliciane, por todo carinho e atenção despendidos a mim, pelo fato de eu estar longe da família, onde sempre demonstrou um carinho de “mãe”.

À Mariana Sarmanho, por compartilhar momentos desde a graduação e sempre quando precisei.

À Claudia, pela atenção dedicada, à Janaina, à Ana Elisa Perico, pelas sugestões iniciais no meu trabalho, ao Pedro Henrique, pela amizade, à Lívia, pelo ombro amigo que sempre disponibilizou para mim, ao grupo do curso da estruturas, as minhas eternas amigas do Auxiliadora, à Érika pelas sinceras palavras.

Ao curso de engenharia de produção da UFRN, principalmente, os ensinamentos do prof. Jesus Salazar. Além disso, à todos os amigos que encontrei no curso e torcem pela minha conquista.

Nesse último ano, encontrei, em uma nova república, Selene Siqueira, Luciene Parron e Daniela, amizades sinceras e especiais. Vale destacar que várias conversas com Selene me proporcionaram aprofundamento e reflexões sobre o tema da minha pesquisa.

Ao Márcio Soares, por sempre estar prontamente disposto, nesses últimos dias, para me auxiliar quando tive problemas para recuperar “o texto perdido e corrompido” no computador.

Para finalizar, ao José Luiz, Fábio, Silvana e Sueley que sempre estiveram disponíveis para me auxiliar com os procedimentos burocráticos da universidade e pelo carinho.

RESUMO

ALMEIDA, M.R. *Inventário Dos Modelos, Métodos e Técnicas para Avaliar a Eficiência Técnica dos Investimentos em Infra-Estrutura*. São Carlos, 2006. Monografia de Qualificação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

Com maior vigor nas últimas décadas do século XX, a eficiência das atividades estatais passou a ser contestada por múltiplos atores sociais, que tomam como paradigma de gestão os resultados alcançados pelo setor privado. Nesse novo cenário, emergiram movimentos globais de reforma do aparelho estatal, a fim de impor às atividades públicas a eficiência com que supostamente atua o mercado, uma vez que o debate acerca da eficiência do capital público é uma questão de grande relevância para o campo de estudo relativo às diversas áreas do conhecimento, às atividades macro e microeconômicas e à própria dinâmica social. Consequência dessa atenção crescente destinada à análise, e contestação, da eficiência do gasto público e das atividades a ele imbricadas, é a histórica institucionalização, pela legislação brasileira, da eficiência como um dos princípios fundamentais da administração pública, como propõem o Decreto-Lei n. 200/67 e a Emenda Constitucional n. 19/98. Nesse cenário, em que a eficiência das atividades públicas é crescentemente almejada e refutada, tomam projeção e relevância métodos e técnicas que tratam desse aspecto. Adquire importância, por consequência lógica, pesquisas destinadas a sistematizar as contribuições e experiências sobre a utilização de tais métodos. Entretanto, poucos trabalhos extrapolam o caráter meramente aplicativo das técnicas, explicitando-se a carência por bibliografia que sistematize, sob diversos aspectos, as aplicações já realizadas, nesse campo do conhecimento. Dessa forma, esta pesquisa objetiva identificar e sistematizar os métodos existentes para avaliar a eficiência dos investimentos públicos em infra-estrutura na literatura internacional e nacional. Contribui-se, portanto, com subsídios teóricos e analíticos para pesquisadores em gestão pública, administradores estatais e cidadãos que se ocupam com a análise da eficiência das atividades públicas, principalmente em infra-estrutura.

Palavras-Chave: Eficiência, Infra-estrutura, Estado.

ABSTRACT

ALMEIDA, M.R. *ProductiveInfrastructure: a systemization of the Methods, Techniques and Models to analyze frontier efficiency*. São Carlos, 2006. Dissertation - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

With larger energy in the last decades of the 20th century, the efficiency of the state activities passed to be answered by multiple social actors, that you/they take as administration paradigm the results reached by the private section. In this new scenery, global movements of the state's reform apparel emerged, in order to impose to the public activities the efficiency where supposedly the market acts, once the debate concerns the efficiency of the public capital is a subject of great relevance for the field of relative study to the several areas of knowledge, to activities macro and microeconomics and to the own social dynamics. The consequence of this growing attention destined to the analysis, and reply, the efficiency of the public expense and of those activities, that's the historical institutionalization, which for the Brazilian legislation, of the efficiency as one of the fundamental beginnings in public administration, as they propose the Law n. 200/67 and the Constitutional Amendment n.19/98. In this scenery, in what the efficiency of the public activities is increasingly longed for and refuted, they take projection and relevance methods and techniques that treat that aspect. It acquires importance, for logical consequence, researches destined to systematize the contributions and experiences about the use of such methods. However, few works extrapolate the character merely application of techniques, explicated if the lack for bibliography that systematizes, under several aspects, the applications already accomplished, in the field of knowledge. In that way, this objective research to identify and to systematize the existent methods to evaluate the efficiency of the public investments in infrastructure of the international and national literature. It is contributed, therefore, with theoretical and analytical subsidies for researchers in public administration, state administrators and citizens that are in charge with the analysis of the efficiency of the public activities, mainly in infrastructure.

Keyword: Efficiency, Infrastructure, State.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Fases da pesquisa – metodologia	06
Figura 2	Estrutura organizacional deste trabalho de pesquisa	08
Figura 3	Objetivos e alternativas da intervenção do governo na economia	15
Figura 4	As funções básicas do Estado	16
Figura 5	A evolução do gasto público por esfera governamental	20
Figura 6	A evolução dos gastos públicos correlacionados com o período de industrialização	21
Figura 7	A Evolução da taxa de crescimento do Brasil à luz dos planos governamentais	22
Figura 8	Evolução das receitas públicas ao longo do tempo	25
Figura 9	Estratificação das despesas públicas para o ano de 2006	28
Figura 10	Níveis hierárquicos do planejamento com orçamento público	31
Figura 11	Investimentos em infra-estrutura e demais investimentos públicos	33
Figura 12	Curva de pareto na escolha de alocar investimento para dois setores distintos	35
Figura 13	Eficiência e eficácia na alocação setorial dos recursos	36
Figura 14	Métodos e regras de decisão para decisão de investimento em capital	77
Figura 15	Curva de um processo de produção	90
Figura 16	Os <i>Stakeholders</i> da administração Municipal	94
Figura 17	Fluxograma Teórico-Conceitual de Referência	102
Figura 18	Fronteiras paramétricas e não-paramétricas	106
Figura 19	Técnicas para estimar a eficiência técnica por fronteiras	107
Figura 20	As principais fases do modelo matemático estocástico	109
Figura 21	Campos de aplicação para técnica Índice Malmquist	117
Figura 22	Fronteira de eficiência	119
Figura 23	Modelo de Orientação ao insumo ou ao produto	123

Figura 24	Campos de aplicação do DEA	124
Figura 25	As principais fases do modelo matemático	129
Figura 26	Evolução do modelo matemático DEA no tempo	130

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	A classificação das receitas públicas por categoria econômica	25
Tabela 2	A subdivisão das despesas públicas	27
Tabela 3	Índices de elasticidades por subgrupos de infra-estruturas	46
Tabela 4	Características principais dos níveis de mensuração	59
Tabela 5	Sistematização da literatura internacional sobre infra-estrutura por métodos físicos	62 – 64
Tabela 6	Sistematização da literatura nacional sobre infra-estrutura por métodos físicos	69 – 70
Tabela 7	Os principais métodos de avaliação econômica	80
Tabela 8	Aplicação dos métodos monetários na literatura internacional	82
Tabela 9	Sistematização da literatura nacional sobre infra-estrutura por métodos monetários	84
Tabela 10	Os métodos para avaliar o capital público em infra-estrutura no Brasil	91
Tabela 11	Panorama dos principais indicadores da literatura	103
Tabela 12	Indicadores utilizados para avaliar os investimentos em infra-estrutura	111
Tabela 13	Sistematização das aplicações para a técnica índice Malmquist.	116
Tabela 14	<i>Inputs</i> e <i>Outputs</i> utilizados para pesquisa do setor agrícola	118
Tabela 15	Comparação dos principais modelos matemáticos referentes ao DEA	122
Tabela 16	As principais armadilhas e recomendações que devem ser contempladas em um modelo matemático	127-128
Tabela 17	<i>Inputs</i> e <i>Output</i> utilizados para pesquisa de Infra-estrutura Rodoviária	131
Tabela 18	<i>Inputs</i> e <i>Output</i> utilizados para pesquisa de Infra-estrutura Portuária	132
Tabela 19	<i>Inputs</i> e <i>Output</i> utilizados para pesquisa de Infra-estrutura Saneamento	134
Tabela 20	<i>Inputs</i> e <i>Output</i> utilizados para pesquisa de Infra-estrutura de Gasoduto	135
Tabela 21	<i>Inputs</i> e <i>Output</i> utilizados para pesquisa de Infra-estrutura no setor de Energia	136
Tabela 22	Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura internacional	137-138

Tabela 23	Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura nacional	139-140
Tabela 24	As vantagens e desvantagens das técnicas para avaliar eficiência	141
Tabela 25	Os tipos de <i>softwares</i> disponibilizados no mercado para calcular eficiência (fronteira de produção)	142
Tabela 26	As principais características de alguns <i>softwares</i> disponibilizados gratuitamente no mercado.	143

LISTA DE SIGLAS

APT	Teoria de Precificação por Arbitragem
APV	Valor Presente Ajustado
BCC	Retorno variável de escala
CAPM	Cálculo do Custo de Capital Próprio
CCR	Retorno constante de escala
CONCEPA	Rodovia Osório - Porto Alegre
CONCER	Concessionária da Rodovia Rio-Juiz de Fora
CRS	Constant Returns to Scale
CTR	Rodovia Rio – Teresópolis
DCF	Fluxo de caixa descontado
DEA	Data Envelopment Analysis
DMU	Decision Making Units
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto e Pesquisa Econômica Aplicada
IRR	Taxa interna de retorno
NOVA DUTRA	Rodovia Presidente Dutra
NPV	Valor Presente Líquido
Payback	Payback do período
PIB	Produto Interno Bruto
PONTE	Ponte Rio – Niterói
PPL	Problema de Programação Linear
VRS	Variable Returns to Scale
WACC	Custo Médio Ponderado de Capital

LISTA DE SÍMBOLOS

D	Dívidas ou capital de terceiros
Rd	Custo da dívida ou do capital de terceiros
E	Retorno esperado do capital próprio da empresa
Re	Custo do capital próprio
V	Valor da empresa (D+E)
Tc	Alíquota do imposto de renda (IR)
r_f	Taxa de juros livre de risco
β_i	Beta do investimento relativo ao k-ésimo índice representativo da carteira de mercado
$E(r_M)$	Valor esperado do retorno do índice representativo da carteira de mercado
$E(r_i)$	Retorno esperado justo ao risco sistemático incorrido pelo investimento
β_{ik}	Beta do investimento relativo ao k-ésimo índice representativo do mercado
M_0	Índice de Malmquist
D_0	Função da distância
M_0^{t+1}	Índice de Malmquist no próximo período
D_0^{t+1}	Função da distância no próximo período
x	Quantidade de produto produzido pela unidade no período t
x^{t+1}	Quantidade de produto produzido pela unidade no período t+1
y	Quantidade de produto produzido pela unidade no período t
y^{t+1}	Quantidade de produto produzido pela unidade no período t+1
t	Unidade no tempo
t + 1	Unidade no tempo posterior
Y_{it}	<i>Output</i> regional privado i no tempo t
K_{it}	Estoque do capital privado

L_{it}	Emprego privado
I_{it}	Infra-estrutura produtiva
u_{it}	Resultado da ineficiência técnica
v_{it}	Erros aleatórios.
δ_0	Constante
δ_1	Efeito no tempo
δ_2	Efeito regional
δ_3	Infra-estrutura de comunicação
δ_4	Infra-estrutura de energia
δ_5	Infra-estrutura de transportes
W_{it}	Variáveis aleatórias

SUMÁRIO

	Páginas
AGRADECIMENTO	i
RESUMO	Iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	vi
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS	x
LISTA DE SÍMBOLOS	xi
1 APRESENTAÇÃO	01
1.1 Problematização da pesquisa	03
1.2 Objetivos da pesquisa	03
1.3 Relevância da pesquisa	04
1.4 Método	05
1.5 Estrutura do trabalho	07
CAPÍTULO 1 – ESTADO	
1.1 Estado	09
1.2 Os tipos de intervenção do Estado na economia	15
1.2.1 As funções econômicas do setor público	16
1.3 Gastos públicos	17
1.3.1 Evolução dos gastos públicos	19
1.3.2 Classificação dos gastos públicos	23
1.4 Orçamento público	28

1.5	Os fatores que afetam o planejamento e critérios de referência	33
	Considerações finais	37
CAPÍTULO 2 – INFRA-ESTRUTURA		
2.1	Conceitos	38
2.2	Classificação das infra-estruturas	41
2.3	Pesquisas sobre infra-estrutura desenvolvidas na literatura nacional e internacional	44
2.4	Métodos para mensuração e avaliação do estoque de capital público	53
2.4.1	Métodos por unidades físicas	54
2.4.1.1	As aplicações para avaliações dos investimentos públicos na literatura internacional	60
2.4.1.2	As aplicações para avaliações dos investimentos públicos na literatura nacional	65
2.4.2	Métodos monetários	71
2.4.2.1	Aplicações dos métodos monetários para avaliações do capital público na literatura internacional	80
2.4.2.2	Aplicações dos métodos monetários para avaliações do capital público na literatura nacional	83
	Considerações parciais	85
CAPÍTULO 3 – MEDIDAS DE DESEMPENHO		
3.1	Visão de processos	86
3.2	Eficácia e Efetividade	87
3.3	Produtividade	88
3.4	Eficiência	89
3.5	Indicadores	92
3.5.1	Indicadores sociais	96
3.5.1.1	Características dos indicadores	99
3.5.1.2	Classificação dos indicadores	100

3.6	Técnicas para avaliar a eficiência do capital público	103
3.6.1	Medidas quantitativas para avaliação do desempenho	106
3.6.1.1	Fronteira Estocástica	107
3.6.1.2	Índice Malmquist	113
3.6.1.3	Análise por Envoltória de Dados	118
4.	Panorama dos trabalhos realizados na literatura internacional e nacional	136
5.	Vantagens e desvantagens das técnicas de análise de eficiência	141
	Considerações parciais	144
	CONCLUSAO	145
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	156

APRESENTAÇÃO

O Estado desempenha papel fundamental no desenvolvimento de um país. Para que isso ocorra, os objetivos estratégicos de desenvolvimento requerem um alinhamento entre as funções do Estado e as estruturas econômica e política. No entanto, isso nem sempre se efetiva na prática. Por isso, fundamentou-se um debate polêmico para verificar se o Estado funcionava para o bem-estar coletivo ou em favor dos interesses das classes dominantes (POULANTZAS, 1971), tema que se tornou questão importante em diversos setores da sociedade.

Seguindo essa linha de discussão e após importantes acontecimentos históricos, dentre os quais a disseminação das idéias liberais e a crise de 1929, que abalou profundamente a economia mundial, surgiu a cultura do bem-estar social (ou *Welfare State*). Seu objetivo era construir uma rede de proteção social e políticas compensatórias para incrementar a qualidade de vida da sociedade como um todo.

Em contrapartida, desencadeou-se o resgate dos pressupostos liberais, cujos seguidores, no momento, eram intitulados de neoliberais e refletiam a filosofia de Reformar o Estado. Foi uma fase marcada pela reorganização do sistema econômico, bem como do próprio sistema político e os efeitos desse fenômeno exigiram a reestruturação da esfera estatal. O foco maior era distribuir os gastos públicos seguindo os padrões de eficiência almejados pelo setor privado.

A medida inicial para que os novos objetivos estatais fossem alcançados seria justamente a redução do tamanho do Estado, de modo a tornar possível a centralização de suas ações. O intuito desse fenômeno, denominado Modelo da Nova Administração Pública (ou *New Public Management*), era intensificar o controle dos gastos públicos e, a partir de então, empregar os recursos estatais da maneira mais eficiente possível.

O início dessa fase foi marcado pela contestação, por parte da sociedade, das ações governamentais, pois a busca pela eficiência dos serviços públicos se tornava cada vez maior. A partir disso, aumentou-se substancialmente a demanda por métodos que avaliassem o índice de eficiência dos gastos públicos, sobretudo nas questões que envolviam investimentos em infra-estrutura.

Segundo Teixeira et al. (1994), a avaliação de desempenho se tornou um dos instrumentos modernos da gestão, sendo uma das ferramentas mais promissoras no processo de legitimação e racionalização do aparelho administrativo do Estado. No entanto, para que se alcancem resultados fidedignos, um estudo dessa natureza deve se basear na análise de indicadores, que permitem identificar e monitorar o desempenho da ação pública.

A Engenharia de Produção postula que, para avaliar todo e qualquer sistema, é necessário definir quais são os seus principais *inputs* e *outputs*. Esses conceitos sistêmicos são estendidos a outras áreas do conhecimento científico. Dentro da Engenharia de Produção, a pesquisa operacional é a disciplina que melhor circunscreve esse ambiente complexo, pois há um grande avanço no desenvolvimento de técnicas para análise de eficiência (LOVELL et al., 1988).

O contexto político é caracterizado por um ambiente sistêmico bastante complexo e, por isso, difícil de ser mensurado. Visando amenizar esse problema, as ferramentas matemáticas, mediante o uso dos indicadores, de maneira quantitativa, têm

a função de identificar os investimentos mais eficientes e, assim, contribuir para a otimização das tomadas de decisões estratégicas envolvendo uma melhor distribuição dos recursos públicos.

Com base nisso, a presente pesquisa objetiva preencher uma lacuna bibliográfica existente sobre a sistematização dos principais métodos de avaliação para os investimentos públicos em infra-estrutura, bem como estimar as fronteiras de produção.

1.1 Problema de pesquisa

A problematização desta pesquisa envolve verificar se os gastos públicos estão alocados de forma eficiente. A questão a ser respondida por este trabalho é: quais são os principais métodos destinados a mensurar o desempenho dos gastos públicos, quando alocados em infra-estrutura, e subsidiar a tomada de decisão do gestor público?

1.2 Objetivos da pesquisa

Esta pesquisa tem por objetivo geral **identificar e sistematizar os principais métodos existentes para avaliar a eficiência dos investimentos públicos em infra-estrutura na literatura internacional e nacional.**

Objetivos específicos

- Revisar a literatura nacional e internacional concernente aos investimentos públicos em infra-estrutura;
- Identificar o montante de investimentos destinados para a infra-estrutura no Brasil;
- Identificar os métodos de avaliação dos investimentos públicos em infra-estrutura na literatura nacional e internacional;
- Descrever os procedimentos dos métodos para avaliar investimentos em infra-estrutura na literatura nacional e internacional;

- Identificar quais as possíveis variáveis que podem ser utilizadas em cada método;
- Identificar e explicitar demandas para investigação sobre eficiência dos investimentos públicos na realidade nacional.

1.3 Relevância da pesquisa

A formulação da política orçamentária é um dos mais importantes assuntos discutidos nos âmbitos nacional e internacional, pois analisa a distribuição dos recursos públicos, bem como quais são os melhores critérios de rateios para desmembrar o orçamento para vários setores produtivos no país. Tendo em vista que o atual cenário é de recessão orçamentária e o grande problema é identificar o que pode ser cortado sem comprometer outro setor produtivo da economia (FURTADO, 2004).

No Brasil, os investimentos públicos estão alocados de forma heterogênea, ocasionando disparidades socioeconômicas entre as regiões (FERREIRA, 1996; FERREIRA; MALLIAGROS, 1998; MOSSI et al., 2003; AZZONI; ANDRADE, 2005). Como consequência, algumas regiões possuem maior potencial de competitividade devido às condições mais favoráveis, por exemplo, de infra-estrutura, gerada pelos investimentos públicos (AZZONI; SILVEIRA-NETO, 2005; LAMBRINIDIS et al., 2005). Em contrapartida, outras regiões, menos beneficiadas, não possuem as mesmas condições. Uma preocupação governamental, portanto, é orientar os investimentos para apoiar o desenvolvimento econômico e social visando reduzir as disparidades regionais e locais (CARDOSO, 2001).

As atividades governamentais se tornam cada vez mais complexas e mais diversificadas, o que pode dificultar a gestão de controle dos recursos públicos. A característica principal do sistema governamental é ser representado por um ambiente complexo, o que apresenta uma dimensão com muitas variáveis em um espaço com

várias dimensões (HERRERA; PANG, 2005).

Nesse ambiente dinâmico e sistêmico, os programas de investimentos precisam ser avaliados. Percebe-se, então, que é necessário desenvolver e implementar ferramentas para monitorar o desempenho dos gastos públicos com o objetivo de avaliar o retorno para a comunidade (ADCROFT; WILLS, 2005).

Outra possibilidade é que as ferramentas possam auxiliar no planejamento de políticas públicas para identificar uma hierarquia de eficiência dos programas. Assim, os programas mais eficientes podem servir como *benchmarking*, a fim de compilar as informações básicas a serem transferidas para outras regiões, de maneira a aumentar os rendimentos, ocasionando um ganho global e não apenas se mantendo de maneira pontual, para assim favorecer o aumento do desenvolvimento deste país. Com isso, a análise de eficiência passa a ser uma das ferramentas mais utilizadas para mensurar a eficiência do gasto público. A literatura nacional apresenta escassez bibliográfica sobre o assunto, o que torna essencial sistematizar os principais métodos capazes de avaliar os investimentos e a eficiência técnica em infra-estruturas para o capital público brasileiro.

1.4 Método

O delineamento do presente trabalho segue os pressupostos qualitativos do método de cunho exploratório-descritivo. Na visão de Gil (1995), a pesquisa exploratória tem a finalidade de desenvolver, esclarecer e modificar conceitos, enquanto a pesquisa descritiva está interessada em descobrir e observar fenômenos, procurando descrevê-los, classificá-los e interpretá-los.

Com a finalidade de atingir o objetivo proposto, a Figura 1 apresenta as fases da pesquisa: (1) revisão bibliográfica; (2) estudo exploratório; (3) estudo descritivo; e (4) análises dos dados.

Figura 1 – Fases da pesquisa

1ª Fase - Revisão Bibliográfica: a pesquisa bibliográfica, neste trabalho, foi realizada conforme os objetivos estabelecidos por Cervo e Bervian (1983): evitar duplicidade de pesquisa; evitar problemas ocorridos em trabalhos anteriores; determinar a contribuição da pesquisa para a base de conhecimento; obter fundamentação teórica para o desenvolvimento dos trabalhos.

2ª Fase - Estudo Exploratório: esta fase da pesquisa compreendeu a identificação e sistematização dos métodos para avaliar investimentos em infra-estrutura pública, assim como a identificação e explicitação das possíveis contribuições decorrentes de sua aplicação para análise da eficiência na literatura nacional e internacional.

3ª Fase - Estudo Descritivo: a pesquisa descritiva compreende o estudo e a descrição das características, propriedades ou relações existentes em uma realidade estudada (CERVO; BERVIAN, 1983). A partir dos dados obtidos do estudo exploratório, foi possível identificar e descrever os principais métodos de avaliação da infra-estrutura, assim como identificar as possíveis variáveis que compõem cada método, no caso proposto.

4ª Fase – Análise dos Resultados: as informações procedentes de todas as fases anteriores serão subsídios para a identificação de necessidades de investigação no tema, para a realidade brasileira, de maneira a nortear a atuação de pesquisadores em gestão pública, administradores estatais outros interessados na análise da eficiência dos investimentos públicos, em especial, em infra-estrutura.

1.5 Estrutura do Trabalho

Para o alcance do objetivo principal, na primeira fase, foi realizada a apresentação do trabalho, bem como a definição do problema de pesquisa e a justificativa a respeito do tema.

O **capítulo 1** apresenta uma introdução ao tema pesquisado. Em seguida, identifica as funções básicas e econômicas pertinentes ao Estado, a classificação e a evolução do gasto público, a importância do orçamento público e os principais fatores que afetam o planejamento, além da identificação dos critérios de referência.

O **capítulo 2** apresenta o referencial teórico, que aborda tópicos relevantes relacionados ao tema da pesquisa, sobre o objeto de estudo na literatura nacional e internacional. Para tanto, expõe os principais métodos de avaliação em infra-estrutura, os conceitos, as classificações e as áreas de pesquisa desses tópicos.

No **capítulo 3** são ilustradas as fundamentações teóricas referentes aos métodos para calcular a eficiência do capital público. Além disso, foi necessário descrever a aplicação dessas técnicas, o que compreende definir alguns conceitos e as etapas necessárias para a aplicação.

No capítulo de **conclusão** expõem-se algumas demandas de investigação no tema, identificadas para a realidade brasileira, com base nas informações das etapas anteriores. Para isso, são identificadas as variáveis utilizadas para cada aplicação, bem como as vantagens e desvantagens para cada técnica de análise de eficiência. Para tanto, a Figura 2 apresenta a sequência cronológica deste trabalho.

Figura 2 – Estrutura organizacional deste trabalho de pesquisa

Capítulo 1 - ESTADO

Este capítulo apresenta e discute as principais funções desempenhadas pelo Estado na economia. Em seguida, tais funções são correlacionadas com os recursos despendidos como gasto público. Para isso, é necessário que as despesas e receitas estejam planejadas no Orçamento Público, conforme a Lei n.4.320/64. Para o desenvolvimento desse planejamento, é necessário adotar alguns critérios para alocar os recursos públicos de acordo com os padrões de eficiência. Portanto, o objetivo deste capítulo é identificar quais os procedimentos utilizados para a tomada de decisões dentro da esfera estatal.

1.1 Estado

Na década de 30, a crise da economia se agravou bastante, justificando o incremento da intervenção do governo para combater a inflação e o desemprego, bem como tornar a distribuição de renda mais eqüitativa, visando atender às necessidades das classes menos favorecidas. Nesta esteira evolutiva, o Estado passou por algumas modificações, adquirindo novas atribuições no seu elenco de funcionamento e na sua estrutura governamental, para promover o bem-estar social. Musgrave (1959) classifica essas novas atribuições em três grandes categorias:

- Promover ajustamentos na alocação de recursos;
- Promover ajustamentos na distribuição da renda;

- Manter a estabilidade econômica.

Dessa maneira, esses têm sido alguns dos fatores de sustentação para transformação do novo Estado. Segundo Poulantzas (1985, p.142), “essas transformações sugerem modificações na constituição e reprodução de outras classes sociais”. Entretanto, esse autor, quando se refere ao sistema capitalista, aponta que se trata de um Estado da burguesia, pois essa classe detém poder suficiente para controlar o fluxo de produção.

Poulantzas (1971, p.148) identifica as condensações da luta política no Estado por apresentar tais diferenças:

- a. Entre as formas do Estado segundo os estágios e fases do capitalismo: Estado liberal do capitalismo mercantilista, Estado intervencionista do capitalista monopolista-imperialista, Estado da fase atual do capital monopolista;
- b. Entre o Estado democrático-parlamentar e o Estado de exceção (fascismos, ditaduras militares, bonapartismos), segundo esses estágios ou fases; e
- c. Entre as diversas formas deste Estado democrático-parlamentar (presidencialismo, parlamentarismo, etc.), e entre as diversas formas do Estado de exceção.

Ingrao (1977) postula que o próprio Estado capitalista é uma arena do conflito de classes e, considerando ser ele moldado pelas relações sociais, é também o produto desta luta de classes. Dessa forma, o Estado não é apenas representação dos grupos dominantes das classes capitalistas; pois, além disso, utiliza o poder para manipular e reprimir os grupos subordinados.

De acordo com Herber (1983), a existência do Estado é bastante significativa para proporcionar uma melhor realocação dos recursos públicos, orientados a um mercado voltado para sociedade. Segundo Poulantzas (1971), o Estado apresenta-se como uma unidade política de lutas econômicas e, também, como uma unidade representativa do interesse geral, no sentido mais autêntico da palavra, de um Estado

popular de classe.

O Estado deve ser analisado como um sistema que coordena os meios para atingir os objetivos de promover o bem comum. Desde o início da década de 80, o Estado realizou um redesenho estrutural, adequando os órgãos do governo para atender a uma sociedade, com novos valores, em um novo ambiente organizacional de controle intensificado, visto que foi pressionado para aumentar a eficiência. Essas reorganizações foram desencadeadas pelo fenômeno denominado de reforma administrativa (“*New Public Management*” ou Modelo da Nova Administração Pública) (PRZEWORSKI, 1996).

Ferlie et al. (1996) propuseram uma classificação que divide as mudanças em: (a) incremental; (b) estratégica; e (c) transformadora, ocasionadas pelo movimento da Nova Administração:

- Mudança incremental: significa mudanças ocasionadas por menores efeitos e reflete efeitos de modificações pontuais, normalmente sobre uma função ou unidade organizacional;
- Mudança estratégica: é um tipo de mudança que ocasiona maior impacto em diversos segmentos da organização e afeta um ou mais sistemas organizacionais, tais como estratégico, estrutural e de controle;
- Mudança transformadora: são mudanças ocasionadas na estrutura organizacional de cima para baixo, para que seja conduzida por motivos políticos e pela necessidade de direcionar os recursos e melhorar a eficiência. Esses efeitos afetam mudanças em toda a organização, além de interferir nas relações de poder e na cultura organizacional e de proporcionar inovação de produtos ou serviços.

Desse modo, o Estado vem passando por algumas reformas na estrutura governamental. Segundo Matias Pereira (2003), a Reforma ainda está em curso nos

países desenvolvidos e em desenvolvimento, e apresenta-se como um fenômeno histórico que envolve quatro elementos distintos, mas interdependentes:

- Definição do tamanho do Estado;
- Desregulamentação;
- Elevação da capacidade financeira e administrativa do Estado de formular e implementar políticas públicas;
- Realização de esforços visando à legitimidade política para implementar reformas.

Com base nessas dimensões, a proposta principal dessa reestruturação é aumentar a *governance*, que objetiva um governo mais centralizado e mais enxuto para tornar mais eficiente o sistema governamental. Segundo Pimenta (1998, p.174),

Neste momento, o Estado está abandonando algumas funções e assumindo outras, o que o está levando a um novo papel, onde o setor público passa de produtor direto de bens e serviço para indutor e regulador do desenvolvimento, através da ação de um estado ágil, inovador e democrático. As principais funções desse novo Estado são as regulamentações, as representatividades, as justiças e as solidariedades.

Outra dimensão importante é a burocratização, que impede a facilitação dos fluxos nas gestões públicas (SOUZA, 2003). Essa fase é marcada pela cultura da burocratização, cujo período demarca a transformação do Estado provedor em um Estado regulador.

A parte que compete formular política pública, precisa conter, na sua estrutura governamental, um grupo de atores políticos que identifiquem os problemas (ou suas respectivas causas) para direcionar os recursos financeiros, a fim de alcançar as metas almejadas pela sociedade. Mais especificamente, é necessário que os políticos possam abrir a caixa preta para mostrar as peças e engrenagens da máquina estatal (ELSTER, 1989) para direcionar os recursos financeiros governamentais. Parafraseando Ratton Jr e Morais (2003), torna-se essencial utilizar a racionalidade para priorizar as escolhas

públicas, a fim de promover o bem-estar social.

Para compreender os esforços da implementação de política pública, é essencial que se apresentem duas dimensões que são os objetivos e a metodologia ou estratégia pela qual se pretende atingir os objetivos (ARRETCHE, 2000). O grande esforço da implementação, entretanto, é quando a política localiza-se no burocrata do “nível da rua”, e esse se torna o executor, podendo, modificar a política na medida em que acha cabível (LIPSKY, 1980). Isso ocorre porque existe uma grande distância entre os formuladores originais e os implementadores, ou seja, a distância entre os objetivos e o desenho das políticas. Pressman e Wildawsky (1984) analisam que o dilema da implementação é envolver vários atores em vários níveis de decisão.

Segundo Carnoy (1989), compreender o que seja política no sistema econômico mundial de hoje é, pois, compreender o Estado nacional; é discernir a dinâmica fundamental de uma sociedade. Rezende (2001) indica que a globalização financeira, a abertura comercial, a privatização de empresas públicas, a formação de blocos regionais e o fortalecimento dos poderes locais favorecem uma profunda revisão do papel a ser desempenhado pelo Estado. Por isso, a reforma se torna essencial para avaliar cada vez melhor essas variáveis nas diversas dimensões do Estado moderno.

Segundo Braga (1993, p.31),

O Estado moderno tem o dever de ser eficiente, sendo, pois, de fundamental importância a estruturação de um avançado sistema de administração financeira apoiado em um sistema contábil atualizado, que apure custos e produtividade dos serviços públicos e o cumprimento dos programas de governo.

O Estado moderno apresenta características peculiares a esta nova gestão com novos conceitos que, segundo Coriat (1994), são as funções de acompanhar, impulsionar e antecipar.

Acompanhar, no sentido de proporcionar estabilidade de regras fiscais e regularização dos gastos públicos, garantindo, assim, condições necessárias ao

desenvolvimento e a manutenção de empresas. Isso significa garantir um ambiente econômico estável, de forma que as empresas possam operar adequadamente.

Impulsionar, quando a iniciativa das empresas é demasiadamente débil e o papel do poder público passa a ser de impulsor, colaborando para que sejam seguidas orientações ou para que seja favorecido o desenvolvimento das boas iniciativas.

Antecipar, de maneira a antever as possibilidades para o futuro, de modo a construir estratégias de longo prazo, capazes de garantir o mínimo de segurança econômica.

Nesse âmbito de novas funções, o Estado busca essencialmente uma administração com maior controle nos gastos públicos (LEVY; DRAGO, 2005). Esse se tornou o grande paradigma da atualidade, pois a busca é para que haja dispêndios mais eficientes. Para avaliar esses gastos, foi necessário inserir indicadores mais representativos para serem contemplados no sistema de avaliação. Segundo Peixe (2002, p.151),

Esse novo Estado deve ter indicadores objetivos e mensuráveis de gestão, dando maior ênfase ao resultado, à desburocratização dos instrumentos tradicionais de controle e supervisão, à descentralização dos processos decisórios, à transparência perante a sociedade, pelo enfoque no cidadão, requisitos fundamentais para o aprimoramento da cidadania.

Com base em indicadores, é possível realizar uma avaliação periódica da administração pública. Izzac Filho (2002) desenvolveu uma pesquisa objetivando propor indicadores como uma ferramenta gerencial à tomada de decisões e controle da execução orçamentária no setor público, para diversos períodos, e avaliar as situações mais detalhadas no orçamento público. Por sua vez, o alinhamento dessa informação orçamentária e os planejamentos das políticas públicas devem ser avaliados melhor pela sociedade para proporcionar um maior controle dos gastos públicos (LEVY; DRAGO, 2005).

1.2 Os tipos de intervenção do Estado na economia

A gestão governamental pode intervir de maneira direta ou indireta. Nesse caso, Rezende (2001) analisa os principais objetivos e instrumentos da intervenção estatal e os agrupa em quatro grandes categorias: (1) satisfação das necessidades coletivas; (2) manutenção da estabilidade econômica; (3) promoção do crescimento econômico; e (4) melhoria na distribuição da renda, conforme ilustrado na Figura 3.

A intensidade da intervenção do governo na economia implica uma maior transferência de recursos do setor privado para o setor público. Segundo Rezende (2001), a intervenção do governo pode se dar de duas maneiras: direta e indireta. A intervenção direta significa traduzir os efeitos mediante feitos legais ou ser traduzida em tabelamentos, quotas ou regulação. Enquanto isso, as intervenções indiretas estão vinculadas ao resultado das medidas de política econômica que são a política fiscal, a política monetária e a política cambial.

Figura 3 – Objetivos e alternativas da intervenção do governo na economia

Fonte: Rezende (2001, p.43).

Com intuito de cumprir as responsabilidades incumbidas, o Estado apresenta as seguintes funções básicas para executar o seu papel na sociedade. Segundo Montesquieu (1982), essas funções são desempenhadas pelos poderes Legislativo, Judiciário e Executivo, os quais respondem, respectivamente pelas funções Normativa, Jurisdicional e Executiva, conforme pode ser visto na Figura 4.

Figura 4 – As funções básica do Estado

1.2.1 As funções econômicas do setor público

Os bens públicos podem ser definidos quando o uso não exclui nenhum cidadão de seu consumo. Segundo Musgrave (1959), os bens públicos são ofertados por meio de políticas públicas, particularmente pela política fiscal, que pode ser decomposta em três funções: Alocativa, Distributiva e Estabilizadora.

- Alocativa – significa fornecer bens e serviços adequadamente, visando maximizar o bem estar da sociedade em suas necessidades básicas, dadas as possibilidades e limitações de produção referente ao sistema do mercado.
- Distributiva - consiste em utilizar os tributos para distribuir mais a renda, pois funciona como um agente que retira os recursos financeiros dos mais favorecidos da sociedade de maneira progressiva, transferindo-os, para os segmentos menos favorecidos.
- Estabilizadora – o Estado intervem na economia por meio da política fiscal, monetária, cambial, comercial e de rendas, para estabilizar os níveis do preço e do emprego.

Além disso, Samuelson (1958), quando se refere à utilização de bem público indicada que ele deve ser disponibilizado para toda a sociedade e não limitado para apenas um consumidor; consequentemente, esses bens são geralmente ofertados pelo governo para que possam garantir acesso ao bem-estar coletivo. O setor privado, algumas situações, tem interesse de transformar o bem-estar em um bem privado, mas o interesse apenas se manifesta quando esse bem tem a capacidade de gerar retornos apropriados para a iniciativa privada (MUSGRAVE; MUSGRAVE, 1980; LONGO; TROSTER, 1993).

A partir desse contexto, a infra-estrutura pode ser classificada como um bem público, principalmente, porque tem como finalidade promover o bem-estar social, bem como aumentar o desenvolvimento e crescimento econômico do país.

Tendo em vista as infra-estruturas como geradoras de capacidade produtiva, o setor público não dispõem de recursos financeiros suficientes para melhorar as instalações físicas e, assim, o procedimento de transferência para o setor privado é uma maneira de manter estes investimentos nas infra-estruturas, a fim de que não falte oferta de bens públicos para a sociedade.

1.3 Gastos Públicos

Gasto é a base dos conceitos para analisar a estrutura financeira de uma organização. A composição do gasto é desmembrada em três esferas do setor público: União, Estados e Municípios. Tal subdivisão propicia que cada estrutura contemple as características mais intrínsecas, discriminando quais as responsabilidades pertinentes a cada esfera.

O gasto público é uma preocupação bastante antiga na economia. Devido aos seus efeitos, Adolph Wagner (1883) realizou um estudo sobre o crescimento das despesas públicas sendo, seus pressupostos, sintetizados pela Lei de Wagner (ou Lei dos

dispêndios públicos crescentes), a qual descreve a seguinte proposição: “À medida que cresce o nível de renda em países industrializados, o setor público cresce sempre à taxas mais elevadas, de tal forma que a participação relativa do governo na economia cresce com o próprio ritmo de crescimento econômico do país” (PEACOCK; WISEMAN, 1970; GIAMBIAGI; ALÉM, 2000, p.55).

A partir da redemocratização do país, com a Constituição de 1988, o principal debate, para os gastos públicos, tem sido focado no controle da eficiência, eficácia e da efetividade em alocar os recursos públicos (MPOG, 2004; LEVY; DRAGO, 2005).

O controle dos gastos passa a ser uma atividade muito importante que engloba dimensões que torna a execução dessa atividade complexa, quando desempenhada no setor econômico, pois identificar qual gasto deve ser cortado (ou diminuído) do orçamento é uma árdua tarefa. A realização de cortes orçamentários pode originar elevados prejuízos em outra atividade da esfera governamental, visto que acarreta desequilíbrio do sistema. Assim, o gasto em excesso de um dado setor tem que ser compensado pela economia nos demais (MAQUIAVEL, 1996). Dado esse desequilíbrio, Stiglitz (1986) analisa como o gasto público afeta uma gama de atividades, as quais refletem efeitos para o bem-estar social.

Para determinar o crescimento da economia, um dos principais fatores citados pela literatura foram os gastos militares realizados pelas guerras mundiais. Entretanto, depois dos períodos de guerras, os gastos militares permaneceram no mesmo patamar de dispêndios. Nesse sentido, outros fatores passaram a explicar a curva crescente dos gastos, tais como: os fatores demográficos associados ao envelhecimento progressivo da população e à urbanização das cidades, quando correlaciona o período de industrialização ao êxodo rural, o crescimento do PIB *per capita* e aumento do preço relativo dos serviços (GIAMBIAGI; ALÉM, 2000).

Na maioria das pesquisas para avaliar o crescimento do gasto público, as principais variáveis são a renda *per capita*, a população, a densidade demográfica, o grau de urbanização etc (REZENDE, 2001), pois essas variáveis apresentam elasticidade e sensibilidade maior para interferir no crescimento econômico de um país (FLORIO; COLAUTTI, 2005). Diante desses fatores, a literatura corroborou que a expansão dos gastos públicos é oriunda da crescente intervenção do Estado na economia (WAGNER, 1970; PEACOCK; WISEMAN, 1970), e a sua limitação é refletida diante das possibilidades dos fatores ofertados.

Com base nas funções econômicas, o Estado é incumbido de corrigir as falhas do mercado visando ofertar bens públicos providos pelo Governo e pelo setor privado. Todavia, é necessário determinar qual o nível ótimo de bens públicos para proporcionar o bem-estar da sociedade. De acordo com Samuelson (1955), existe um nível eficiente de bens públicos que maximiza o bem-estar econômico da sociedade. Para determinar este nível, os gastos públicos devem estar alinhados com as necessidades do Governo e da população.

1.3.1 Evolução dos gastos públicos brasileiros

Nas últimas décadas, os gastos públicos evoluíram bastante no mundo e, para ilustrar esta comparação, no caso específico do Brasil, pode-se observar o crescimento dos gastos públicos para o período de 1980 a 2003, para as seguintes funções: Comunicação, Defesa e Segurança pública, Educação e cultura, Energia e recursos minerais, Habitação e Urbanismo, Saúde, Saneamento, Transporte Outros. Esses gastos estão subdivididos em três categorias: Federais, Estaduais e Municipais (SILVA, 2000). A Figura 5 reporta a comparação em que se observa o comportamento dos gastos para as três esferas: municipais, estaduais e federais correlacionada com o Produto Interno

Bruto (PIB), no período de 1995 a 2003.

Figura 5 – A evolução do gasto público por esfera governamental
Fonte: IPEA (2003).

Segundo Musgrave (1959) e Rostow (1974), o crescimento dos gastos públicos com os estágios de crescimento do país apresenta uma forte correlação com o PIB (HERBER, 1983; FLORIO; COLAUTTI, 2005). Nos primeiros estágios da evolução, são necessários grandes investimentos direcionados para as áreas de infra-estruturas sociais e econômicas, tais como: transporte, saneamento, educação, administração pública etc. Percebe-se, assim, que os investimentos em infra-estrutura econômica e social são indispensáveis para sustentar estágios de desenvolvimento e crescimento de um país (MUSGRAVE, 1959; LAMBRINIDIS et al., 2005).

De acordo com Ferreira e Maligarios (1998), o alto risco de investir no setor público desestimula as empresas privadas de realizarem investimentos em infra-estrutura, o que passa a comprometer cada vez mais o setor público. Com isso, cabe ao Estado prover investimentos, visando suprir as deficiências dos setores de energia elétrica, telecomunicações e transportes.

De acordo com a Figura 6, “a fase de pré-industrialização é marcada pela necessidade de investimentos mais intensos nas áreas básicas para a população, o que

acelera o ritmo de crescimento dos gastos públicos em taxas superiores às do crescimento da renda” (RIANI, 1997, p. 81). Enquanto isso, a última fase é marcada pela estabilização dos gastos públicos, mas visando uma “injeção” maior de investimentos públicos para alavancar o desenvolvimento e crescimento econômico do país (HERBER, 1983).

Figura 6 – A evolução dos gastos públicos correlacionados com o período de industrialização

Fonte: Riani (1997, p.81).

A Figura 6 ilustra as fases dos períodos de desenvolvimento, quando correlacionados à inserção de investimentos públicos na economia. Além disso, a redução de tributação, a inserção de novas tecnologias e a redução de custos de produção são fatores preponderantes para promover os países em fase de desenvolvimento (LAMBRINIDIS et al., 2005).

No Brasil, a política de industrialização foi caracterizada por elevados investimentos em infra-estrutura. Ferreira e Malliagros (1998) comprovaram que o processo de industrialização demandou elevados investimentos, bem como financiamentos, o que fomentou a origem da dívida pública. Porém, para compreender melhor a economia brasileira, é necessário descrever seu panorama, caracterizando os principais marcos históricos no Brasil.

Bancha e Bonelli (2005) apontam como a principal causa da desaceleração

econômica (ou o declínio da produtividade) do Brasil, a falta de investimento público. A partir dessa desaceleração, torna-se essencial realizar uma análise sobre os principais planos governamentais no Brasil. Para ilustrar essa dinâmica, a Figura 7 apresenta o comportamento da taxa de crescimento referente aos anos 1948-2002.

Figura 7 – A Evolução da taxa de crescimento do Brasil à luz dos planos governamentais
Fonte: Giambiagi et al. (2005, p. 235).

Em síntese, segundo Giambiagi et al. (2005), a economia brasileira presenciou, no pós-guerra, exuberantes períodos de desenvolvimento, de crises cambiais e monetárias, de estagnação e de recessão. Assim, este quadro histórico pode ser subdividido em seis fases: (1) Crescimento e crise (1948-1963); (2) Reforma, crescimento e equilíbrio (1964-1973); (3) Crescimento e crise (1974-1979); (4) Ajustes e crescimento (1980-1985); (5) Hiperinflação e estagnação (1986-1994); (6) Estabilidade e estagnação (1995-2003).

1.3.2 Classificação dos gastos públicos

No Brasil, os gastos públicos podem ser classificados em três tipos: os gastos dos ministérios e autarquias, os gastos das empresas públicas e sociedades de economia mista, e os gastos com transferências e subsídios (VASCONCELLOS; GARCIA, 2004).

Os gastos dos ministérios apresentam receitas provenientes de dotações orçamentárias, pois o governo presta serviços para a comunidade. O gasto de execução da atividade é mensurado pela categoria de despesas correntes ou de custeio (salários, compras de matérias para manutenção da máquina estatal administrativa) e despesa de capital (aquisição de equipamentos, construção de estradas e hospitais, escolas e prisões).

Os gastos das empresas públicas e sociedades de economia mista contam com receitas oriundas da venda de bens e serviços realizados no mercado, pois essas empresas, apesar de públicas, atuam de maneira privada no mercado. Nesse caso, para efeito de cálculos nas contas nacionais, elas são consideradas como agentes produtivos, juntamente com as empresas privadas.

Os gastos com transferências e subsídios são analisados como dispêndios de transferências nas contas nacionais, tais como: os donativos, pensões e subsídios. Desse modo, esses auxílios não fazem parte da renda nacional devido a não incorrer em ganhos de produção corrente.

Devarajan et al. (1996) discorrem entre os diferentes tipos de gastos públicos desagregando as variáveis por classificação econômica e setorial, de acordo com: (a) classificação econômica (corrente e capital) e (b) classificação funcional (segurança, administração, transporte, saúde, educação). Esses autores expressam que os orçamentos públicos contêm algumas restrições, pois cada categoria do gasto somente pode aumentar se outros aumentarem.

De acordo com Riani (1997) e Rezende (2001), os gastos podem estar classificados sob três ópticas principais: (a) da finalidade do gasto; (b) da natureza do dispêndio; e (c) do agente encarregado da execução do gasto. Segundo a Lei n. 4.320/64, as despesas e as receitas governamentais podem ser classificadas como agregadas, por categorias econômicas e por funções.

A classificação das receitas pode, também, ser considerada por origem (ou fontes de recursos) e por categoria econômica. Essa classificação por fontes de recursos é dividida em três grupos, tais como: (a) recursos do tesouro; (b) recursos de outras fontes; e (c) transferência de recursos do tesouro (SILVA, 2000). No Brasil, de acordo com a Lei n. 4.320/64, as receitas orçamentárias são classificadas em receitas correntes e receitas de capital, quando se referem a categoria econômica. Segundo Giacomoni (2001), as receitas correntes e de capital comandam todo o desdobramento classificatório, sendo rígido e padronizado para os diversos níveis do governo.

Receitas correntes são aquelas provenientes das receitas tributárias patrimoniais, agropecuárias, industriais, de serviços, das contribuições e diversas; também são assim considerados as multas, juros, indenizações, cobrança de dívida ativa e os recursos recebidos de outras pessoas de direito público ou privado (transferências correntes constitucionais ou voluntárias), quando para atendimento de despesas correntes.

Receitas de capital são aquelas cuja origem está na conversão em moeda de bens e direitos, bem como os recursos provenientes da obtenção de empréstimos e os recebidos de outras pessoas de direito público ou privado (transferências de capital voluntárias), quando para atendimento de despesas de capital. A Tabela 1 apresenta essa classificação das receitas por categoria econômica.

Categoria Econômica	Subcategoria	Subnível
Receitas Correntes	Receita tributária	Impostos Taxas e contribuição de melhoria
	Receita de Contribuição	Contribuição previdenciária Salário-educação
	Receita patrimonial	Receita imobiliária Receita de valores mobiliários Participação e dividendos
	Receita industrial	Receita de serviços industriais Outras receitas industriais
	Receita de serviço	Armazéns portuários Hospitais públicos Comunicações
	Transferências correntes	Multas Cobrança de dívida ativa Outras receitas diversas
Receitas de capital	Operações de crédito	
	Alienação de bens móveis e imóveis	
	Amortização de empréstimos concedidos	
	Transferência de capital	
	Outras receitas de capital	

Tabela 1 – A classificação das receitas públicas por categoria econômica.

Fonte: Adaptado Vasconcellos e Garcia (2004, p.206).

A Figura 8 apresenta a evolução das receitas governamentais, em relação ao PIB, no período 1995-2006.

Receitas Administradas pela SRF

Figura 8 – Evolução das receitas públicas ao longo do tempo

Fonte: Secretaria da Fazenda (2007).

As despesas agregadas têm a função de apresentar apenas os dados de maneira macroeconômica das contas públicas. Esse valor informa sobre um panorama inicial, a partir dos principais componentes básicos das despesas governamentais com dados superficiais, o que inviabiliza uma análise mais detalhada.

As despesas por categorias econômicas são representadas nos balanços, permitindo uma análise mais detalhada sobre os gastos. Essas despesas têm a função de avaliar a situação financeira do governo, bem como o peso de cada componente na estrutura de composição do gasto, na capacidade de apurar os investimentos governamentais e avaliar a robustez da composição dos gastos. Com isso, essas categorias de despesas podem ser desmembradas em duas classificações: as correntes e as de capital.

No subnível das despesas por categorias, as despesas correntes são representadas pelos gastos fixos do governo. Mais precisamente, essa classificação é considerada extremamente necessária para o funcionamento básico das atividades operacionais do governo. Assim, “as despesas de capital podem representar os gastos com investimentos realizados pelo governo” (RIANI, 1997, p.71), e a caracterização desses investimentos é constituída por meio de obras e instalações.

As despesas por funções obedecem a uma classificação de forma agregada, assim como nos critérios de prioridades. Segundo Riani (1997, p.73), “os gastos por função obedecem à seguinte classificação: Legislativo, Judiciário, Administração e planejamento, Defesa nacional e Segurança Pública, Educação e Cultura, Habitação e Urbanismo, Indústria, Comércio e Serviços, Saúde e Saneamento, Trabalho, Assistência e Previdência, Transportes, Agricultura, Energia e Recursos Minerais, Desenvolvimento Regional e Comunicações”.

Para um escopo mais estreito, Vasconcellos e Garcia (2004, p. 206-207) subdividem “as classificações das despesas públicas em três enfoques: (a) de maneira institucional; (b) funcional-programática; e (c) econômica, sendo que essa classificação depende do objetivo a ser analisado”.

A classificação institucional coleta os gastos pertinentes às unidades administrativas (ou órgãos) responsáveis pelo consumo dos recursos. Para isso, subdivide os gastos perante os Poderes do Estado em Legislativo, Judiciário e Executivo e, em seguida, classifica nos ministérios, no subnível para unidades orçamentárias e nas secretarias.

A classificação econômica apresenta duas categorias: despesas correntes e despesas de capital. As despesas correntes estão subdivididas em despesas de custeio e transferência correntes, enquanto as despesas de capital englobam os investimentos, as inversões financeiras e as transferências de capital. A Tabela 2 apresenta a classificação das despesas por categoria econômica de acordo com a Lei n. 4.320/64.

Categoria Econômica	Subcategoria	Subnível
Despesas Correntes	Despesas de custeio	Pessoal civil/militar Material de consumo e Serviço de terceiros Encargos diversos
	Transferência corrente	Subvenções sociais/econômicas Inativos Pensionistas Salários família e abono Juros da dívida pública Contribuição de previdência social
Despesas de capital	Investimentos	Obras públicas Equipamentos e instalações Partic. no capital de empresas industriais e agrícolas Material permanente
	Inversões financeiras	Aquisições de imóveis Partic. no capital de empresas comerciais e financ. Concessão de empréstimos Constituição de fundos rotativos
	Transferência de capital	Amortização da dívida pública Auxílios para obras públicas Auxílios para equipamentos e instalações financeiras

Tabela 2 – A subdivisão das despesas públicas
Fonte: Adaptado de Vasconcellos e Garcia (2004, p 208).

Em síntese, a composição das despesas públicas, para o ano de 2006, foram estratificadas conforme ilustra a Figura 9.

Figura 9 – Estratificação das despesas públicas para o ano de 2006

Fonte: Secretaria da Fazenda (2007).

Segundo Easterly e Rebelo (1993), as despesas de capital podem ter efeito negativo no crescimento econômico caso não sejam bem reguladas. Para fins desta pesquisa, enfatizar-se-ão as despesas de capital, direcionando-as na categoria de investimentos, pois se faz necessário analisar o comportamento dos investimentos em infra-estrutura, com respeito à eficiência.

1.4 Orçamento Público

A participação da sociedade nos planejamentos orçamentários era, antigamente, vetada, cabendo a ela, apenas, contribuir com o pagamento de elevadas taxas de impostos fixados pela monarquia. O montante arrecadado com essas contribuições era gasto pelos monarcas, de maneira incontestável pela sociedade, já que a população não tinha acesso ao controle das finanças públicas.

Na esteira evolutiva, os representantes do poder passaram a receber gradualmente mais funções e essa Lei foi modificada algumas vezes. Em 1964, foi editada a Lei n. 4.320, referente à padronização dos balanços e orçamentos das contas públicas da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios. Com constituição de 1967, estabeleceu-se um limite de 50% das receitas correntes para as despesas com pessoal, tanto para a União como para os Estados e Municípios. Outrossim, acrescentou-se que não poderia conceder nenhum orçamento incremental destinado aos programas, projetos ou intervenções que aumentassem globalmente as despesas públicas, visto que as despesas de capital deveriam obedecer ao limite calculado no orçamento do plano plurianual.

A partir de 1967, o Poder Executivo passou a manter a obrigatoriedade de um sistema, cujas finalidades seriam: intensificar o controle interno, criar condições para avaliar a eficácia do controle externo, acompanhar a execução de programas e avaliar os resultados de execução dos contratos. Além disso, obrigou a regularidade das contas contábeis certificadas por meio de auditoria, o que favoreceu o desenvolvimento e aprimoramento das técnicas contábeis e de auditoria em todas as esferas governamentais. Apesar disso, apenas em 1988, o processo orçamentário definiu-se como instrumento rigoroso no planejamento governamental para estabelecer a alocação de recursos, distinguindo-se três leis: Lei do Plano Plurianual, Lei de Diretrizes Orçamentárias (LDO) e a Lei Orçamentária Anual (LOA) (SILVA, 2000).

A lei referente ao plano plurianual busca alocar os recursos públicos eficiente e racionalmente, utilizando modernas técnicas de planejamento. A administração pública define quais as diretrizes, as metas e os objetivos, estabelecendo as diretrizes orçamentárias que irão orientar os governantes para estabelecerem prioridades sobre os dispêndios, de forma a melhorar o desenvolvimento do país durante o período de um

ano.

Segundo a Constituição Federal do Brasil, em seu art. 165 § 5º, a Lei Orçamentária Anual compreenderá nos seguintes orçamentos: fiscal, de investimentos das empresas estatais e da seguridade social.

- Orçamento fiscal é referente aos Poderes da União (Legislativo, Executivo e Judiciário), seus fundos, órgãos e entidades da administração direta e (ou) indireta, inclusive fundações instituídas e mantidas pelo poder público.
- Orçamento de investimento das empresas em que a União, direta e indiretamente, detenha maioria do capital social com direito a voto (excluída, portanto, a parte referente ao custeio); e,
- Orçamento da seguridade social, abrangendo todas as entidades e órgãos a ela vinculados, da administração direta e indireta, bem como os fundos e fundações instituídos e mantidos pelo poder público.

A Lei Orçamentária Anual possui alguns princípios: a exclusividade, a unidade, a anualidade ou a periodicidade, a universalidade, a legalidade, a publicidade e o equilíbrio. Tendo em vista esse breve quadro histórico, o papel do Estado foi repensado a título de enveredá-lo por uma gestão pública orçamentária de resultados, obtida pelo controle dos gastos. Logo, esse procedimento é uma das principais características da Nova Administração Pública (PRZEWORSKI, 1996; MPOG, 2004; LEVY; DRAGO, 2005).

Segundo Castro et al. (1985), a essência do planejamento é o orçamento. A produção de dados relevantes deve ser utilizada como informações detalhadas e consistentes para serem aplicadas no processo decisório de alocação dos recursos (MATIAS PEREIRA, 2003), de acordo com cada nível hierárquico da esfera

governamental. Assim, torna-se necessário realizar um planejamento correlacionado com os níveis hierárquicos, conforme ilustrado na Figura 10.

Figura 10 – Níveis hierárquicos do planejamento com orçamento público

A fase mais importante do planejamento é conhecer em qual estágio se encontram os setores da economia, pois, assim, as tomadas de decisões políticas estarão mais alinhadas com as estratégias de desenvolvimento do país. Vale destacar que esse instrumento é pouco flexível, pois a possibilidade de realizar alguma modificação é de cerca de 3% do total do orçamento entre as receitas e despesas, devido ao sistema centralizado (MATIAS PEREIRA, 2003).

Dessa forma, os planos e os programas de cada esfera de governo serão elaborados em consonância com o respectivo Plano Plurianual dirigido pela cúpula de gestores. Assim, o orçamento passa a apresentar um plano de financiamento, fornecendo informações detalhadas, apresentando-se, portanto, como um instrumento de planejamento. O planejamento, por sua vez, trata de um conjunto ordenado de formulações com vista a possibilitar o alcance das metas indispensáveis à consecução dos objetivos, apresentando ponderada importância no orçamento público brasileiro.

Nesse caso, o orçamento se torna um instrumento essencial para os planejadores disponibilizarem os recursos financeiros e transformarem os planos operacionais em

realidade, visto que é uma ferramenta de controle para avaliar as ações dos governantes (PEIXE, 2002).

O orçamento é o meio pelo qual o Estado atua na sociedade mediante um conjunto de conceitos e diretrizes pertinentes às Finanças Públicas, e o seu papel gira em torno da formulação e da implementação da política de gastos e de arrecadação do governo, para que o cidadão possa acompanhar sua execução, por meio de seus representantes legais.

Koscianski (2003) define o orçamento público como um documento que contém a previsão das receitas e a fixação das despesas para um determinado exercício financeiro. Além disso, este processo envolve a sociedade como um todo e os poderes do Estado. Devido a essas amplas dimensões, é necessário definir quais os procedimentos a serem regularizados por normas, contemplando: (a) atores (poderes e sociedade); (b) competências; (c) procedimentos; (d) forma de prestação de conta; e (e) as penalidades ou recompensas. De fato, caso não se definam as normas, torna-se difícil controlar a ação pública.

Neste sentido, para alocar recursos no Brasil, deve-se avaliar a formulação das políticas orçamentárias quando buscam os principais atores relevantes e os procedimentos utilizados para tomar as decisões e interagir entre o Executivo e o Legislativo, onde se originam os processos referentes às ações pertinentes ao orçamento.

A partir disso, segundo o Plano Plurianual de Investimento (PPA), as fontes de recursos previstas para os investimentos em infra-estrutura provêm do setor público e do setor privado. A Figura 11 ilustra a representatividade dos investimentos destinados apenas a infra-estrutura, quando comparados aos demais setores cabíveis de investimentos, e os valores referenciados em cada coluna são dados em bilhões de reais

a preços constantes de 2005.

Figura 11 – Investimentos em infra-estruturas e demais investimentos públicos
Fonte: Silveira (2005)

Além disso, é possível estratificar o orçamento, dadas as características de cada setor, e, ainda, pode-se afirmar que os setores das infra-estruturas não apresentam regularidades de investimentos.

1.5 Os fatores que influenciam o planejamento e os critérios de referência

Na avaliação de um orçamento, é necessário considerar os principais objetivos nacionais de crescimento econômico, distribuição de renda, emprego, entre outros, quando for desenvolvido o planejamento da distribuição do recurso público (PIRES,1996). Os objetivos nacionais contemplam efeitos macroeconômicos, o que torna difícil identificar as principais decisões a serem tomadas. Por isso, é necessário que os objetivos governamentais sejam mais específicos e consigam traduzir as reais prioridades da população.

Uma situação comum, no entanto, nos orçamentos públicos são os recursos escassos, que não conseguem contemplar todas as necessidades da sociedade. Assim, a

solução mais utilizada é realizar cortes. Nesse caso, é necessário identificar qual setor pode apresentar um menor desequilíbrio com a eliminação (ou redução) dos gastos. Essa tomada de decisão se torna uma difícil atividade para o gestor público.

A eficiência da alocação dos recursos é um dos principais critérios a serem considerados quando da intenção de direcionar investimentos, porém as preferências governamentais nem sempre estão alinhadas a esse procedimento, porque dependem do alinhamento estratégico das propostas políticas (MPOG, 2004). Mesmo assim, essa decisão deve ser balizada por meio de critérios específicos e eficazes.

Segundo Rezende (2001), as decisões estratégicas propõem avaliar quais instrumentos e recursos devem ser utilizados para atingir as metas, e em seguida utilizar critérios para maximizar a utilização dos recursos disponíveis, em face das metas estabelecidas e das necessidades setoriais. Esse procedimento é identificado quando se descreve uma curva de possibilidade de produção, onde o gestor irá decidir qual função, programa, setor deve ser escolhido na sua tomada de decisão para conseguir obter uma maior eficiência nos seus gastos. Brunetta (2004) conceitua que fronteira de produção é a relação que indica quanto se pode obter de um ou mais produtos a partir de uma dada quantidade de fatores.

A Figura 12 ilustra a situação em que se deve escolher entre ofertar serviços (ou programas) na área de educação ou de saúde, pois a decisão de aumentar gastos em um setor implica reduzir gastos no outro; por isso o nível dos serviços públicos deve estar muito bem alinhado com as propostas governamentais.

A curva de fronteira de possibilidade de produção é uma ferramenta que auxilia o gestor na tomada de decisão, pois permite visualizar as viabilidades do nível de serviços (ou produtos) quando correlacionadas a determinada população, sendo intitulado este procedimento de “Ótimo de Pareto”. Pires (2005) analisa que as

possibilidades de escolhas para decisão podem estar subdivididas no curto e longo prazo. As situações de curto prazo são delimitadas pelo eixo e abaixo da curva de produção, e para o longo prazo, as possíveis soluções são encontradas acima da curva e apenas podem ser alcançadas caso seja introduzida uma nova tecnologia, que aumentará a produtividade dos fatores de produção.

Figura 12 – Curva de pareto na escolha de alocar investimento para dois setores distintos
Fonte: Rezende (2001, p.123).

Carvalho (2005) sugere uma análise de custo-benefício, propondo em seu debate escolher entre dois caminhos distintos, que podem ser: (a) melhorar a eficiência pública e (b) aumentar a equidade na sociedade. Em seguida, o autor declara que essa eficiência pode ser mensurada de duas maneiras. O primeiro procedimento é, por meio do conceito da Melhora de Pareto (ou *Pareto improvement*), que defende que uma política pode melhorar a qualidade de vida de algumas pessoas sem, contudo, piorar a de outras, fato que dificilmente ocorre na realidade. O segundo procedimento é o Potencial de Melhora de Pareto. Ocorre quando em uma política, os ganhos para a população beneficiada forem maiores do que as perdas daqueles prejudicados por não terem sido beneficiados pela mesma política, ou pela falta de algum outro programa ou projeto. Logo, existe uma compensação das perdas pelos ganhos, e essa situação torna mais eficiente a distribuição dos recursos.

Outra situação é quando se consideram as preferências da coletividade, pois a distribuição ótima dos recursos governamentais entre os dois setores deve ser

determinada conhecendo-se a escala de preferência. De acordo com a Figura 13, as possíveis preferências podem ser subdivididas em P1, P2 e P3. Neste caso, P2 é a preferência ideal porque tangência a fronteira de produção e significa que a alocação setorial dos recursos disponíveis garante o nível máximo de satisfação coletiva. Esta situação reflete que os recursos estão sendo utilizados de maneira simultaneamente eficiente e eficaz. Enquanto isso, P1 e P3 não apresentam nem recursos e nem preferências eficientes e eficazes.

Figura 13 – Eficiência e eficácia na alocação setorial dos recursos
Fonte: Rezende (2001, p. 124).

Com base nos recursos escassos e nos critérios de eficiência, é necessário analisar uma série histórica (*ex ante*) dos dados para identificar quais os principais setores econômicos que necessitam de investimentos, quando da redistribuição dos recursos públicos. Para fins deste trabalho, a ênfase será dada à alínea destinada aos recursos de investimento público em infra-estrutura, objeto de análise do capítulo a seguir.

Considerações parciais

O objetivo deste capítulo foi identificar as novas características, as funções básicas e econômicas de atuação do Estado na economia. Com os movimentos de reestruturação, os dispêndios dos recursos governamentais se tornaram escassos; assim é essencial direcionar o uso desses recursos, buscando a maior eficiência possível.

Para isso, no Brasil, a trajetória da evolução do gasto público apresenta um aumento nas diferentes fases de industrialização. A partir dessa evolução, foi possível analisar com mais detalhes a composição do gasto público mediante as receitas e as despesas governamentais. Em seguida, realizou-se uma análise sobre quais critérios podem afetar o planejamento, para alocar a distribuição dos gastos.

Nesse sentido, o orçamento público foi desmembrado para ser focado, principalmente, nas alíneas destinadas aos investimentos em infra-estrutura. Assim, o Ótimo de Pareto se tornou um dos critérios para identificar a escolha por investimentos.

A grande questão é analisar quais os efeitos que os investimentos públicos em infra-estrutura podem ter no crescimento econômico e desenvolvimento do país. Logo, o próximo capítulo subsidiará o debate para esta questão.

Capítulo 2 – INFRA-ESTRUTURA

Este capítulo apresenta os conceitos e as classificações pertinentes à infraestrutura. A partir deles, verifica-se como as infra-estruturas produtivas afetam, consideravelmente, o crescimento econômico e desenvolvimento da nação. Portanto, como os recursos públicos são escassos quando destinados para investimento e, principalmente, para infra-estruturas, torna-se essencial alocá-los de maneira mais eficiente, para satisfazer o bem-estar da sociedade. O objetivo deste capítulo é identificar os métodos existentes para avaliar os investimentos em infraestrutura na literatura internacional e nacional.

2.1 Conceitos

A infra-estrutura pode ser definida como o conjunto dos meios que pode viabilizar um serviço ou um bem público para sociedade sem exclusão da natureza do consumo. Yoshino e Nakahigashi (2000) definem a infra-estrutura como o capital estocado que oferece serviços e produtos (ou bens) públicos para o bem-estar social.

Na visão do autor (EBERTS, 1990), as infra-estruturas são estruturas básicas para promover o crescimento e o funcionamento da economia, dado o desenvolvimento local, regional e nacional. O mercado, segundo Munnell (1990a), utiliza-se dessas estruturas para maximizar sua lucratividade.

Chamando atenção para uma questão ainda incipiente sobre o assunto, os autores

(SOUSA JUNIOR; REID, 2005) afirmam que os investimentos para essas estruturas podem ser considerados como um dos maiores responsáveis pela destruição dos ecossistemas brasileiros. Por outro lado, defendem que podem haver, também, ganhos ambientais. Mediante uma polêmica conceitual, esses autores concluem que as infra-estruturas podem ser indutoras de um desenvolvimento social e ambiental.

Mais precisamente, o trabalho desenvolvido por (GRAMLICH, 1994; BENITEZ, 1999) aponta que as infra-estruturas são vetores para diminuir as disparidades econômicas, com o intuito de promover o desenvolvimento econômico e o social de uma região. Ainda assim, as infra-estruturas podem ser conceituadas como parte de um estoque de capital defasado e, por considerar o capital público como complementar, são atrativas para captar recursos estrangeiros (FEDDERKE; ROMM, 2006).

Rodríguez (1998) inicia o debate sobre a terminologia para evidenciar que infra-estrutura pode ser intitulada como “capital público”; outra maneira popular é tratá-la de “infra-estrutura” e, finalmente, por “capital social fixo”.

De acordo com Rodríguez (1998), ao longo da história econômica, a função e a evolução do capital privado têm sido analisadas em vários estudos, enquanto que o capital público pode figurar como secundário, possivelmente pelas dificuldades inerentes à sua análise. Entretanto, a literatura reafirma a grande importância da infra-estrutura para o desenvolvimento econômico, sendo, assim, parte essencial de uma nação.

Um dos principais papéis da infra-estrutura é favorecer estratégias para o desenvolvimento e crescimento econômico dos países (ASCHAUER, 1990; EBERTS, 1990; MUNNELL 1990a; MUNNEL, 1990b; BARRO, 1991; LAMBRINIDIS et al., 2005). Segundo Rodriguez (1998), as infra-estruturas podem gerar efeitos externos do

ponto de vista econômico e social, principalmente, reduzindo as disparidades de renda existentes (MOSSI et al., 2003; AZZONI; SILVEIRA-NETO, 2005). Adicionalmente, Sturm e Haan (1995) apontam, como conclusão principal, que o capital público tem uma influência significativa sobre o setor privado. Sendo assim, Anwar (2006) considera que a infra-estrutura de produção pode ser analisada como um *input* público que reduz os custos de produção para o setor privado.

Kim (1998) define a existência de duas estratégias para investimentos públicos direcionados à infra-estrutura quando aplicadas para o “desenvolvimento espacial”. O autor aponta que a primeira alternativa é a “aproximação passiva”, onde os investimentos de infra-estrutura pública acompanham os investimentos privados. Tal estratégia tem, como objetivo, aliviar diversos congestionamentos e aumentar a lucratividade dos investimentos privados. Outra terminologia é a “aproximação ativa”, em que os investimentos de infra-estrutura pública acompanhados por investimentos privados geram economia de localização e urbanização, mediante a concentração de fatores de produção.

De acordo com Anderson et al. (2006), os investimentos públicos podem ter efeitos macroeconômicos e microeconômicos dependendo do tipo de cada infra-estrutura. Assim, um dado investimento pode contribuir mais que outros no desenvolvimento da economia (MILBOURNE; OTTO; VOSS, 2003).

A infra-estrutura nem sempre tem um efeito positivo na economia (TATOM, 1991; HOLTZ-EAKIN; SCHWARTZ, 1995), pois as pressões por demandas para investimentos públicos podem crescer com os investimentos privados (STRUM; HAAN, 1995), com a inflação no nível dos preços e com o custo de capital. De certa forma, no Brasil, esse fato se repete tendo como consequência elevada carga tributária (FERREIRA; NASCIMENTO, 2005).

Sendo assim, Tatom (1993) apresenta que certas infra-estruturas do setor público podem ter, naturalmente, um menor impacto na economia, como as prisões e os prédios educacionais. Além disso, de acordo com Gramlich (1994), existem infra-estruturas que apresentam difíceis medidas quantificáveis como, por exemplo, emergência de hospital. Enquanto isso, estradas e pontes podem apresentar efeitos de benefícios econômicos e sociais maiores que os das demais infra-estruturas. Diante disso, é bastante interessante investigar qual o conceito do estoque de capital público que será analisado. Assim, o próximo tópico detalhará mais as possíveis classificações e as principais características.

2.2 Classificações das infra-estruturas

A partir dos diferentes efeitos produzidos por cada infra-estrutura, é importante classificá-las em produtivas e sociais. Para que esse debate se desenvolva, é necessário referenciar o principal estudo sobre o papel do capital público para o desenvolvimento regional, produzido por Hansen (1965). Esse trabalho teve como objetivo analisar o impacto das diversas formas de infra-estrutura em diferentes tipos de regiões.

Hansen (1965) cataloga as infra-estruturas em dois grupos: (a) social, quando a infra-estrutura é destinada à formação do capital humano, como saúde, parques, educação, etc; e (b) infra-estrutura produtiva, cuja característica é orientar as atividades para estimular a produção e renda na sociedade, a exemplo de energia, comunicação, transporte (portos, aeroportos e rodovias), saneamento, etc.

Para tanto, Paci e Saddi (2002) complementam que as infra-estruturas econômicas estão diretamente correlacionadas com as atividades produtivas, e as infra-estruturas sociais são mais utilizadas para incrementar os benefícios da sociedade. Ressaltam, ainda, que a infra-estrutura econômica apresentaram uma elasticidade (0.13) maior que a infra-estrutura social (0.09) como impacto positivo na economia italiana.

O conceito de infra-estrutura, segundo Frey (1978), pode ser desmembrado em duas fases: a infra-estrutura produtiva (ou econômica) e infra-estrutura doméstica. Para esse caso, o autor assevera que a infra-estrutura produtiva contempla os setores de transporte e comunicações. A infra-estrutura doméstica considera as áreas: hospitalar, educacional, lazer e instituições culturais.

De acordo com Aschauer (1989c), a infra-estrutura pode ser subdividida em três partes: (a) utilidades de caráter público “*core infrastructure*” (infra-estrutura núcleo); (b) obras públicas “*hard infrastructure*” (infra-estrutura “básica”); e (c) os outros setores de transportes. Inicialmente, as utilidades públicas incluem a energia elétrica, as telecomunicações, os serviços de água, esgoto e gás, e a coleta de lixo. Na segunda parte, as obras públicas incluem as rodovias, os sistemas de irrigação e drenagem. Na terceira, os outros transportes englobam os portos, os serviços de transportes ferroviário urbano e interurbano, o transporte rodoviário urbano, as hidrovias e os aeroportos.

Segundo Brancati e Castris (1997), as infra-estruturas podem ser caracterizadas como mercadorias (bens) ou recursos com as seguintes propriedades:

- Imobilidade: uma mercadoria ou um recurso são totalmente imóveis quando não podem ser movidos da região em que estão fixados. Depende dos custos para mover-se, de modo que as regiões não possam ser especializadas na atividade que pressupõe a utilização desse recurso ou mercadoria.
- Indivisibilidade: é a utilização de uma só unidade de serviço para preencher a demanda que a capacidade tem disponibilidade de oferecer. Tal característica conecta previamente com uma estrutura produtiva que apresenta, freqüentemente, os custos fixos muito elevados e os custos marginais baixos ou até com efeitos nulos.
- Não-substituidade: concentra naquelas infra-estruturas que poderiam ser substituídas somente quando os custos são elevados. A consequência da não-

substituidade é a impossibilidade de disponibilizar a mercadoria (ou serviços) ou de aplicar tecnologias particulares em regiões em que o recurso é escasso (ou ausente).

- Polivalência: a mercadoria representa uma entrada para uma escala larga de processos produtivos porque permite a produção de vários bens e serviços.

A infra-estrutura econômica possui as seguintes características (GUASCH; SPILLER, 1994, p.1):

- Suas tecnologias são normalmente consideradas específicas, isto é, os investimentos não são recuperáveis (*sunk investments*);
- Tem características de monopólio natural, com economias de escala e de escopo na prestação de serviços básicos; de economias de escala no planejamento e gerenciamento da rede; e de externalidades de rede;
- Seus produtos são consumidos em grande escala, normalmente por consumidores cativos e com demanda bastante rígida.

Com propriedade, Rodríguez (1998) apresenta uma classificação que considera a totalidade dos equipamentos públicos por meio desses conceitos:

- Infra-estruturas institucionais: compreendem os serviços próprios do exercício e da soberania. Exemplos podem ser citados, como defesa, segurança, justiça, etc;
- Equipamentos sociais: tem por objetivo fundamental a formação do capital humano, assim como a manutenção do bem-estar e a proteção social; é o caso da educação, saúde, assistência social, cultura e esporte;
- Infra-estruturas técnicas (produtivas): orientam-se principalmente às empresas, condicionando a capacidade e funcionamento do sistema produtivo em seu conjunto. Trata-se, entre outras, das dotações de transporte, comunicações, energéticas e de recursos hidráulicos.

Para fins deste trabalho, pretende-se, justamente, abordar essa última classificação apresentada – infra-estruturas técnicas (ou produtivas). Em função do exposto acima, considera-se a infra-estrutura de **transportes, energia, saneamento, comunicação e segurança pública como infra-estruturas produtivas.**

2.3 Pesquisas sobre infra-estrutura desenvolvidas na literatura nacional e internacional

A partir da importância que as infra-estruturas têm na economia, os autores (GRAMLICH, 1994; BUTTON, 1995; POOT, 2000; KROL, 2001; BHATTA; DRENNAN, 2003) identificam os temas de maior significância nas pesquisas: (a) os efeitos ocasionados pelos investimentos públicos e privados; (b) as formas de participação do capital privado e público; (c) os reflexos sobre a produtividade; e (d) a necessidade de qualificação profissional associada à intensidade de mão-de-obra para o bom aproveitamento dos recursos investidos.

Outros autores subdividem os temas de pesquisas sobre infra-estrutura nos efeitos que ela pode ocasionar: (a) nas empresas de capital privado; (b) no bem-estar da sociedade; (c) no impacto do crescimento econômico; (d) nos efeitos sobre incapacidade de ofertar serviços; (e) nas projeções de investimentos para o curto, médio e longo prazo; e (f) na redução da pobreza.

Para mensurar os efeitos de uma infra-estrutura sobre as atividades de produção, a literatura apresenta várias fontes que descrevem resultados voltados para o contexto da teoria de crescimento econômico (NIJKAMP; POOT, 2004; LAMBRINIDIS et al., 2005) que podem apresentar tanto efeitos positivos (MAS et al., 1994; DEMETRIADES; MAMUNEAS, 2000; BOUGHEAS et al., 2003; PAUL, 2003;

FEDDERKE; BOGETIC, 2006) como efeitos negativos (TATOM, 1991; STURM; HAAN, 1995; HOLTZ-EAKIN; SCHWARTZ 1995). Essa literatura utiliza a função produção para avaliar os efeitos de produtividade, sendo, aqui, definida como a maneira de aumentar o potencial da capacidade produtiva do setor privado, o qual será detalhado mais adiante.

Sobre o tema infra-estrutura, a literatura é muito ampla: aparece mundialmente em diversas pesquisas com diferentes enfoques e procedimentos (métodos) para analisar os dados econômicos e a magnitude distinta que os efeitos podem ocasionar.

Nesse contexto, o trabalho de Aschauer (1989a) é um clássico que reflete a realidade americana; Merriman (1991) e Yamano e Ohkawara (2000), o Japão; Mas et al. (1994), as regiões espanholas; Berndt e Hansson (1992), a Suécia; Fedderke e Bogetic (2006), a África e o Sul da África; Otto e Voss (1994) e Paul (2003), a Austrália; Paci e Saddi (2002), a Itália; Dalamagas (1995), a Grécia; Wylie (1996), o Canadá; Stephan (2003), oeste da Alemanha; e Demetriades e Mamuneas (2000), os países baixos (ou do OEDC).

Aschauer (1988) identifica a correlação entre infra-estrutura e o desenvolvimento econômico como originária dos efeitos da política econômica. Posteriormente, Aschauer (1989a) considera a conduta da produtividade das empresas e sua analogia com o estoque de infra-estrutura nos Estados Unidos, onde se verificou a forte semelhança entre as duas variáveis, principalmente, porque identificou que o baixo crescimento da produtividade das empresas era decorrente do baixo nível de investimentos. Além disso, constata que existem tipos de infra-estrutura com maior nível de significância que outras, conforme a Tabela 3. Esse nível de significância influencia, de maneira importante, a produtividade das empresas.

Para Rodríguez (1998), um dos traços mais relevantes da evolução econômica,

nos países em desenvolvimento e já desenvolvidos, é o preocupante e prolongado decréscimo no crescimento da produtividade. Com base nessas taxas, essa autora aponta a importância de identificar quais variáveis possam influenciar com efeitos positivos e negativos. Esse tipo de avaliação pode ser analisado por meio de vários trabalhos (RODRIGUEZ; AYUSO, 1999a; 1999b; 2002; REBELATTO et al., 2003; 2004).

Tipos	Coefficiente	Porcentagem do total	F
<i>Core infrastructure</i> (rodovias, aeroportos, facilidades de gás e eletricidade, serviços de água e outros)	0.24	55	0.16
Outras construções (construções de escritórios, estações de policiais e bombeiros, terminais de passageiros e outros)	0.04	7	0.01
Hospitais	0.06	3	0.33
Conservação e desenvolvimento	0.02	4	0.01
Construção educacional	- 0.01	16	0.99

Tabela 3 – Índices de elasticidades por subgrupos de infra-estruturas
Fonte: Aschauer (1989a, p.193).

Yoshino e Nakahigashi (2000) estudaram os efeitos da infra-estrutura na produtividade para os setores de agricultura, manufatura e pescados por meio de dados, indicando séries de tempo referentes ao período antes e depois da guerra no Japão e na Tailândia. Para finalizar, esses autores obtiveram como resultado que a infra-estrutura é um fator bastante significativo para reduzir as disparidades sociais e verificaram que pode apresentar diferentes efeitos na produtividade dependendo das peculiaridades de cada país. O Japão apresentou efeitos mais significativos para infra-estruturas referentes às indústrias de manufaturas com uma elasticidade de 0.711 e para infra-estruturas na agricultura, uma elasticidade de 0.050. Enquanto isso, a Tailândia obteve efeitos opostos para infra-estruturas similares com elasticidade de 0.364 para as infra-estruturas da agricultura e elasticidade de 0.083 para as indústrias de manufatura.

A partir desse contexto, pode-se observar que cada trabalho apresenta

procedimentos de análise diferentes: (a) pelo uso de dados nacionais (FORD; PORET, 1991; BERNET; HANSSON, 1992; STURM; HAAN, 1995; DEMETRIADES; MAMUNEAS, 2000); (b) por estudos de infra-estruturas específicas (SHIRLEY; WINSTON, 2004); (c) pelo uso de dados agregados para diferentes países; (d) pelo uso de dados regionais para países específicos (DESTEFANIS; SENA, 2005); (e) pelos dados agregados dos países (FEDDERKE; ROMM, 2006; PAUL, 2003); ou (f) para dados setoriais (BROX; FADER, 2005).

A magnitude e a significância dessas contribuições têm, portanto, sido assunto para muitas controvérsias porque a literatura apresenta duas vertentes: (a) o capital público contribui para o crescimento econômico e o *output* e (b) alguns pesquisadores como Holtz-Eakin e Schwartz (1995) e Garcia-Mila e McGuire (1992) encontram um papel negligenciável ou negativo para o capital público.

Quantitativamente, segundo Bougheas et al. (2003), os efeitos estimados das infra-estruturas são plausíveis, mas é possível verificar que o índice de elasticidade pode variar entre países desenvolvidos e em fase de desenvolvimento. Demetriades e Mamuneas (2000) apresentam diferentes índices de elasticidade para infra-estruturas de transportes para países desenvolvidos e subdesenvolvidos como: a Finlândia (0.001), a Áustria (0.183) e o Egito (0.005). Ainda assim, esses autores realizaram uma pesquisa contemplando uma amostra de 12 países do OEDC onde o valor da elasticidade pode variar quando o investimento da infra-estrutura for de curto, médio e longo prazo.

Segundo Holtz-Eakin (1994), a grande variação dos resultados é oriunda dos diferentes métodos utilizados: do nível de agregação dos dados, ou por alguns outros fatores que possam influenciar na tomada de decisão. Adicionalmente, Azzimonti-Renzo et al. (2003) defendem a idéia de que quando o capital público contribui para a produção privada, surgem os fundamentais questionamentos políticos: quais são as

propriedades para uma trajetória de investimento público ideal? Para qual nível o investimento público deve convergir no longo prazo e como esse nível é influenciado pela conjuntura econômica? Como o histórico econômico herdado por novos governos influencia a seqüência ótima de investimentos públicos? Na escolha de uma política, esse governo terá incentivos para enganar sobre suas promessas? Caso tenha, qual a natureza do problema dessa inconsistência com o tempo?

O capital privado e o capital público podem ser considerados como substitutos quando Munnell (1992) explica por meio dos exercícios praticados para calcular a produtividade e o crescimento econômico dos Estados Unidos. Assim, observa que, quando as empresas aumentam sua produtividade, elas estão mais encorajadas para alocar investimentos. Portanto, o capital público deve agir como impulsor para as empresas e, por conseguinte, elas estarão mais hábeis para promover investimentos. Para exemplo de uma aplicação prática, recentemente publicado, os autores (BROX; FADER, 2005) encontraram que o capital público e o capital privado para o setor de manufatura do Canadá por meio um modelo de custo Translog - Substituição (CES-TL), o resultado de uma elasticidade constante e identificam uma interação desses setores para ambos os investimentos.

Outra linha de pesquisa é avaliar quais os efeitos que a infra-estrutura pode gerar na qualidade de vida da sociedade. Nesse caso, o método de análise utilizado é a função de utilidade (ARROW; KURZ, 1970). Outras pesquisas utilizam a análise de custo-benefício (PETERSON, 1991; KIM; SHIN, 2002).

De acordo com Ye e Tiong (2000), tradicionalmente, as principais decisões para alocar investimentos públicos para infra-estrutura utilizam duas vertentes analíticas: (a) análise de custo-benefício e (b) os métodos financeiros para avaliar a viabilidade econômica do projeto.

A análise de custo-benefício é um dos princípios básicos para avaliar investimentos na engenharia, principalmente quando se refere aos investimentos públicos. De acordo com Peterson (1991), a vantagem em se avaliar investimentos de infra-estrutura considerando a análise custo-benefício é que, mesmo quando um investimento não obtém retorno econômico, ele poderá desencadear benefícios à sociedade. Além disso, o autor considera os *gaps* de investimento em infra-estrutura para o período de 1949-1991, onde visualiza os aclives e declives da economia quando correlacionada com o período histórico e as mudanças políticas dos Estados Unidos.

Neste cenário, verifica-se que a prioridade política pode ser um fator determinante para alocar investimentos. Vries (1999) considera que é melhor analisar as novas políticas como uma reação às deficiências do modo dominante das políticas que marcaram as décadas precedentes. Logo, esse autor identifica que as atuais fases de desenvolvimento na Europa podem ser explicadas por meio das gerações de políticas. Assim, cada ano subsequente diferencia, segundo os seus objetivos, os instrumentos utilizados, o papel dos novos atores envolvidos e, especialmente, os problemas que foram negligenciados por terem sido adotadas novas prioridades na política.

Em seguida, o autor identifica que, para a realidade européia a política apresenta ciclos de vida para um período de 12 anos. Segundo Vries (1999), esses ciclos podem ser explicados por alguns fatores, tais como: (a) desenvolvimento econômico; (b) lei da natureza - toda ação corresponde a uma reação; (c) políticas e processo de criação da União Européia; e (d) novas gerações que se tornam responsáveis pela elaboração de políticas.

Continuando na corrente de custo-benefício, é importante analisar que os investimentos públicos são indiferentes aos riscos, pois visam destinar os recursos para o bem-estar social. Por isso, algumas avaliações de investimentos são incertas como

descrito no trabalho de Arrow e Lind (1970). Assim, os investimentos devem ser avaliados para encontrar o “Ótimo de Pareto”, caso contrário, o governo pode estar subutilizando os recursos. Winston e Bosworth (1992) apontam a necessidade de realizar avaliações para verificar se os investimentos públicos são alocados de maneira eficiente ou não.

Para analisar se os benefícios líquidos dos investimentos em infra-estruturas são ou não positivos, Morrison e Schwartz (1996) defendem a idéia de que essas variações dependem dos custos sociais dos investimentos e do crescimento relativo das taxas dos *outputs* e da infra-estrutura.

Outro grande interesse de pesquisar essa área deriva da forte correlação entre a pobreza e o crescimento econômico (YOSHINO; NAKAHIGASHI, 2000). Sendo assim, esses autores identificam a infra-estrutura como um meio para melhorar a qualidade de vida e diminuir as disparidades econômicas em uma perspectiva de curto, médio e longo prazo.

Como parte do debate sobre o crescimento econômico e a pobreza, os autores (LÓPEZ, 2003; CALDERON; SERVÉN, 2004; JALILIAN; WEISS, 2004; AGÉNOR et al., 2004) argumentam que um incremento no estoque de infra-estrutura e melhorias na sua qualidade podem constituir elementos-chave na redução da pobreza. As infra-estruturas, nesse contexto, têm a capacidade de suavizar os impactos da pobreza porque as empresas aumentam a produtividade e, por consequência, a região afetada recebe direto ou indiretamente os efeitos das externalidades. Para analisar a realidade do Oeste e Leste da Ásia e comparar com a realidade da América Latina, Jalilian e Weiss (2004) calcularam uma estimativa segundo a qual um aumento de 1% no estoque de infra-estrutura está associado a uma redução de 0.35% no número de pobres, considerando-se a linha de pobreza de US\$ 1 por dia, e um decréscimo de 0.52%, quando a linha de

pobreza é de US\$ 2 por dia.

Na literatura nacional, recentemente, os autores (ARAÚJO JÚNIOR; RAMOS, 2006) publicaram um trabalho que investiga os efeitos dos investimentos em infraestrutura sobre o crescimento econômico e sobre a pobreza e desigualdade de renda no Brasil. Para isso, os autores utilizaram um modelo de equilíbrio geral computável (MEGC) que indica que um aumento dos gastos com infraestrutura resulta em taxas mais elevadas de crescimento do valor adicionado no longo prazo, impedindo, ao mesmo tempo, uma redução da pobreza. A partir desse trabalho, obtiveram como resultado um coeficiente de elasticidade para todas as projeções temporais (curto, médio e longo prazo) e, ainda, verificaram que houve efeitos de aumento nas despesas correntes do governo sobre os indicadores de desigualdade e pobreza, sendo calibrado esse modelo para o ano-base de 2002.

Tendo em vista os conceitos sobre custo-benefício para avaliar o ciclo de vida, as infra-estruturas podem apresentar produtividades diferentes em algumas de suas fases, podendo isso ocorrer a curto, médio ou longo prazo (HULTEN; SCHAWAB, 1993). Sendo assim, um investimento pode ser viável no curto prazo e se tornar inviável quando se expande o horizonte temporal, o que ocorre principalmente nos casos em que o custo de manutenção torna-se mais alto que o investimento utilizado. Outro exemplo é quando um investimento pode ser viável apenas no longo prazo. Neste caso, os gestores podem estar considerando que o custo marginal de implementar outra infra-estrutura no futuro pode ser maior, e para isso preferem realizar o investimento no curto prazo visando uma projeção de oferta para serviços no futuro.

Sobre infra-estrutura social, o trabalho García-Milá e McGuire (1992) objetiva analisar 48 estados dos EUA, por meio de uma função produção e identifica que, para o desenvolvimento regional, os tipos de infra-estruturas mais importantes são (a) as infra-

estruturas educativas e (b) as infra-estruturas viárias. Esse autor enfatiza que as infra-estruturas para instalações educativas têm um efeito futuro sobre a produção, decorrente dos incrementos na produtividade pela variável trabalho e, ressalta que apresentam um impacto muito maior do que com as infra-estruturas viárias para o *output* de cada estado.

A grande questão de vários trabalhos é encontrar o nível ótimo de investimentos onde se possa identificar qual infra-estrutura agrega mais para o crescimento econômico em um período de curto, médio e longo prazo. Ao preencher essa lacuna, o trabalho de Fay e Yepes (2003) desenvolve um modelo para prever a demanda futura onde subdivide cada tipo de infra-estrutura visando ao planejamento de 2000 para 2010, principalmente, porque objetiva nivelar os investimentos para todos os setores, nos países da América Latina. Assim, eles estimam que os investimentos necessários devem atingir aproximadamente 465 bilhões por ano, ou seja, 5.5% do PIB dos países.

A segunda vertente desse escopo de avaliar investimento em infra-estrutura é a utilização dos métodos da engenharia econômica. Garvin e Cheah (2004) descrevem as principais técnicas utilizadas para avaliar investimentos para infra-estrutura.

Vale destacar que os métodos da engenharia econômica evoluíram bastante devido aos novos arranjos de estrutura financeira referente às modalidades para concessão. As estruturas financeiras foram modificadas porque o setor público não detém mais tantos recursos para realizar vultosos investimentos. Com isso, o setor privado torna-se um meio de complementar essa escassez e promover tais investimentos, utilizando ferramentas mais rebuscadas para avaliar os investimentos. Para isso, Wibowo e Kochendörfer (2005) realizam um estudo que identifica, quantifica e avalia os principais riscos associados ao *Project finance* para todos os projetos de rodovias com pedágio na Indonésia. Ressalta-se a importância de se analisar as

diferentes taxas sobre o retorno do investimento quando o subdivide em taxas sociais e econômicas.

Os mecanismos para avaliar investimentos em infra-estrutura foram aprimorados porque o Estado precisava determinar o nível ótimo de estoque de capital (GRAMLICH, 1994), e principalmente, porque, quando geralmente se realiza algum corte no orçamento público, esse é referente aos investimentos públicos (ALESINA; PEROTTI, 1995; ALESINA; ARDAGNA, 1998) em infra-estrutura (GRAMLICH, 1994).

2.4 Métodos para mensuração e avaliação do estoque de capital público

De acordo com Rodriguez (1998), os métodos para mensurar o estoque de capital público apresentam-se de duas maneiras: (1) avaliar por unidades físicas e (2) avaliar por métodos monetários.

As avaliações por unidades físicas são caracterizadas quando se objetiva identificar a influência que os investimentos públicos em infra-estrutura têm no aumento da produtividade do setor privado, de maneira a obter o valor representativo dos investimentos em infra-estrutura.

Para utilizar os métodos monetários, é necessário converter a quantidade de dispêndio alocado para infra-estrutura em valor monetário. Em seguida, realizam-se os procedimentos de avaliação por meio de métodos financeiros. Para alcançar essa conversão monetária, devem-se utilizar taxas de retorno, ajustando-se a variação do período, e também incluir a taxa de depreciação do investimento.

A classificação desenvolvida pelo trabalho de Eberts (1990) é que existem duas aproximações básicas para mensurar o estoque do capital público: (a) as medidas por meio do capital físico em termos monetários para adicionar os investimentos passados e

(b) a transformação das medidas físicas em valores monetários, mas é importante considerar a qualidade e quantidade de todo o estoque para todas as estruturas e instalações.

Com base nesse contexto, para realizar este trabalho, é importante descrever os principais instrumentos para mensurar e avaliar o investimento em infra-estrutura, correlacionando-os com cada aplicação e sistematizando-os por meio de uma “varredura” na literatura internacional e nacional.

2.4.1 Métodos por unidades físicas

Com base na escassez dos recursos governamentais, ao longo do tempo, os métodos para avaliar investimento em infra-estrutura foram aprimorados cada vez mais, pois os recursos disponibilizados para as despesas de capital estão apresentando taxas cada vez menores e ainda podem ser cortados do planejamento orçamentário (GRAMLICH, 1994).

As avaliações de investimentos para infra-estrutura por unidades físicas podem identificar os efeitos de impacto que esse investimento tem sobre o crescimento e produtividade das empresas. Para esse tipo de aplicação, essas avaliações são realizadas por meio de modelos econométricos.

A econometria apresenta alguns métodos para analisar os investimentos públicos. Com isso, a literatura utiliza a função produção para avaliar os efeitos em termos de produtividade. Essa função pode ser calculada por diferentes procedimentos como: função de produção Cobb-Douglas (HOLTZ-EAKIN, 1994; OTTO; VOSS, 1994; FEDDERKE; BOGETIC, 2006), função translog (PINNOI, 1994; EBERTS, 1986; BOUGHEAS et al., 2003), função translog custo (PAUL, 2003).

O método da função Cobb-Douglas pode ser amplamente utilizado para

determinar o nível de produção e a utilização de insumos. Sendo assim, essa função prevê que cada recurso ou insumo seja transformado em produto. A literatura clássica dessa pesquisa é referente ao trabalho desenvolvido por Solow (1957). A função produção pode ser representada para indicar o valor adicionado denotado pelo *output* referente ao setor privado mediante a Expressão 1.

$$Y = f(K_P, L, K_G) \quad [1]$$

Em que: Y = produto

K_P = Capital privado

L = Trabalho

K_G = Capital público

De acordo com Bonelli e Fonseca (1998), o método da função de produção postula que existe uma relação física entre um determinado nível de produção e a utilização de insumos necessários, mostrando a razão segundo a qual cada recurso ou insumo é transformado em produto. Para ilustrar o uso desse método, os autores apontam que é necessário estimar econometricamente uma Cobb-Douglas agregada. Inicialmente, o foco de interesse é determinar o produto potencial (Y^*). Nesse caso, uma formulação simples é: $Y^* = cte.L \exp[a].K \exp[b]$ onde Y^* , como se sabe, não é diretamente observado, e L e K são os estoques de mão-de-obra e capital. Mas $(Y / Y^*) = U$, a taxa de capacidade utilizada. Mais precisamente, esse método trata de quocientes entre a produção obtida e uma média dos insumos ou fatores usados para a obtenção daquele nível de produção.

Boscá et al. (2002) enfatizam que, para estimar funções de produção, é necessário analisar a distribuição dos dados, caso esteja agregada ou não. Essas funções

podem ser estimadas a partir de séries temporais para um único país ou dada região específica. A grande crítica de vários estudos é que a função produção não considera algumas variáveis importantes na avaliação, principalmente, quando refere à tecnologia como parâmetro (STURM; HAAN, 1995). Ainda assim, esses autores estendem críticas para muitas outras pesquisas porque essas apenas utilizam simples modelos econométricos e, por isso, podem produzir resultados ambíguos. Ademais, não consideraram que a produtividade dos investimentos públicos ainda pode variar, de acordo com o ciclo de vida, no curto, médio e longo prazo.

A rigor, as críticas são diversas quanto à utilização das estruturas por função produção, principalmente por omitirem os preços dos *inputs* (os quais afetam a utilização e o viés para estimar os coeficientes) e, também, por terem que adicionar outros parâmetros de restrições como o comportamento e o nível tecnológico da empresa (MORRISON; SCHWARTZ, 1992).

Outrossim, são identificados modelos para poder estimar a fronteira de produção como: (a) Mínimos Quadrados Ordinários (OLS - *Ordinary Least Squares*); (b) métodos de co-integração; (c) variáveis instrumentais; (d) modelo efeitos fixos; (e) GLS (*Cross Section Weights*); (f) Modelo varma; e (g) a Matriz Leontief (MORRISON; SCHWARTZ, 1996).

A técnica econométrica OLS foi introduzida pelo trabalho de Hasen e Hodrick (1980) para utilizar séries no tempo, onde os erros são serialmente correlacionados com as variáveis utilizadas, e ainda no uso por observações sobrepostas. Para ajustar os erros apresentados no método OLS, Voss e Chi (2006) afirmam que esse modelo apresenta uma dependência espacial que pode ser intitulada como erros espaciais ou erros acumulados. Nesse sentido, os autores apontam que, após os cálculos, os modelos requerem uma estimativa por meio de uma função de máxima probabilidade.

Para validar os resultados, mesmo mediante uma correlação dos dados, segundo Devarajan et al. (1996), os procedimentos OLS consistem em estimar os padrões de erros que necessitam aplicar testes de significância. Apresentar índices sem uma estimativa correta pode ser decorrente da função de produção com dados agregados (HURLIN, 2001), o que pode conduzir a resultados muito implausíveis.

Ressaltado por Hurlin (2001), os erros residuais obtidos pelo modelo OLS podem ser representados como processos estacionários. Isso contradiz a existência das relações de longo prazo e ocasiona resultados com índices de elasticidades em infra-estruturas públicas sobre estimados.

Para realizar análises sobre infra-estruturas, os problemas podem ser minimizados, quando se plota uma série de dados referenciando o tempo dos investimentos. O método de co-integração (ou *cross section*) tem como objetivo identificar e comparar o montante de investimento entre regiões, estados e países. No entanto, Holtz-Eakin (1994, p.13) aponta que “a disponibilidade dos dados em painel permite uma melhor flexibilidade dentro das especificações em erros econométricos”. Além disso, as funções de produção com dados agregados ignoram os efeitos da área, da localização, do tempo, das matérias-primas endógenas a cada região, bem como outros fatores que podem diferenciar a produtividade por cada região.

Devarajan et al. (1996) descrevem os resultados obtidos por meio da distribuição dos dados em painel. Esses autores afirmam que as características específicas dos países podem influenciar no crescimento per capita e, ainda, ressaltam que tais características são difíceis de mensurar (por exemplo: os fatores culturais).

A utilização dos dados em painel no trabalho de Devarajan et al. (1996) foi conduzida estendendo essa análise para o país $i = 1, \dots, N$ com observações $t = 1, \dots, T$. Assim, essas observações foram realizadas sobrepondo os dados para cada país pela

distribuição por painel dos dados; em seguida, a análise de correlação da série foi introduzida no tempo apresentando um país como base.

Para Hurlin (2001), as estimativas por meio de dados em painel podem ser generalizadas e, ainda, podem permanecer implícitas como as reais taxas de retornos dos investimentos sobre o capital público. Por conseguinte, as conclusões desse trabalho não se tornaram claras porque as magnitudes desses efeitos podem ocasionar uma assimetria irregular. Em controvérsia, Boscá et al. (2002) enfocam que as técnicas para dados em painel permitem, potencialmente, capturar os distintos efeitos do capital empregado ao longo do tempo entre regiões e estados.

Para os modelos de funções com efeitos fixos, Holtz-Eakin (1994) enfatiza que significa transformar os dados para diferentes períodos, e ainda, evita apresentar as especificidades que ocorrem no curto prazo, pois para calcular os efeitos dos investimentos do capital público é importante determinar o crescimento da produtividade no longo prazo.

As funções estimadas pelos efeitos fixos, segundo Agell et al. (2006), são trajetórias tradicionais para os cálculos de problemas endógenos, que podem ser traçadas para omitir variáveis insignificantes como, por exemplo, para esse trabalho: os países.

Evidentemente, de acordo com Devarajan et al. (1996), o método dos efeitos fixos consegue examinar todas as características específicas das empresas analisadas, bem como as especificidades de cada país. Outra característica interessante desse modelo é que a variável de choque, que era previamente insignificante, se torna altamente significativa ao longo do tempo (DEVARAJAN et al., 1996). Essa dualidade é considerada como uma desvantagem para essa análise.

O modelo Varma, Flores de Frutos (1998) apresenta-se como o único trabalho na

literatura internacional que o utiliza como procedimentos de cálculos. Esses autores afirmam que tal modelo tem como objetivo mensurar as consequências dinâmicas do mercado quando correlacionam as variáveis do setor privado e do setor público.

A Tabela 4 apresenta uma sistematização dos métodos identificados para avaliar os investimentos em infra-estruturas.

Modelos	Vantagens	Desvantagens
OLS (<i>Ordinary Least Squares</i>)	Apresenta uma fácil aplicação para calcular o <i>output</i> dos setores produtivos.	São sensíveis para estimar os erros-padrão obtidos pela função produção devido aos problemas de estacionaridade e de causalidade.
GLS (<i>Cross Section Weights</i>)	É um estimador que alcança resultados eficientes.	Pode ser sensível quando as variáveis utilizadas não obtiverem um valor alto de correlação; assim, será um resultado tendencioso e inconsistente.
Métodos de co-integração	São procedimentos matemáticos fáceis.	É difícil capturar as especificidades de cada região.
Variáveis instrumentais	São procedimentos que estimam os efeitos da produtividade por meio dos níveis utilizados (ou estratificados) pelas variáveis.	Analisa as estimativas dos dados ao longo do tempo ou por meio da variação interna de cada estado (ou país, ou região).
Modelo dos efeitos fixos	Oferecem estimativas consistentes para amostras específicas.	É muito sensível à quantidade de variáveis utilizadas nas equações, pois pode variar ao longo do tempo.
Modelo Varma	Capturam os efeitos da estrutura dinâmica tanto dos investimentos públicos como dos privados.	Esse modelo não permite identificar (distinguir) de qual canal específico surgem os efeitos dos investimentos.
Modelo Leontief	Realiza boas análises com os dados agregados quando analisa o setor, subsetor dentre outros na economia.	Pode apresentar resultados inconsistentes porque utiliza dados agregados da economia.

Tabela 4 – Sistematização dos métodos para avaliar os investimentos em infra-estrutura

2.4.1.1 As aplicações para avaliações dos investimentos públicos na literatura internacional

A literatura internacional apresenta muitos casos sobre avaliação de investimentos públicos voltados para infra-estrutura, pois essa área possui potencialidades para influenciar o desempenho macroeconômico. Levine e Renelt (1992) realizaram um estudo para avaliar quais variáveis podem influenciar a taxa de crescimento econômico em 119 países.

Nesse sentido, várias pesquisas apresentam a característica de mensurar o relacionamento entre duas variáveis, tais como: acumulação (ou estoque) de capital público, especificadamente em infra-estrutura, e a produtividade do setor público como *output* (ASCHAUER, 1989a; MUNNELL, 1990a, 1990b, 1992).

Os estudos iniciais sobre infra-estrutura foram bastante importantes, porque correlacionaram duas variáveis e identificaram quais setores estão deficientes, e assim necessitaram de maiores dispêndios públicos para melhorar o seu desempenho econômico (ASCHAUER, 1989a). Os resultados obtidos, nesse trabalho de fundamentação teórica, foram que para cada 1% adicionado de investimento pela razão entre estoque de capital público e o estoque de capital privado significaram um aumento de 0.39 no fator de produtividade total. Em seguida, outros procedimentos de análises implementaram, por meio de dados cruzados, estudos que avaliam o crescimento da produtividade em outros países (ASCHAUER, 1989b). A partir desses trabalhos, outras pesquisas foram realizadas obtendo efeitos (ou elasticidades) menores que o calculado para a economia americana (FINN, 1993; BATINA, 1999).

Para estimar melhor a elasticidade americana, Finn (1993), refutando a elasticidade encontrada pelo trabalho de Aschauer (1989a), defende a idéia de que essas dificuldades podem ser ocasionadas por alguns problemas estatísticos que não consideram as causalidades entre as variáveis utilizadas, bem como a questão da estacionaridade no tempo da amostra. Então, o autor estima a fronteira de produção

utilizando as variáveis instrumentais como ferramenta de análise, obtendo resultado de 0.16, que se refere ao capital público e significa uma elasticidade menor que a encontrada pelo trabalho de Aschauer (1989). Vale destacar que esse valor pode ser alterado, para a economia americana, quando for analisada uma amostra com dados agregados e desagregados, e ainda quando forem considerados diferentes tipos de infra-estruturas. Isso significa que o valor da elasticidade do capital público pode ser modificado.

Ao longo do tempo, o Estado tem ampliado o seu escopo fiscal perante sua atuação no mercado. Segundo Munnell (1990b), essa variação fiscal pode ser atribuída ao capital do setor público e desempenha importante papel para explicar as diferenças no desempenho econômico.

De certa forma, Aschauer (1989a) e Munnell (1990a) tratam de forma teórica e empírica a ligação entre infra-estrutura econômica e o crescimento da produtividade. Esses autores utilizam uma função de produção agregada, do tipo *Cobb-Douglas*, e dividem o estoque de capital em público e privado.

Em outra vertente, surgem pesquisas para avaliar o crescimento da produtividade (HULTEN; SCHAWAB, 1991; DUFFY-DENO; EBERTS, 1989; EBERTS, 1990). Eles identificam que o valor residual dos *inputs* do setor privado não influencia nos reais padrões de investimento do setor público; assim existem várias críticas quanto à metodologia aplicada por cada um.

A Tabela 5 apresenta os principais trabalhos, identificados na literatura internacional, sobre infra-estrutura e produtividade apontando os países onde foram aplicados, as funções que os embasaram e os métodos utilizados.

Autor	Objetivo	Aplicação	Função	Método	Resultados
Aschauer (1989a)	Calcular a influência do capital público na produtividade das empresas de capital privado e no nível de emprego.	EUA (1949-1985)	Função produção-Cobb-Douglas	OLS	0.39
Bougheas et al. (2003)	Examinar como os investimentos em infra-estruturas que correspondem nas mudanças das receitas estrangeiras e domésticas.	16 países da Europa (1987-1995)	Função Translog	OLS	0.022
Demetriades e Mamuneas (2000)	Avaliar os retornos dos investimentos das infra-estruturas com perspectivas de curto, médio e longo prazo com técnicas de painel.	12 OECD (1970-1990)	Função produção-Cobb-Douglas	Método de co-integração	0.355 (UK) - 2.056 (Noruega)
Eberts (1986)	Examinar os efeitos da infra-estrutura pública sobre os vários tipos de atividades econômicas no estado e nos níveis locais	EUA (38 áreas metropolitanas – 1953-1981)	Translog Fronteira de produção	OLS	0.03 - 0.04
Flores de Frutos et al. (1998)	Avaliar os efeitos dos investimentos públicos em infra-estrutura no curto e longo prazo com dados agregados nos <i>output</i> (emprego e capital para o setor privado).	Espanha (1964-1992)	Função de resposta por impulso	Modelo Varma	0.263
Holtz-Eakin (1994)	Analisar o impacto dos investimentos em infra-estruturas por meio de métodos diferentes, utilizando dados agregados como desagregados (regional e municipal)	48 estados dos EUA (1969-1986)	Função produção-Cobb-Douglas	OLS, Variáveis instrumentais, variáveis aleatórias, efeitos fixos	0.203 (agregad) 0.201 (desagred) 0.019 (agregad) 0.0418(desagre)
Holtz-Eakin e Schwartz (1995)	Estudar os efeitos do capital público sobre o crescimento.	EUA (1971- 1986)	Função produção-Cobb-Douglas	OLS	Não tem efeitos significativos
Mas et al. (1994)	Estudar os efeitos do capital público sobre as convergências regionais.	Regiões espanholas (1955-1989)	Função produção-Cobb-Douglas	Modelo de efeitos fixos	Positivo
Munnell (1990a)	Avaliar o impacto dos investimentos em infra-estruturas na produtividade	EUA (1949-1987)	Função produção-Cobb-Douglas	OLS	0.34
Otto e Voss (1994)	Estudar o papel do investimento público na economia da Austrália.	Austrália	Função produção-Cobb-Douglas	Método de co-integração	0.4

Tabela 5 – Sistematização da literatura internacional sobre infra-estrutura por métodos físicos

Autor	Objetivo	Aplicação	Função	Método	Resultados
Chandra e Thompson (2000)	Estimar o impacto que uma nova rodovia interestadual ocasiona nos ganhos de uma indústria ao longo de 29 anos.	Estados Unidos (1969-1993)	Função produção-Cobb-Douglas	Modelos dos efeitos fixos	- 0.003 -0.046
Fedderke e Bogetic (2006)	Investigar o impacto que os investimentos em infra-estrutura ocasionam na geração de empregos e no crescimento da produtividade total dos fatores.	África e Sul da África (1970 – 2000)	Função produção-Cobb-Douglas	Método de co-integração (dados de painel) e Vetor auto regressivos.	0.189 - 1.043 (emprego)
Paci e Saddi (2002)	Avaliar o impacto dos investimentos públicos em infra-estrutura econômica e social por meio de dados agregados e desagregados.	Itália (1970 – 1994)	Função produção-Cobb-Douglas	GLS (com variáveis de efeitos fixos)	0.16
Paul (2003)	Examinar os efeitos da infra-estrutura pública sobre as estruturas de custos e a produtividade do setor privado.	Austrália (1968/69-1995/96)	Função translog de Custo	OLS e (índice de uso de capital = $GDP_{setor} / GDP_{Total Nacional}$)	0.678 - 1.265
Picci (1999)	Analisar os efeitos dos investimentos em infra-estruturas públicas utilizando diferentes métodos com dados agregados.	20 regiões Italianas (4 grupos) 1970-1995	Função produção-Cobb-Douglas	OLS Efeito Aleatórios Efeito Fixos 1ªDifer	-0.248 0.358 0.072 0.184
Pinnoi (1994)	Identificar quais os efeitos que as infra-estruturas podem ocasionar na economia para Norte, Sul, Leste e Oeste do país	EUA 48 estados (1970-1986)	Função translog	OLS, OLS com Dummy Variáveis (LSDV), Feasible Generalized Least Squares (FGLS).	- 0.11
Sturm e Haan (1995)	Calcular a influência do estoque de capital público para os EUA e os países baixos por meio de modelos econométricos mais acurados.	EUA (1949-1985) / Países Baixos (1960-1998)	Cobb-Douglas Fronteira de produção	OLS	Efeito negativo

Continuação da Tabela 5 – Sistematização da literatura internacional sobre infra-estrutura por métodos físicos

Autor	Objetivo	Aplicação	Função	Método	Resultados
Berndt e Hansson (1992)	Quantificar a contribuição do capital público em infra-estrutura para Suécia	Suécia (1964-1988)	Função produção Cobb-Douglas	OLS	0.687 – 1.601
Cantos et al (2005)	Analisar o impacto dos investimentos em infra-estrutura de transporte no crescimento econômico nas regiões e nos setores.	Regiões da Espanha	Função produção	Análises de regressões	0.088
Dalamagas (1995)	Analisar a participação do capital do setor público no crescimento da produtividade	Grécia (1950-1992)	Função Translogaritma	OLS em três etapas	-1.24
Eiser (1994)	Avaliar as mudanças ocorridas nos investimentos públicos em benefícios para sociedade.	EUA (1970-1986)	Função produção-Cobb-Douglas		0.17 (cross-section) -0.03 (séries no tempo)
Ford e Pierre (1991)	Avaliar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura.	11 países OECD (1960-1989)	Função produção Cobb-Douglas		Efeitos positivos e negativos
Moreno et al. (2002)	Analisar os efeitos dos investimentos públicos no curto e no longo prazo.	Espanha	Função produção Cobb– Douglas	Modelos de efeitos quase-fixos	
Morrison e Schwartz (1996)	Desenvolver um modelo baseado na função de custos quando aplicados na teoria da produção.	48 estados EUA (1970-1987). Regiões de Manufat. (Norte, Sul, Leste e Oeste).	Função de Custos	Generalizada de Leontief com <i>inputs</i> Fixos.	E - 0.10 a 0.21 N - 0.08 a 0.21 S - 0.08 a 0.35 W- 0.06 a 0.23
Stephan (2003)	Analisar o impacto do capital público sobre a produção do setor privado.	Oeste da Alemanha (1970-1996)		Análise de co-integração	
Wylie (1996)	Investigar o papel das infra-estruturas no crescimento econômico do Canadá	Canadá (1946-1991)	Função produção Cobb-Douglas	OLS e AR(1)	0.407
Yamano e Ohkawara (2000)	Examinar os efeitos dos investimentos públicos sobre a economia regional japonesa.	Região japonesa (1970-1994)	Cobb-Douglas Fronteira de produção	OLS Efeitos Fixos Dumy. Por prefeitura	0.034 (1%) 0.148 (1%) 0.150 a 0.190

Continuação da Tabela 5 – Sistematização da literatura internacional sobre infra-estrutura por métodos físicos

2.4.1.2 As aplicações para avaliações dos investimentos públicos na literatura nacional

O Brasil apresentou um grande crescimento econômico durante a década de 70, como ilustrado na Figura 7. Esse crescimento econômico proporcionou um aumento significativo nos investimentos em infra-estrutura no Brasil. No entanto, esses investimentos não foram suficientes para suprir a demanda do atual mercado. Essa falta de investimento se torna uma variável que reduz, principalmente, a competitividade dos produtos brasileiros no mercado internacional (AZZONI; SILVEIRA-NETO, 2005).

Por isso, no Brasil, diversos autores estudaram o impacto da infra-estrutura na produtividade das empresas e defendem uma forte correlação entre investimento público e infra-estrutura, tais como Benitez (1999), Ferreira (1996), Ferreira e Malliagros (1998), Cândido Jr. (2001), entre outros. Para tanto, Ferreira (1996) determinou as elasticidades das infra-estruturas (telecomunicações, energia elétrica, portos, setor marítimo e ferrovias) para o período 1970-1993 e, por conseguinte, identificou que um aumento de 1% nos investimentos em infra-estrutura ocasionaria um acréscimo em média de 0.11% na produtividade geral e de 0.08% na produtividade do capital privado.

A recuperação do investimento em infra-estrutura, segundo Ferreira e Malliagros (1998), é uma condição necessária para a retomada do crescimento econômico sustentado no Brasil. Esse trabalho buscou ampliar os resultados de Ferreira (1996), o qual modificou o período de análise para o período 1950-1995, incluindo, também, os investimentos dos gastos em infra-estrutura no setor rodoviário. Por meio de análises de co-integração, essa pesquisa revelou qual setor deteve a maior elasticidade sobre o capital privado, e encontraram como sendo o setor de energia elétrica, principalmente, porque essa infra-estrutura foi o palco do processo da industrialização brasileira. Para o setor de transportes,

os maiores efeitos estavam no subsetor ferroviário, depois no portuário e, finalmente, no rodoviário.

Ainda segundo esses autores, a trajetória histórica da evolução dos investimentos em infra-estrutura no Brasil é muito conturbada porque cada período governamental teve diferentes prioridades ao longo dos anos, quando destinavam diferentes investimentos para as infra-estruturas, o que provocou *gaps* nas infra-estruturas produtivas decorrentes das diferenças de formulação das políticas públicas.

Constata-se que todos os tipos de infra-estruturas apresentam uma correlação positiva com a produtividade (BENITEZ, 1999). A partir dos procedimentos matemáticos, esse autor revela que um aumento de 1% na taxa entre a dotação de infra-estrutura e na dotação de capital e de trabalho aumenta a produtividade dos fatores em 0.28%. Isso implica, portanto, uma elasticidade de 0.28, quando se consideram todos os estados brasileiros.

Ainda na pesquisa de Benitez (1999), os resultados das infra-estruturas de portos, aeroportos e energia não apresentam efeitos significativos, principalmente, porque as infra-estruturas portuárias prestam serviços em uma área de atuação que extrapola os limites regionais. Enquanto isso, as infra-estruturas de energia são interligadas nacionalmente, e isso significa que a eletricidade gerada por um estado pode ser utilizada por outro, conseqüentemente, os resultados podem ser tendenciosos porque os dados se cruzam ao longo das funções, não possibilita robustez.

Lessa (1996) ressalta que a área de infra-estrutura é um grande gerador 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.

Outro trabalho muito interessante foi conduzido por Azevedo et al. (1996), que realizaram uma análise para investigar as causas da falta de investimentos públicos em infra-estrutura na região sudeste, principalmente, no Paraná e Santa Catarina. Com base nesse estudo, percebeu-se ser possível a manutenção da qualidade dos serviços públicos de infra-estrutura e, conseqüentemente, o aumento da competitividade do Estado propiciando uma atração maior por investimentos. Essa pesquisa utilizou dados referentes às áreas de transportes, telecomunicação e energia. No setor de transporte, subdividiu a densidade da malha rodoviária em três categorias: municipal, estadual e federal. Com base nos dados fornecidos pela secretaria dos transportes, o pesquisador verificou a malha que necessitava pavimentação pela equação $(\text{Km de estradas pavimentadas} / \text{área do estado} \times 1.000)$.

Para o setor telefônico, os dados correlacionam as empresas (CRT, TELESC e TELEPAR) com a quantidade de terminais telefônicos utilizada por cada estado. O setor de energia utilizou o índice de densidade de potência instalada (obtido por meio da divisão da potência total de energia do estado pela sua população, multiplicado por 1.000) para cada companhia e estado separadamente.

Segundo Pêgo Filho et al. (1999), em países como o Brasil, em fase de desenvolvimento, a infra-estrutura é, atualmente, a área mais atrativa para o investimento privado nacional e estrangeiro. Esses autores realizaram uma pesquisa em que destacam como objeto de estudo os setores de energia (petróleo e energia elétrica), telecomunicações e transportes (rodoviário, ferroviário e portuário) e, conseqüentemente, excluíram as infra-estruturas de gás natural, hidrovias e aeroportos. A escolha dessas três áreas deve-se, principalmente, ao elevado peso do investimento estatal e seu longo prazo de maturação. Como resultado da pesquisa, os subsectores podem ser assim classificados, macroeconomicamente e por ordem de atratividade: telecomunicações, petróleo, energia

elétrica e transportes, os quais se baseiam no seu grau de atratividade, que varia, de acordo, com o potencial de lucro, risco e demanda.

De acordo com Cândido Jr. (2001), para o período de 1947 a 1995, os investimentos públicos, para serem eficientes, deveriam ser alocados em setores que gerassem externalidades positivas, por exemplo: a infra-estrutura e gastos em pesquisa e desenvolvimento. Com base nesse panorama brasileiro de estudos sobre infra-estrutura, o autor apresenta análises compondo o relacionando da infra-estrutura e taxa de crescimento econômico.

A partir disso, o autor nacional (BENITEZ, 1999, p. 302) aponta que “a infra-estrutura é uma das variáveis explicativas do desenvolvimento regional, porque esta tem a propriedade de estimulá-lo ou restringi-lo. Por consequência, a infra-estrutura também influi nas disparidades regionais”.

A Tabela 6 apresenta os principais trabalhos, identificados na literatura nacional, sobre infra-estrutura e produtividade, apontando as regiões onde foram aplicadas as funções que os embasaram, os métodos utilizados e os respectivos objetivos.

Autor	Objetivo	Aplicação	Função	Método	Resultados
Araújo Júnior e Ramos (2006)	Mensurar efeitos de um aumento dos investimentos públicos em infra-estrutura em variáveis como produto, investimento privado, renda familiar e indicadores de pobreza no Brasil.	Brasil (2002-2012)	Função Cobb-Douglas	Modelo de equilíbrio geral computável (MEGC)	0.58 – 1.81
Azevedo et al. (1996)	Analisar o nível de investimento público para infra-estrutura no Rio Grande do Sul	Região Sudeste (1970/ 1994)	Análise de co-integração	Painel de dados	Paraná apresentou os melhores resultados.
Benitez (1999)	Identificar uma forte relação entre infra-estrutura e o desenvolvimento do país.	Brasil (1985)	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	Rodovia - 0.331 Ferrovia - 0.256 Portos - 0.056 Aeroportos - 0.202 Transporte - 0.372 Comunicação - 0.65 Energia – 0.019
Fagundes (2000)	Investigar a distribuição dos investimentos em infra-estrutura econômica para a Bahia e os impactos no curto, médio e longo prazo para um período de 15 anos.	Bahia (2000-2003)	Análise de co-integração	Painel de dados	Ext. Sul (9,77%), Planalto (9,60%), São Franc. (9,25%), Nordeste (8,77%), Mata Atlânt(7,42%) Chapada (7,28%)
Ferreira (1996)	Identificar se a queda dos investimentos em infra-estrutura causa um impacto negativo no produto interno bruto.	Brasil (1970-1993)	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	0.34 – 1.12 0.71 -1.05

Tabela 6 – Sistematização da literatura nacional sobre infra-estrutura por métodos físicos

Autor	Objetivo	Aplicação	Função	Método	Resultados
Ferreira e Malliagros (1998)	Analisar o nível de investimentos públicos nos setores elétrico, de telecomunicações, rodoviário, ferroviário, portuário e aeroportuário.	Brasil (1950-1996)	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	Rod 0.581 Ferrov. 0.328 Portos 0.316 Transp. 0.463 Telecom.. 0.275 Energia 0.362
Florissi (1997)	Avaliar o investimento do capital público em infraestrutura sob o crescimento econômico.	Brasil (1973 - 1992)	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	Cap. Infra. 0.07 – 0.08 0.29
Arraes e Teles (1999)	Avaliar o investimento do capital público em infraestrutura sob o crescimento econômico sobre análise de 17 setores industriais.	Brasil	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	0.20 - 0.90
Lessa (1996)	Identificar se existe relacionamento entre infraestrutura e mão de obra nas várias etapas: construção e operacionalização.	Brasil	Função Cobb-Douglas	-	O setor de telecomunicações é o mais atrativo
Pêgo Filho et al. (1999)	Analisar a evolução e as perspectivas dos investimentos públicos, bem como identificar a estrutura do financiamento da infraestrutura econômica.	Brasil (1990-2002)	Pesquisa qualitativa		
Rigolon e Piccinini (1997)	Mensurar a elasticidade do PIB em relação a uma variação no estoque de capital em infra-estruturas (telecomunicação, energia e transportes).	Brasil	Função Cobb-Douglas	Análise de co-integração	0.34 - 1.12

Continuação da Tabela 6 – Sistematização da literatura nacional sobre infraestrutura por métodos físicos

2.4.2 Métodos monetários

A segunda corrente se refere à avaliação dos investimentos públicos por métodos baseados na engenharia econômica. Para auxiliar nesse problema, o Estado utiliza, como estratégia, a participação do setor privado para subsidiar os investimentos neste tipo de setor. Existem três possibilidades de se financiar a construção e a operação, quando envolvem associações entre a iniciativa privada e o Estado. De acordo com Brandão e Cury (2005), as três formas de financiamento citadas são as concessões privadas, as Parcerias Público-Privadas (PPPs) e o *Project Finance*.

As empresas privadas precisam utilizar métodos matemáticos mais sofisticados para avaliar investimentos públicos quando têm interesse em participar de algum processo de concessão, privatização ou até terceirização. Para isso, devem analisar se a infra-estrutura será capaz de proporcionar retorno. Diante disso, as empresas privadas e o setor público evoluíram com relação aos instrumentos utilizados para calcular os retornos dos investimentos, visando uma melhor orientação nas tomadas de decisões, quando estas se referem a destinar melhor o recurso financeiro. Esses instrumentos são ferramentas orçamentárias adotadas por uma gestão voltada para resultados.

A engenharia econômica apresenta métodos para avaliar os investimentos em infra-estrutura que podem ser subdivididos em tradicionais ou sofisticados (KIM, 1998; YE; TIONG, 2000; GARVIN; CHEAH, 2004; WIBOWO; KOCHENDÖRFER, 2005; BRADÃO; CURY, 2005).

► Modelos tradicionais

As avaliações dos investimentos, por modelos tradicionais, têm como característica estimar o ambiente de maneira estática e não considerar os fatores intangíveis, como futura

vantagem competitiva, futuras oportunidades e flexibilidade gerencial (SANTOS; PAMPLONA, 2005). Dessa maneira, os modelos tradicionais podem ser subdivididos em: (a) Fluxo de caixa descontado (ou *Discounted Cash Flows* - DCF); (b) Valor Presente Líquido (ou *Net Present Value* - NPV); (b.1) Custo Médio Ponderado de Capital (ou *Weighted Average Cost of Capital* - WACC); (b.2) Modelo de Formação de Preços de Ativos de Capital (ou *Capital Asset Pricing Model* - CAPM); (b.3) Teoria de Precificação por Arbitragem (*Arbitrage Pricing Theory* - APT); (b.4) Valor Presente Líquido com o risco (ou *Net Present Value at risk* - NPV-at-risk); (c) Valor Presente Ajustado (ou *Adjusted Present Value* - APV); (d) *Payback* do período; (e) taxa interna de retorno (*Internal Rate of Return* - IRR).

(a) Fluxo de caixa descontado (ou Discounted Cash Flows – DCF)

O fluxo de caixa descontado, segundo Gitman (1997), tem como objetivo determinar o fluxo dos valores no tempo por meio de uma linha horizontal, sendo um dos métodos mais aplicados na literatura, para calcular retorno do investimento em infraestrutura.

Santos e Pamplona (2005) afirmam que o fluxo de caixa descontado não tem sido capaz de analisar o valor da flexibilidade administrativa presente em muitos projetos, o que torna esse método muito deficiente. De certa forma, o grande debate dessa análise é identificar qual a melhor taxa que descreve esse tipo de avaliação. Dessa maneira, outros instrumentos surgem para propiciar análises mais aprofundadas, diminuindo o risco do investimento.

(b) Valor Presente Líquido (ou Net Present Value – NPV)

O valor presente líquido (VPL) consiste em um procedimento matemático que tem

como objetivo identificar o valor corrente, em unidades monetárias, de um montante futuro ou, ainda, o montante de dinheiro que deve ser investido hoje, a uma dada taxa de juros e por um período específico, para se obter o valor esperado no final do período (GITMAN, 1997).

Diante desse contexto, pode-se identificar que o VPL apresenta algumas restrições (ou limitações) referentes aos resultados dos cálculos. Garvin e Cheah (2004) apontam que os métodos tradicionais não são os mais adequados para avaliar essas análises.

Nesse sentido, segundo Wibowo e Kochendörfer (2005), existem algumas possibilidades de ajustar a taxa de risco quando se utilizar o método do Valor Presente Líquido (VPL): (a) WACC; (b) CAPM; e (c) APT. O foco da determinação dessa taxa de risco é reduzir a taxa de incertezas dos investimentos públicos.

(b.1) Custo Médio Ponderado de Capital (ou Weightes Average Cost of Capital – WACC)

O tradicional método para identificar qual a taxa de desconto é o Custo Médio Ponderado de Capital Custo Médio Ponderado de Capital - WACC. Segundo Gramlich (1994), a taxa de retorno para avaliar investimento em infra-estrutura deve ser bem avaliada porque existe uma subdivisão na categoria do investimento: manutenção ou nova construção. A Expressão 2 ilustra esse cálculo matemático.

$$WACC = (1 - T_c) (D - V \times r_D) + (E - V \times R_E) \quad [2]$$

Em que:

D = dívidas ou capital de terceiros;

r_D = custo do capital de terceiros;

E = retorno esperado do capital próprio da empresa;

R_E = custo do capital próprio;

V = valor da empresa ($D+E$);

T_c = alíquota do imposto de renda (IR).

(b.2) Modelo de Formação de Preços de Ativos de Capital (ou Capital Asset Pricing Model – CAPM)

O Modelo de Formação de Preços de Ativos de Capital tem como objetivo identificar o retorno para todos os ativos por meio de riscos não diversificável. Esse risco releva quais fatores podem afetar o desempenho financeiro de todas as empresas analisadas.

Outra questão a ser considerada é quando se precisa determinar a taxa de risco do investimento. Para isso, é utilizado o modelo do CAPM (SHARPE, 1964), porém o valor encontrado referente aos dados do investimento a ser analisado será relacionado com o nível de alavancagem de mercado. Logo, torna-se essencial encontrar o custo do capital sem o índice beta não-alavancado (HAMADA, 1972).

Para Gitman (1997, p. 217), o coeficiente beta “é uma medida de risco não diversificável, sendo, assim, um índice do grau de movimento do retorno de um ativo em resposta a uma mudança no retorno do mercado”. A Expressão 3 ilustra a fórmula matemática.

$$E (ri) = r_f + \beta i [E (r_M) - r_f] \quad [3]$$

Em que:

$E (ri)$ = retorno esperado justo ao risco sistemático incorrido pelo investimento;

r_f = taxa de juros livre de risco;

β_i = o beta do investimento relativo ao k-ésimo índice representativo da carteira de mercado;

$E(r_M)$ = valor esperado do retorno do índice representativo da carteira de mercado.

(b.3) Teoria de Precificação por Arbitragem (Arbitrage Pricing Theory - APT)

A expressão fundamental da Teoria de Precificação por Arbitragem (APT) fornece o retorno aceitável para assumir o risco e realizar o investimento (BODIE et al., 2000), segundo a Expressão 4.

$$E(r_i) = r_f + \beta_{i1} [E(r_1) - r_f] + \beta_{i2} [E(r_2) - r_f] + \dots + \beta_{ik} [E(r_k) - r_f] \quad [4]$$

Em que:

$E(r_i)$ = retorno esperado justo ao risco sistemático incorrido pelo investimento;

r_f = taxa de retorno livre de risco;

β_{ik} = beta do investimento relativo ao k-ésimo índice representativo do mercado;

$E(r_k)$ = valor esperado do retorno do k-ésimo índice representativo do mercado.

Esses dois últimos procedimentos do VPL, quando correlacionados ao APT e CAPM, podem encontrar resultados mais detalhados baseados no fluxo de caixa. Porém, o modelo APT, diferentemente do CAPM, não se baseia na irrestrita carteira de mercado, considerando-se a existência plausível de diversas fontes causadora de risco sistemático, refletidas nas movimentações de múltiplos índices representativos do mercado tais como flutuações do preço internacional de petróleo, da taxa de juros, da taxa de câmbio, do produto interno bruto, da taxa de inflação, dentre outros (MEIRELLES, 2004).

(c) Valor Presente Ajustado (ou Adjusted Present Value – APV)

O Valor Presente Ajustado (ou *Adjusted Present Value* – APV) tem como objetivo apresentar um fluxo de caixa descontado, proveniente das operações normais (MYERS, 1976). Esse método, todavia, foi ampliado para que o fluxo de caixa fosse subdividido em outros caixas, além dos originais (LUEHRMAN, 1997).

Além disso, Luehrman (1997) remete que a idéia fundamental que está por trás da composição do valor encontrado no APV é que esse método avalia separadamente cada investimento, e depois adiciona o respectivo retorno para obter um resultado mais confiável em relação ao tempo.

(d) Payback

Segundo Gitman (1997), o *payback* é o tempo exato necessário para a empresa recuperar o investimento inicial em um projeto, a partir de entradas de fluxos de caixa.

Para Rebelatto (2004), quando se procura saber o período para recuperação do capital investido em um projeto de investimento, deve-se calcular o seu *payback*. Para selecionar o projeto mais atrativo, o tempo é uma variável muito importante, pois, em geral, se busca recuperar o investimento o quanto antes.

(e) Taxa interna de retorno (Internal Rate of Return – IRR)

A taxa interna de retorno é definida como a taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial de um projeto (MEIRELLES, 2004). Mais precisamente, segundo Gitman (1997), é a taxa de desconto que, considerando os fluxos de entradas e os investimentos associados a um projeto, torna o seu VPL = R\$ 0.

Para sistematizar esses métodos, os autores (YE; TIONG, 2000) classificam os

métodos em três categorias: métodos baseados no retorno, métodos baseados no risco e métodos baseados no retorno e risco, conforme ilustra a Figura 14.

Figura 14 – Métodos e regras de decisão para decisão de investimento em capital

Fonte: Ye e Tiong (2000, p. 228).

► *Modelos sofisticados*

Diante da complexidade de avaliar os investimentos em infra-estrutura para o setor privado, os modelos mais sofisticados mostram-se mais apropriados para mensurar esta realidade e, assim, proporcionar maior consistência na avaliação. Dessa maneira, a teoria das opções reais é o melhor método que trata esse ambiente complexo (TRIGEORGIS, 1996). Os métodos sofisticados subdividem-se em duas categorias: modelos contínuos e discretos. Os modelos discretos podem ser desmembrados em: (a) árvores de decisão; (b) árvores de decisão por retorno esperado; e (c) teoria da utilidade.

Meirelles (2004) 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 esperados. Logo, a seleção de cada modelo depende de em qual contexto será aplicado, pois uma das características dos métodos sofisticados é identificar qual a melhor taxa de risco para avaliar os investimentos.

Para os métodos mais sofisticados, segundo Garvin e Cheah (2004), o modelo de opção real é um dos mais utilizados para analisar a complexidade. Esse método pode ser subdividido em duas categorias: os modelos contínuos e os modelos discretos no tempo.

a) Os modelos contínuos no tempo

Os modelos contínuos podem ser representados com uma ou mais variáveis. Para os projetos de infra-estrutura, as análises devem ser calculadas para determinar a melhor maneira de aproximar o montante dos investimentos referente à infra-estrutura. Nesse caso, o mais importante é decompor os principais componentes (ou variáveis) que reportam o valor presente do fluxo de caixa.

Segundo Garvin e Cheah (2004), as mudanças de valor podem utilizar uma

modelagem generalizada do *Weiner Process*. Esses autores citam outros procedimentos que podem ser utilizados nos modelos contínuos: (a) as noções geométricas Brownianas; (b) processos Poisson; (c) equações de partes diferenciais; e (d) a simulação Monte Carlo.

b) Os modelos discretos no tempo

Os modelos discretos do tempo incluem o modelo binomial e o modelo trinomial (GARVIN; CHEAH, 2004). A evolução destes modelos é desenvolvida aproximando, no limite, os modelos contínuos no tempo.

Os modelos de opções reais representam, essencialmente, versões para análises contemplando árvore de decisões referenciando (a) os retornos da infra-estrutura; (b) as características de riscos; e (c) as taxas descontadas por não serem constantes. A partir dessa estrutura de análise, as informações se tornam mais assimétricas porque têm um arcabouço maior dos princípios para exercer a tomada de decisão (TRIGEORGIS, 1993, 1995, 1996).

Os modelos da árvore de decisão apresentam estrutura mais flexível, por meio da qual se podem explicitar alguns caminhos por uma maneira mais intuitiva. Segundo Meirelles (2004), a árvore de decisão é uma maneira gráfica de visualizar as conseqüências de decisões atuais e futuras, bem como os eventos aleatórios relacionados. Além disso, esse autor analisa que tal abordagem permite a concepção e o controle de um bom número de problemas de investimentos sujeitos a incertezas.

Em síntese, com base nessa literatura, os métodos monetários podem ser sistematizados com os objetivos correspondentes para cada aplicação, conforme a Tabela 7.

Método	Subnível	Objetivo
Tradicionais	Fluxo de caixa descontado	Determinar o valor presente líquido
	WACC	Identificar qual a taxa de desconto para reduzir os riscos
	CAPM	Identificar qual a taxa de desconto relacionando com o nível de alavancagem de mercado
	APT	Identificar qual retorno que compensará realizar o investimento para tal risco perante vários índices representativos do mercado
	NPV-at-risk	Identificar o valor presente associado aos riscos dos investimentos.
	Valor Presente Ajustado	Avalia separadamente cada investimento referente a cada fluxo de caixa descontado
	Payback	Avaliar o período do retorno do investimento
Sofisticados	Taxa interna de retorno	Determinar a taxa de desconto que iguala o valor presente dos fluxos de caixa futuros ao investimento inicial de um projeto
	Modelo binomial	Identificar a probabilidade de ocorrer riscos nos investimentos por meio de duas variáveis aleatórias.
	Modelo trinomial	Identificar a probabilidade de ocorrer riscos dos investimentos quando se associam a mais de duas variáveis aleatórias.
	Opções reais	Realizar as opções de investimentos de acordo com a realidade
	Simulação Monte Carlo	Identificar variações dos fluxos de caixa futuros e selecionar as variáveis de para calcular o investimento.
	Árvores de decisão	Identificar diferentes caminhos para auxiliar na tomada de decisão.
	Discretos	Árvores de decisão por retorno esperado
	Teoria da utilidade	Determinar a utilidade dos investimentos para proporcionar o bem-estar social.

Tabela 7 – Os principais métodos de avaliação econômica

2.4.2.1 Aplicações dos métodos monetários para avaliações do capital público - literatura internacional

A literatura americana contempla um trabalho muito interessante que analisa a taxa

de retorno do investimento público ao longo do tempo. Para isso, por meio do ciclo de vida, os autores (CHANG; SHINOZUKA, 1996) verificaram que o retorno do investimento da infra-estrutura de transporte apresentou elasticidades positivas mesmo antes de a construção ser concluída.

Recentemente, Moreno e López-Baso (2007) concluíram que os retornos dos investimentos dependem de qual tipo de infra-estrutura é considerada e, ainda, da localização, pois a taxa de retorno pode variar tanto quanto os efeitos das infra-estruturas sobre o impacto final na produtividade das empresas. Diante disso, os autores realizaram uma pesquisa que estratificou todas as cidades da Espanha, para o período de 1965 – 1997, com a proposta principal de analisar as dimensões espaciais que influenciavam nos retornos dos investimentos.

De fato, os resultados confirmaram a hipótese de que, ao longo do tempo, os retornos dos investimentos podem variar. Ademais, ratificaram que para diferentes cidades ocorrem variação de retornos dos investimentos de 1.7 – 15.2 para as infra-estruturas de transporte, e variação de 2.3 – 54.6 para o retorno local das cidades. Vale destacar que nem sempre esses retornos são diretamente proporcionais, por exemplo, a cidade de Huesca apresentou 3.9 e 2.5 nos retornos de investimento para as infra-estruturas de transporte e local, respectivamente.

Além disso, Wibowo e Kochendörfer (2005) descrevem alguns trabalhos que utilizam métodos financeiros para avaliar investimento em infra-estrutura, conforme ilustrado na Tabela 8. O objetivo principal desses trabalhos é apresentar (ou ajustar) um equilíbrio ótimo entre os investimentos públicos e privados, a fim de obter um maior retorno sobre os investimentos.

Autores	Setor	Áreas chaves	Comentários
Chee e Yeo (1995)	Energia	Os autores utilizaram a simulação Monte Carlo para analisar o risco dos projetos de investimentos (BOT). As variáveis de risco incluem a geração de energia, o dispêndio de capital, o custo das tarifas e etc.	Os autores avaliam o risco oriundo de ambas as perspectivas: equidade e projetos. Mas, esse procedimento utilizado não fica claro quando aplicado à taxa de desconto.
Seneviratne e Ranasinghe (1997)	Rodovias	Os autores conduziram a pesquisa utilizando a simulação Monte Carlo para avaliar alternativas de financiamento para infra-estrutura de transportes. Variáveis de riscos incluem o volume inicial do tráfego na operação, o crescimento do tráfego, o custo do projeto, ferramentas de crescimento e os custos variáveis.	Os autores avaliaram o risco oriundo da perspectiva de equidade. Dentro dessa análise de risco, os autores focaram no desvio-padrão ou no valor esperado do projeto por taxa de retorno esperado. Assume-se que o débito do serviço é realizado para uma instalação igual.
Javid e Seneviratne (2000)	Aeroportos	Os autores identificaram três riscos associados ao risco total do investimento para o desenvolvimento de um estacionamento, nomeando o risco do projeto, competitividade e o mercado. Os autores propuseram o uso da técnica de simulação Monte Carlo. Variáveis de riscos consideradas são demanda, duração do estacionamento, estacionamento de bagagem, indexação dos preços de consumo, taxa de investimento e o total de investimento.	Os autores avaliam análise de risco oriunda de uma perspectiva de equidade. Eles aplicam a análise do valor presente líquido e definem o risco como a probabilidade de o valor presente do projeto ser menor que a taxa de retorno do investimento. Consideram que os gastos de instalação base são iguais anualmente, nos quais é incluso o total do gasto para o projeto.
Malini (1999)	Rodovias	O autor emprega a simulação Monte Carlo para avaliar risco dos projetos de pontes. A simulação exclui avaliações utilizando valor presente líquido, taxa de retorno e o <i>payback</i> do período. Variáveis de risco incluem custo de construção, custo de manutenção, volume de tráfego. O autor examina a adequação dos fluxos de caixa para diferentes cenários, denominando: baixo, médio e alto risco.	Análise de risco é desempenhada a partir de uma perspectiva de equidade. Isso não endereça o risco para o crédito. Assume-se que o débito de repagamento é para ser realizado sobre uma instalação anual base.
Kakimoto e Seneviratne (2000)	Portos	Os autores identificam três fatores determinantes de risco financeiro: risco de projeto, risco competitivo e risco de mercado. Conduzem a tradicional simulação Monte Carlo para análise de risco para investimento portuário, e avaliam o risco, de acordo com três tipos de cenários diferentes.	Os autores avaliaram o risco para uma perspectiva de equidade. Eles definem o risco como a probabilidade de a taxa interna de retorno ser menor que a do retorno do investimento.
Ye e Tiong (2000)	Geral	Os autores desenvolvem o NPV para métodos de risco que incorporam o custo médio dos pesos de capital e métodos duais de para retorno de risco. Este método é aplicado para tomadas de decisão de investimento para avaliar projetos com o grau de incerteza elevado.	O uso do WACC para fluxo de caixa descontado indica que avaliação de risco é desempenhada a partir de uma perspectiva de projeto. O valor presente líquido associado ao risco é um critério de avaliação financeira para tomadas de decisões baseadas em incertezas. Os métodos alternativos incluem: significado das variâncias, o baixo nível de confiança, significado da semi variância etc. Em alguns aspectos, o método dos autores Ye e Tiong (2000) aparece com o baixo nível de significância.

Tabela 8 – Aplicação dos métodos monetários na literatura internacional

Fonte: Adaptado de Wibowo e Kochendörfer (2005, p. 965).

2.4.2.2 Aplicações dos métodos monetários para avaliações do capital público – na literatura nacional

Para o caso brasileiro, a segunda vertente da literatura é um pouco restrita porque utiliza métodos para avaliar os investimentos públicos quando existe uma integração entre o setor público e o privado.

Possas et al. (1997) apresentam um esquema conceitual e introdutório para analisar as regulamentações dos investimentos em infra-estrutura no Brasil e, em seguida, Pires e Piccinini (1999) discutem os principais procedimentos para implementar novas agências reguladoras para as infra-estruturas brasileiras, pois o Estado apenas as disponibiliza para os setores de telecomunicação (Anatel – Agência Nacional de Telecomunicações), petróleo e gás (ANP – Agência Nacional de Petróleo) e energia elétrica. Assim, os autores afirmam que os setores de transporte e saneamento são precários quanto às suas respectivas regulamentações.

Em uma comparação internacional, Villela e Maciel (1999) descrevem a importância da regulação na infra-estrutura econômica e tecem comentários sobre esses contratos como amostra da pesquisa para os Estados Unidos da América (EUA), o Reino Unido e a América Latina (Chile, México e Argentina). Esses autores, em seguida, apontam que os EUA disponibilizam empresas regulamentadoras com autoridade para fixar o valor das tarifas e estipular a taxa interna de retorno que as empresas podem aplicar, evitando que elas tarifem muito acima do valor do investimento. Por outro lado, o Reino Unido e os países da América Latina adotaram a estratégia de utilizar o maior valor possível das tarifas para obter o melhor rendimento sobre os investimentos realizados em benefícios do setor privado.

A partir desse contexto, a bibliografia nacional ainda se mostra muito incipiente quanto à análise sobre estudos práticos, quando aplicados os métodos da engenharia econômica. Inicialmente, Moreira (1996) investiga se o setor de saneamento básico brasileiro tem potencialidade suficiente para captar recursos oriundos do setor privado, visando a melhoria da infra-estrutura brasileira. Essa pesquisa foi realizada utilizando o método da taxa interna de retornos.

Com o intuito de sistematizar a literatura nacional, foram selecionados textos que avaliam investimentos em infra-estrutura no Brasil, reunindo os diferentes métodos, amostras e abordagens dos autores, conforme Tabela 9.

Autores	Método de análise	Resultados
Moreira (1996)	Taxa interna de retorno	Análise atratividade para realizar concessões por investimento privado no saneamento básico no Brasil
Schmitz (2001)	Taxa interna de retorno Análises de Cenários	Encontrou valores monetários com diferentes tarifas para três cenários (inferior, normal superior) quando simulado com diferentes demandas.
Brandão e Cury (2005)	Teoria das opções reais	Avaliar a viabilidade financeira para realizar a concessão na rodovia federal BR-163 no Rio de Janeiro.

Tabela 9 – Sistematização da literatura nacional sobre infra-estrutura por métodos monetários

Nessa linha, o trabalho de Brandão e Cury (2005) teve como objetivo utilizar o método das opções reais para quantificar os efeitos de uma garantia mínima de tráfegos sobre a viabilidade da concessão para o caso da rodovia federal BR-163, no trecho Nova Mutum- MT- Santarém. Esse trabalho concluiu que a concessão em estudo poderia ser considerada como uma Parceria Pública-Privada (PPP) financeiramente viável. Além desse, um trabalho similar desenvolvido por Schmitz (2001) teve como objetivo calcular o retorno do investimento em infra-estruturas rodoviárias para realização de concessões na rodovia SC-401 em Santa Catarina que obteve viabilidade para operacionalizar.

Considerações parciais

O objetivo deste capítulo foi, principalmente, identificar a importância dos investimentos públicos em infra-estrutura. Analisou os diferentes impactos que elas podem ocasionar na economia. Como essência, foram sistematizados alguns trabalhos pertencentes à literatura nacional e internacional para diferentes tipos de infra-estrutura e, ainda, para distintos países.

A partir dessa sistematização, verificaram-se os possíveis métodos para avaliar os investimentos públicos em infra-estrutura, bem como as classificações de infra-estruturas. Em função dessas classificações, as infra-estruturas produtivas se destacam para fins deste trabalho. Com base na bibliografia pesquisada, as infra-estruturas produtivas podem influenciar, com efeitos mais significativos, o desenvolvimento econômico do país.

Para os métodos por unidades físicas, identificou-se que a literatura nacional apresenta trabalhos com simples procedimentos de cálculos, limitando-se apenas a utilizar análises de co-integração, quando comparada com a literatura internacional. Vale ressaltar que análises mais sofisticadas, no Brasil, aconteceram apenas quando o setor privado teve interesse, pela participação nos investimentos.

O grande questionamento é que, se o setor público disponibiliza poucos recursos para realizar investimentos, principalmente quando se refere à infra-estrutura, por que não aprofundar análises de investimentos, quando for alocar recursos?

A partir disso, o próximo capítulo busca apresentar, por meio de técnicas de análise de desempenho, os possíveis métodos que permitem auxiliar a tomada de decisão gerencial, tanto do setor público como do privado.

Capítulo 3 – Medidas de desempenho

Este capítulo foi estruturado para contemplar os seguintes aspectos: 1. conceitos sobre eficácia, produtividade, eficiência e efetividade; 2. indicadores, as suas características, os tipos e a importância; 3. indicadores sociais; 4. os principais modelos matemáticos para calcular a eficiência dos investimentos (ou estimar a fronteira de produção) e 5. a sistematização da literatura nacional e internacional sobre fronteiras de produção para analisar investimentos, sobretudo em infra-estruturas.

3.1 Visão de processos

A engenharia de produção avalia os sistemas produtivos a partir de uma visão de macroatividades, composta por variáveis que englobam uma gama de possíveis dimensões. No entanto, as macroatividades são formadas pelo somatório de microatividades, cuja avaliação pode ser relevante, visto que permite identificar quais variáveis são responsáveis pelo acréscimo na margem global, em termos de produtividade, do sistema (LOVELL et al., 1988).

Na esteira dessa avaliação, é importante identificar qual subsistema se torna mais produtivo, e deverá ser referência para outras unidades produtivas. Com isso, as unidades produtivas poderão valer-se de práticas de *benchmarking* para aproximar-se do desempenho das unidades mais eficientes (ZHU, 2003).

Com base nessa fundamentação, a engenharia de produção pode colaborar no processo de avaliação de eficiência da aplicação dos recursos públicos, a partir da ótica de

sistemas utilizada para as unidades produtivas e, por conseguinte, auxiliar no desenvolvimento de estratégias empresariais, para o setor público.

A destinação dos recursos financeiros pertencentes ao setor público, de acordo com a Lei n. 4.320/64, é definida no plano plurianual, delimitando orçamentos específicos para as várias atividades. A esfera governamental necessita conhecer as reais magnitudes da contribuição de cada atividade no processo de crescimento econômico e desenvolvimento do país. Esse tipo de avaliação contribuirá para nortear a alocação dos recursos, de maneira a produzir o melhor resultado para a sociedade.

A avaliação dos processos produtivos, principalmente quando associada aos investimentos públicos, pode se tornar uma atividade complexa. Por isso, a identificação e utilização de indicadores de desempenho tornam-se essenciais para as avaliações de políticas orientadas para o orçamento, ou seja, políticas orientadas para o resultado.

Dentro desse contexto da avaliação de desempenho, os conceitos sobre eficácia, efetividade, produtividade e eficiência devem ser bastante claros para que o leitor possa diferenciá-los, dentre os cálculos dos sistemas produtivos em avaliação.

3.2 Eficácia e Efetividade

A eficácia, segundo Prieto e Zofio (2001), pode ser analisada como o instrumento de aferir se a empresa conseguiu atingir a meta estabelecida. Além disso, a eficácia pode contribuir na identificação da quantidade necessária que uma unidade produtiva precisa para atingir a produção prevista.

Os indicadores de eficácia, segundo Jubran (2006), avaliam o cumprimento das metas estabelecidas. Enquanto isso, o trabalho desenvolvido por Marinho e Façanha (2001, p.7) remete a “*condições controladas e a resultados desejados de experimentos, critérios*

que, deve-se reconhecer, não se aplicam automaticamente às características e realidade dos programas sociais”.

A efetividade diz respeito à capacidade de se promoverem resultados pretendidos (COOPER et al., 1999; PRIETO; ZOFIO, 2001). Para Jubran (2006), os indicadores de efetividade avaliam os efeitos que podem ocasionar, em termos de resultados, como exemplo o bem-estar social a partir de uma política pública desenvolvida para uma sociedade específica.

3.3 Produtividade

A produtividade pode ser conceituada como a razão entre o que foi produzido e o que foi gasto para produzir (SOARES DE MELLO et al., 2005). Esses autores complementam que uma empresa é mais produtiva que outra porque tomou decisões que lhe permitem aproveitar melhor os recursos, como por exemplo: o uso de uma tecnologia mais avançada, a contratação de mão-de-obra mais qualificada, melhores técnicas gerenciais, dentre outras.

O estudo sobre os conceitos básicos da produtividade trata da relação entre *input* e *output* num mesmo sistema de macroatividades, e o objetivo principal é produzir mais *output* com a mesma quantidade de *input* ou produzir a mesma quantidade de *output* utilizando uma quantidade de *input* menor para um conjunto de empresas (VARIAN, 1992). Cabe ressaltar, ainda, que a capacidade de produção é uma das principais características para que se possa definir qual empresa é a mais produtiva no sistema em que está inserida.

Curiel (2005) afirma que, quando uma determinada quantidade de insumos produz maior quantidade de produtos, houve um aumento na produtividade. Numericamente, a

produtividade pode ser quantificada mediante a razão entre *output* e a quantidade produzida de *input*, conforme ilustra a Expressão 5:

$$\text{Produtividade} = \text{output} / \text{input} \quad [5]$$

Atualmente, as organizações apresentam outras características pertinentes para ambientes complexos, que são: várias dimensões e diversas variáveis. Nesse caso, a produtividade é obtida por meio da Expressão 6:

$$\text{Produtividade} = \sum \text{outputs} / \sum \text{inputs} \quad [6]$$

3.4 Eficiência

O conceito de eficiência, segundo Mariano et al. (2006), é definido como a divisão entre um indicador e o seu correspondente máximo, conforme ilustrado pela Expressão 7. O resultado do cálculo da eficiência é sempre um valor entre 0 e 1, podendo, assim, ser expresso em termos percentuais. Para uma unidade, podem-se calcular dois tipos de eficiência: (a) a eficiência absoluta e a (b) eficiência relativa. Na eficiência absoluta, a produtividade máxima ($P_{\max}$) é um valor teórico e idealizado. Na eficiência relativa, o $P_{\max}$ é representado como a produtividade da concorrente mais eficiente dessa unidade.

$$\text{Eficiência} = \text{Produtividade} / \text{Produtividade}_{\max} \quad [7]$$

Em que:

P: Produtividade atual da unidade

$P_{\max}$: Produtividade máxima que pode ser alcançada por essa unidade.

De acordo com Farrell (1957), uma região é considerada tecnicamente eficiente se obtiver o máximo alcançável de *output*, dada uma quantidade de *input* utilizado. As unidades produtivas eficientes podem balizar as ineficientes, quando utilizadas como referência para as demais, quanto a estabelecer metas (KOZYREFF FILHO; MILIONI, 2004).

Quando se calcula a eficiência mediante técnicas de fronteira, em representação gráfica, as unidades eficientes são as que estão localizadas na fronteira de eficiência, e as ineficientes estão localizadas abaixo.

A distinção entre os conceitos de produtividade e de eficiência é essencial. De acordo com Soares de Mello (2005), a Figura 15 é representada pelo eixo x com os Recursos; o eixo y, pela Produção; e a curva S é intitulada como Fronteira de Eficiência, que indica a máxima produção possível dado uma quantidade de recurso. Assim, a diferença entre os conceitos de produtividade e eficiência se torna mais clara. Por exemplo: as unidades B e C estão localizadas sobre a fronteira, o que significa serem eficientes; porém a unidade C é a mais produtiva, o que significa que a unidade mais produtiva é a unidade que detém um maior coeficiente angular.

Figura 15 – Curva de um processo de produção
Fonte: Soares de Mello (2005, p. 3).

Ainda dentro do conceito, Curiel (2005) classifica a eficiência em três tipos:

- Eficiência de Escala: quando uma *Decision Making Unit* (DMU) está produzindo em uma escala de tamanho ótima, que é a que permite maximizar o lucro.
- Eficiência Alocativa: quando a empresa combina os insumos na proporção em que minimiza os custos de produção.
- Eficiência Técnica: quando a empresa obtém o máximo do produto possível com a menor combinação dos insumos empregados.

Em síntese, a Tabela 10 estratifica os principais conceitos sobre avaliação de desempenho à luz dos estudos para os sistemas produtivos.

Medidas de desempenho	Características	Expressões
Eficácia	Atingir a meta estabelecida.	$\text{Eficácia} = \frac{\text{Unidades metas obtidas} \times \text{tempo planejado para alcançar a meta}}{\text{Metas programadas} \times \text{tempo real para chegar ao resultado obtido}}$
Produtividade	Produzir mais gastando uma menor quantidade de recursos.	$\text{Prod} = \frac{\text{Quantid. Produzida}}{\text{Tempo gasto}}$
Eficiência	Apresentar a melhor utilização dos recursos possibilitando obter valores relativos entre um grupo de empresas (países, estados, regiões).	$\text{Eficiência} = \frac{\text{Produtividade}}{\text{Produtividade}_{\text{max}}}$
Efetividade	É alcançar os resultados almejados	$\text{Efetividade} = \frac{\text{Resultados}}{\text{Objetivos}}$

Tabela 10 – Sistematização das medidas de desempenho para sistemas produtivos

Com base nesse tipo de avaliação, 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, pois caso essas não estejam altamente correlacionadas, os resultados

das possíveis avaliações podem estar tendenciosos. Esse procedimento, é realizado na fase inicial, mediante indicadores, que serão detalhados no próximo tópico.

3.5 Indicadores

Na economia moderna, indicadores passaram a ser muito utilizados como uma das principais ferramentas para traduzir os fenômenos econômicos (PLOCEK, 1991) em medidas mensuráveis (HORN, 1993), com o intuito de redirecionar políticas de desenvolvimento (MACRAE, 1985).

Tendo em vista essa contribuição para o ambiente econômico, a composição dos indicadores torna-se mais importante quando eles destacam quais variáveis influenciam um dado modelo econômico (PLOCEK, 1991). Essas variáveis apresentam efeitos sensíveis nas tomadas de decisões, bem como apresentam um teor de informações mais complexo, quando agrupam vários indicadores para extrair apenas uma observação específica da realidade. Segundo Teixeira et al. (1994, p. 85),

Um sistema de indicadores, adequadamente definido, funciona como um instrumento de racionalização e modernização da gestão. Ele delimita o campo observável da ação a ser desenvolvida, facilitando a identificação dos objetivos e metas a serem desenvolvidas, facilitando a identificação dos objetivos e metas a serem perseguidos por uma organização ou área governamental; propicia a concentração de esforços, na medida em que define objetivamente os resultados esperados e, conseqüentemente, os meios para alcançá-los. (...) cria condições para que a população, de um modo geral, e o usuário, em particular, possam conhecer o desempenho do setor.

Os indicadores têm a função de subsidiar as atividades de planejamento público e a formulação de políticas sociais para cada esfera do governo (MACRAE, 1985). Logo, cabe a cada esfera realizar pesquisas para maiores aprofundamentos dos principais fatores que sejam determinantes dos fenômenos sociais.

Nesse sentido, Horn (1990) aponta que os indicadores podem identificar aspectos como:

- Estatística representada em uma série no tempo ou um ponto no tempo (sincronismo);
- Comparação entre componentes estruturais; ou
- Comparação entre diferentes entidades (regiões, empresas).

Para compreender os fenômenos sociais, a literatura contempla dois tipos de indicadores desmembrando-os em: micro ou macro (CARLEY, 1985). Os indicadores macro têm o objetivo de representar a realidade social de uma maneira global. No entanto, os indicadores micro apresentam uma característica peculiar, contendo um rigor maior, visando contribuir para identificar quais problemas existem em cada atividade desempenhada. Na busca da otimização dos efeitos, é necessária uma ênfase maior no detalhamento das microatividades pertinentes a cada fenômeno.

Segundo Jannuzzi e Pasqualli (1999), os indicadores são utilizados para os seguintes aspectos:

- Subsidiar a elaboração de planos diretores de desenvolvimento urbano e os planos plurianuais de investimentos;
- Avaliar os impactos ambientais decorrentes da implantação de grandes projetos;
- Justificar o repasse de verbas federais para a implementação de programas sociais;
- Atender à necessidade de disponibilizar equipamentos ou serviços sociais para públicos específicos, por exigência legal ou por pressão política da sociedade local.

Nesse sentido, a primeira fase é definir para qual nicho social essa informação é

importante (CAULLIRAUX; YUKI, 2004). No escopo da administração municipal, segundo Soares Junior e Quintella (2002), os indicadores visam suprir informações para vários patamares, desde governos estadual e federal, até associações de classe e organismos financiadores, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 – Os *Stakeholders* da administração Municipal
Fonte: Caulliraux e Yuki (2004).

Por exemplo, os indicadores apresentam uma grande relevância quanto à identificação de distorções na política fiscal, por meio dos balanços orçamentários (CARDOSO, 1999; BEHN, 2003).

É necessário, portanto, desenvolver indicadores específicos para avaliar o desempenho de cada setor focado (TROSÁ, 2001). O critério de prioridade é essencial para se obter um indicador específico, após a definição do público-alvo. Ensslin (2001) sinaliza que é necessário utilizar uma análise de multicritérios para identificar quais as restrições e juízos de valor acerca do que é mais importante considerar na decisão final.

Nessa análise de multicritérios, segundo Carley (1985), os modelos matemáticos

apresentam uma enorme vantagem no processo metodológico para sistematizar os indicadores. As vantagens de utilizar os modelos matemáticos são:

- Os modelos matemáticos são sistêmicos, isto é, permitem o estudo dos efeitos diretos e indiretos, de curto e longo prazo, entre uma e mais variáveis. O caráter sistemático possibilita também uma melhor integração entre indicadores econômicos e indicadores sociais.
- Metodologicamente, os modelos são flexíveis e de fácil manipulação. Assim, cada modelo pode ser adaptado às demandas dos usuários. Eles permitem a solução do problema de valores, ou do caráter normativo, na medida em que são construídos teoricamente leves, sem função de otimização. Nestes casos as variáveis políticas são exógenas, de modo que a discussão sobre distinta valoração torna-se explícita, mesmo que fora do modelo. Isso é muito importante, como já se disse, no caso dos indicadores sociais.
- Os modelos permitem o uso de computadores, com o que se logra o aumento da quantidade e da qualidade da informação disponível. O computador permite realizar cálculos mais rápidos e identificar os erros com maior facilidade.
- Finalmente, os modelos são especialmente úteis - mesmo que limitados - quando aplicados a problemas complexos, como os de planejamento econômico e social.

Com base nessas vantagens, o indicador precisa apresentar uma alta taxa de correlação e deve indicar qual informação traduzir, de forma mais precisa, para a realidade social que se deseja estudar (JANNUZZI, 2003). Assim, as ferramentas estatísticas e os modelos matemáticos podem calcular facilmente os resultados (JANNUZZI, 2005). Para

isso, é necessário detalhar os fenômenos sociais para refinar a realidade do ambiente por meio de indicadores sociais.

3.5.1 Indicadores Sociais

O movimento por indicadores sociais surgiu aproximadamente em meados de 1960. Esse movimento ascendeu quando a sociedade passou a se preocupar, de maneira embrionária ainda, com aplicações estreitamente correlacionadas à descrição de problemas sociais referentes ao planejamento urbano, ao desenvolvimento internacional e à qualidade de vida (JOHANSSON, 2002; ROYUEL et al., 2003).

A função geral dos indicadores sociais é realizar uma seqüência sistemática, oriunda de observações e avaliações de prognósticos, para planejar a política e monitorar o desempenho do planejamento (MILES, 1985; JANNUZZI, 2001). Sendo assim, um dos principais motivos do surgimento dos indicadores sociais foi satisfazer o desejo da sociedade de ter, disponível, melhores informações a respeito do seu meio, em complementação às informações econômicas.

O procedimento pode ser atribuído à publicação “*Social Indicators*” (BAUER, 1966). Nessa obra, o autor descreve a importância do indicador social e ensina como calculá-lo, ressaltando a importância de se utilizarem métodos e técnicas estatísticas, bem como outras maneiras de evidenciar avaliações sobre programas específicos e os seus respectivos impactos.

A proposta geral dos indicadores pode ser parafraseada de Bauer (1966, p.1) definida como:

Eles (os indicadores) permitem avaliar o nosso desempenho e identificar onde estamos e para onde iramos, considerando os valores e as metas determinadas. Eles olham para o estado presente da economia, à luz da experiência passada,

correlacionando com a situação de outros lugares e com os objetivos de previsão futura.

Os indicadores sociais tornaram-se os pilares (*canoyes*) dos estudos avançados pertinentes à ciência básica, pois esse debate tornou-se uma preocupação fundamental na política pública. De acordo com Carley (1985), os indicadores sociais apresentam uma característica peculiar, que é a possibilidade de ser utilizado para calcular os fenômenos sociais.

Segundo Trosa (2001), os movimentos sociais foram mais concentrados na sociedade americana e, aos poucos, foram disseminados para outros países. Atualmente, os indicadores se tornaram instrumentos descritivos centrais das políticas, e o seu uso é observado em todos os níveis da administração e controle (MPOG, 2004; VARELA; MARTINS, 2005).

Outra literatura muito importante é a que engloba a seleção de várias medidas sociais, por meio de relatórios parciais, integralizando medidas nacionais referente a 30 países. Esses relatórios sociais foram intitulados como *Social Trends*, no Reino Unido, e *Social Indicators*, nos EUA, e têm a função de informar a respeito das análises referentes à estrutura das nações. Logo, as aplicações desses estudos auxiliam o desenvolvimento de novos indicadores, que tornam acompanháveis as metas sociais, permitindo a avaliação dos programas destinados a proporcionar bem-estar social (TROSIA, 2001; ROYUEL et al., 2003).

Com base nessa contextualização de pressupostos e movimentos do papel dos investimentos públicos, Carley (1985) define indicador social como medidas, com característica observável, de um fenômeno social e que estabelecem o valor de uma característica diferente, mas não observável do fenômeno.

Os indicadores sociais podem apresentar dois conceitos distintos: um quando descrevem os efeitos envolvendo uma preocupação com os valores e a política pública, e o outro quando correlacionam os efeitos das mudanças sociais (BOOYSEN, 2002; BEHN, 2003).

Quando os indicadores sociais são utilizados para avaliar as mudanças sociais, é importante compreender o sistema das macroatividades e, assim, utilizar as variáveis mais representativas. De acordo com Carley (1985), as medidas das variáveis *outputs* oferecem informações sobre a natureza normativa, e sua função é descrever a situação, no que se refere às melhorias no processo sistêmico.

Para o caso brasileiro, os autores Marques e Bichirl (2001) analisaram a distribuição espacial dos investimentos públicos e o seu impacto sobre os habitantes da cidade de São Paulo, entre 1978 e 1998. Essa pesquisa utilizou os indicadores sociais como procedimento metodológico, pois investigavam se havia alguma correlação entre o período eleitoral e os investimentos. A segunda hipótese era se existia algum fator que determinasse os motivos pelos quais se alocariam tais investimentos para um bairro em detrimento de outro.

Com base nesses fatos, os pesquisadores mediarão um debate bastante importante para a sociedade, que proporcionava um *link* entre a política e as ciências sociais (MACRAE, 1985). Nessa linha, Jannuzzi (2005, p.141) descreve que “... *os indicadores apontam, indicam, aproximam, traduzem em termos operacionais as dimensões sociais de interesse, definidas a partir de escolhas teóricas ou políticas realizadas anteriormente*”. Por isso, a evolução da utilização de indicadores foi pronunciadamente aplicada em vários ambientes sociais, apresentando características peculiares na sua estrutura.

3.5.1.1 Características dos indicadores

O relacionamento entre indicadores sociais e o planejamento governamental é um tema de grande relevância que vem crescendo rapidamente em fóruns de discussão no Brasil (VARELA; MARTINS, 2005). Cada vez mais, a sociedade está se interessando pelo desempenho dos recursos públicos administrados pelos políticos (CARDOSO, 1999; BOOYSEN, 2002; JOHANSSON, 2002; BEHN, 2003).

Os indicadores desempenham um papel fundamental, que é trazer respostas para a sociedade sobre questionamentos relacionados à eficiência e eficácia, tais como: a eficiência no uso dos recursos, a eficácia para atingir as metas e a efetividade social da política pública (SILVA, 2002; MPOG, 2004; JANNUZZI, 2005). De fato, essa preocupação é oriunda da realização de um diagnóstico do ambiente político.

Essa nova fase, no contexto político governamental, é destacada devido aos principais temas propulsores: (a) a consolidação dos planos plurianuais; (b) o aprimoramento dos controles administrativos; (c) a mudança da ênfase da auditoria dos tribunais de contas; (d) a avaliação da conformidade legal para a avaliação do desempenho dos programas e, além disso, (e) a reforma gerencial que reforçou essa exigência na gestão pública (GARCIA, 2001; COSTA; CASTANHAR, 2003; FARIA, 2005).

Ao longo dos anos, a busca por informações mais detalhadas não fazia parte da agenda política, bem como a sociedade não apresentava interesse por coletá-las. Mas, atualmente, a informação passou a ser mais detalhada, e a sua composição possibilita a elaboração de diagnósticos para as tomadas de decisões governamentais (BOOYSEN, 2002; BEHN, 2003; JANNUZZI, 2003).

Segundo Jannuzzi (2005, p.155),

Os sindicatos e a sociedade civil passaram a ter maior poder de fiscalização do gasto público e a exigir o uso mais eficiente, eficaz e efetivo dele, demandando a reorganização das atividades de planejamento em bases mais técnicas.

Cabe ressaltar, ainda, que o detalhamento dessas informações foi proporcionado pelo avanço da tecnologia da informação, alavancado pelo auxílio da *internet*, na disseminação de bancos de dados. Em uma fase preliminar, os indicadores eram desenvolvidos em uma base *ad hoc*, pois não existia um arcabouço teórico suficiente para balizar as ações dos gestores em uma correta construção de indicadores. Para sistematizar, Jannuzzi (2003, 2005) aponta as principais fontes de coleta para obter indicadores sociais no Brasil e, ainda, correlaciona quais informações podem-se extrair a partir dessas fontes.

3.5.1.2 Classificações dos indicadores

Segundo Carley (1985), existem vários sistemas classificatórios para indicadores sociais. Esse autor categoriza os indicadores conforme a área temática, relacionada com a realidade social referida. Nesse sentido, os indicadores podem analisar os dados passados, bem como analisar os que permitem uma projeção para o futuro (*ex ante* e *ex post*).

A literatura apresenta outra classificação importante que subdivide os indicadores em duas categorias: os objetivos e os subjetivos (VEENHOVEN, 2002). Os indicadores objetivos são os que referenciam as ocorrências concretas ou construídas a partir de informações disponíveis oriundas de fontes públicas (BOOYSEN, 2002).

Os indicadores subjetivos são coletados por meio da opinião pública: se está ou não satisfeita com a qualidade do serviço prestado à comunidade local, bem como da avaliação da qualidade de vida e o nível de confiança nas instituições. Jannuzzi (2005) destaca que os indicadores objetivos e subjetivos podem apontar tendências diferentes.

Os indicadores subjetivos podem ser tendenciosos quando se avalia apenas o impacto de uma parte pontual da sociedade e, assim, os resultados poderão ser outros quando se amplia a amostra (VEENHOVEN, 2002).

Outra terminologia para representar esses indicadores é classificá-los como qualitativos e quantitativos (TRZESNIAK, 1998). Segundo Jubran (2006), os indicadores qualitativos têm a função de avaliar a subjetividade, e os quantitativos, de mensurar os dados pertinentes ao ambiente.

A classificação é modificada quando a atenção é dirigida para cada terminologia distinta, referente a um conjunto de indicadores. Sendo assim, os indicadores podem ser classificados em duas categorias distintas: os compostos e os simples. Os indicadores simples são os que apresentam na sua composição apenas uma dimensão. Caracterizam-se por serem mais analíticos, visto que são utilizados para observar medidas comumente empregadas para a análise de questões sociais específicas.

Já os indicadores compostos agrupam, em um único número, vários indicadores simples, estabelecendo sempre uma relação entre eles. Além disso, têm como objetivo caracterizar a realidade, composta por várias dimensões, por meio de uma única medida. Para analisar esse índice, é necessário que esses indicadores sejam transformados em uma escala comum para que possam ser somados ou que seja desenvolvida alguma formulação numérica, por exemplo, o peso. De acordo com Rodriguez (1999a), os indicadores sintéticos, como os grandes agregados do produto, da renda e do dispêndio, atendem aos propósitos de avaliação do desempenho da economia como um todo.

Existem outros tipos de classificações de indicadores que podem ser utilizados na análise de políticas públicas, como: (a) Indicador insumo; (b) Indicador fluxo; (c) Indicador produto; e (d) Indicador impacto (COHEN; FRANCO, 2000; JANNUZZI, 2001).

- Os indicadores de insumos correspondem à disponibilidade de recursos humanos, financeiros ou de equipamentos alocados para um processo ou programa que afeta uma das dimensões da realidade social;
- Indicador fluxo (ou processo) significa esforços operacionais de alocação de recursos humanos, físicos ou financeiros (indicadores insumos) para a obtenção de melhorias efetivas de bem-estar, com vistas a ser um indicador intermediário;
- Indicador produto é o resultado do sistema em avaliação;
- Indicador impacto refere-se aos efeitos dos desdobramentos mais gerais.

Portanto, os indicadores de resultados são oriundos dos indicadores de esforços e dos recursos alocados com a função de monitorar ou avaliar o dimensionamento da eficiência dos programas. A Figura 17 sintetiza o arcabouço teórico concernente ao uso de indicadores sociais na determinação e avaliação de políticas públicas.

Figura 17 – Fluxograma Teórico-Conceitual de Referência
Fonte: Jannuzzi (2001, p.10).

Em síntese, segundo Carley (1985), a pesquisa de indicadores sociais contribui para dois focos: (a) auxiliar na tomada de decisões e na formação de políticas; e (b) contribuir para um maior conhecimento social, bem como para sinalizar as perspectivas para as tomadas de decisões.

Algumas avaliações de eficiência do desempenho, para o setor público, são realizadas por meio de indicadores, o que exige relativa consistência, de maneira a garantir bons resultados. A Tabela 11 apresenta os principais tipos de indicadores, apresentados pela literatura.

Principais Indicadores
Indicador simples/ composto
Indicador descritivo/normativo
Indicador quantitativo/qualitativo
Indicador objetivo/subjetivo
Indicador insumo/fluxo/produto/impacto
Indicador esforço/resultados
Indicador performance/estoque
Indicador eficiência/eficácia/efetividade social
Indicador absoluto/relativo

Tabela 11 – Panorama dos principais indicadores da literatura

Fonte: Jannuzzi (2003)

De acordo com Jannuzzi (2002), os indicadores sociais vêm sendo aplicados em várias áreas sem um processo metodológico adequado, bem como sem um compromisso com a transparência, para o planejamento das políticas públicas. Para reverter isso, Jannuzzi (2005) aponta que é necessário realizar muitas pesquisas, atividades e esforços com técnicas sofisticadas para se ter uma real compressão dos fatos.

3.6 Técnicas para avaliar a eficiência do capital público

Nas últimas décadas, as empresas privadas e as empresas públicas buscaram maximizar as receitas e reduzir os custos dos processos produtivos. Com isso, a utilização

de indicadores para avaliar o desempenho das organizações se tornou algo essencial (CARDOSO, 1999; BEHN; 2003). Em algumas situações, o desempenho das organizações pode ser calculado mediante simples procedimentos matemáticos, pois sua complexidade variará conforme a estrutura do ambiente.

Um exemplo de cálculo de desempenho por procedimentos matemáticos é uma pesquisa realizada sobre a eficiência da infra-estrutura metroviária, para a cidade de São Paulo. André (1990) adotou procedimentos básicos para realizar essa pesquisa, tais como: (a) traçar o perfil do custo unitário para o bilhete do metrô e (b) analisar a produtividade do metrô desenvolvendo vários indicadores: passageiro/ $Q(10)^4$; passageiros x Km/ $Q(10)^5$; Km de linha/ $Q(10)^{-2}$; estações/ $Q(10)^{-3}$, carro x km/ $Q(10)^3$). Posteriormente, os resultados se tornaram instrumentos de planejamento estratégico para redefinição de metas, prioridades e cronogramas, subsidiando a tomada de decisões dos governantes.

Outra análise importante, para o mesmo trabalho, foi identificar a evolução do comportamento das receitas e gastos. Para isso, foi necessário traçar a composição de fontes de recursos (governo federal, governo estadual, prefeitura, empréstimos e financiamento, receitas e outros) e do preço das tarifas com o panorama evolutivo dos recursos de 1968 a 1988.

Dada essa importância, tanto para as organizações como para o governo, a literatura apresenta vários procedimentos para calcular a eficiência, alguns de maneira simples, outras de forma complexa. A análise de eficiência por métodos mais complexos pode ser exemplificada pelos desenhos de fronteiras de produção eficientes, a partir das quais serão analisadas as unidades ineficientes, via *benchmarking*.

Na economia, segundo Farrell (1957), existem duas abordagens tradicionais para a determinação da eficiência de uma unidade produtiva: a abordagem paramétrica e a

abordagem não-paramétrica (BUTTON; WEYMAN-JOHNES, 1992; AVELAR, 2004; LINS; MEZA, 2000; SOUZA, 2003; CURIEL, 2005). Os modelos paramétricos podem ser definidos como modelos descritos a partir da equação linear, dados seus coeficientes (GILLEN; LALL, 1997; SOARES MELLO et al., 2005).

Para conceituar, inicialmente, de acordo com Curiel (2005, p.54), é preciso determinar previamente a fronteira de referência. Para tanto, existem duas grandes aproximações ao cálculo empírico das fronteiras:

- Paramétrica: A abordagem paramétrica é aquela forma que estima os parâmetros mediante a utilização de programação matemática ou técnicas econométricas.
- Não-paramétrica: Na abordagem não-paramétrica, a fronteira não se constrói caso não se realizem hipóteses sob as propriedades da tecnologia que permitam definir o conjunto de processos produtivos factíveis, cuja fronteira envolva os dados observados.

Complementando, segundo Sengupta (1989), os modelos não paramétricos podem ser definidos como modelos que não apresentam coeficientes porque só apresentam dados após a resolução do problema e por ter uma natureza determinística. Além disso, são baseados na programação matemática e têm o objetivo de construir fronteira de produção. A vantagem do método não-paramétrico é a sua flexibilidade, já que se adapta a sistemas com múltiplos insumos e produtos e impõe menos restrições quanto à tecnologia de produção, evitando restrições desnecessárias sobre a função de produção, o que poderia afetar a análise e distorcer as estimativas da eficiência (GILLEN; LALL, 1997).

Os modelos não-paramétricos apresentam características, tais como: (a) podem analisar vários insumos e produtos; (b) o tamanho da amostra deve ser pequeno para obter melhor interpretações; e (c) a seleção da amostra deve estar altamente correlacionada para

obter informações mais precisas. A Figura 18 apresenta a primeira grande diferença entre os modelos paramétricos e os não-paramétricos, que é a linearização da função.

Figura 18 – Fronteiras paramétricas e não-paramétricas (Regressão e DEA)

Os modelos matemáticos paramétricos e não-paramétricos apresentam outras diferenças importantes: os modelos paramétricos não utilizam, para suas avaliações, dimensões restritas, não têm restrição quanto ao tamanho da amostra, os dados podem ter baixa ou alta correlação para serem interpretados e, dependendo dessa correlação, o resultado apontará uma interpretação mais concisa dos dados ou não.

3.6.1 Medidas quantitativas para avaliação de desempenho

As avaliações quantitativas podem ser realizadas por indicadores sintéticos (RODRIGUEZ, 1999a). A partir desse contexto, os indicadores se tornam variáveis essenciais para avaliar a eficiência dos investimentos em infra-estrutura.

Os principais métodos, do tipo quantitativo, para avaliar técnicas de eficiência são: Análise por Envoltória de Dados (DEA), a Fronteira Estocástica e o Índice Malmquist, conforme a Figura 19.

Figura 19 – Técnicas para estimar fronteiras de eficiência

Além do uso individualizado das técnicas, podem existir outras combinações entre elas, tais como: DEA e Índice Malmquist, DEA e Fronteira Estocástica, Fronteira Estocástica e Índice Malmquist, e a integração das três técnicas.

3.6.1.1 Fronteira Estocástica

O modelo de fronteira de produção estocástica foi proposto por (Aigner, Lovell e Schmidt, 1977) e (Meeusen e Vand den Broeck, 1977). O principal objetivo do modelo é estimar uma função para obter a máxima produção ao combinar eficientemente os fatores. Este modelo envolve uma função de produção específica para dados “*cross-section*” com um termo de erro com dois componentes, um para contabilizar os efeitos aleatórios e outro para contabilizar a ineficiência tecnológica.

Ao longo do tempo, esse modelo foi modificado por algumas revisões (SCHMIDT; LOVELL, 1979; SCHMIDT, 1986; BAUER, 1990; BATTESE; COELLI, 1992). O modelo proposto por Battese e Coelli (1995) analisa a ineficiência técnica na função produção de fronteira estocástica, onde os parâmetros da fronteira são estimados simultaneamente,

conforme ilustrado na Expressão 8.

$$\ln y_i^t = f(x_i^t; \beta) + v_i^t - u_i^t \quad [8]$$

Em que:

y_i^t = representa o produto do i -ésimo gênero industrial ($i= 1,2,3,...,N$) no t -ésimo período;

$f(x_i^t; \beta)$ = representa o termo de uma função de produção;

x_i^t = vetor de quantidades de fatores de produção relativamente à i -ésima unidade produtiva e medida no tempo t ;

β = vetor de parâmetros desconhecidos e que são estimados;

v_i^t = são erros aleatórios que por hipótese são i.i.d ;

u_i^t = são variáveis aleatórias não-negativas associadas à ineficiência técnica de produção;

t = tempo;

i = unidades produtivas.

Para especificar a fronteira de produção, deve-se ainda identificar o valor correspondente da ineficiência técnica de cada unidade produtiva por meio de variáveis explicativas por meio da Expressão 9:

$$u_{it} = Z_{it} \delta + W_{it} \quad [9]$$

Em que:

u_{it} = resultado da ineficiência técnica;

Z_{it} = variáveis associadas à ineficiência técnica, suscetíveis de variação no tempo;

δ = vetor para estimar os coeficientes;

W_{it} = variáveis aleatórias.

A partir das equações [7] e [8], é possível estimar os parâmetros da fronteira e os determinantes da ineficiência técnica, segundo o método de máxima verossimilhança. A fronteira estocástica analisa simultaneamente a contribuição de variáveis macroeconômicas na explicação do desempenho da eficiência técnica para o objeto de estudo.

Além disso, a fronteira estocástica permite decompor parcelas das ineficiências técnicas e dos desvios aleatórios de medida. Segundo Aigner et al.(1977), essa técnica tem vantagem por permitir que as ineficiências técnicas e as elasticidades dos insumos variem no tempo e, ainda, possibilitem a identificação de alterações na estrutura de produção. Uma aproximação comum tem sido utilizada para estimar a eficiência técnica mediante métodos da programação linear ou econométricos.

A Figura 20 contempla as principais fases necessárias para utilizar a fronteira estocástica.

Figura 20 – As principais fases do modelo matemático estocástico

Segundo Rodriguez et al. (2002), os modelos de fronteira estocástica permitem analisar a ineficiência técnica e identificar a elasticidade dos *inputs* ao variarem no tempo. Arcoverde et al. (2005) identificam que existem poucos trabalhos nessa área e ressaltam a

importância dos resultados do presente trabalho, que podem servir de guia para autoridades responsáveis adotarem decisões estratégicas no setor público.

Um breve relato da literatura sobre fronteiras estocásticas

As fronteiras estocásticas constroem fronteiras de unidades produtivas em que é possível identificar as melhores práticas para os dados da amostra. Rodriguez e Ayuso (2002) utilizaram a fronteira estocástica baseada no modelo de Battese e Coelli (1995) para explicar a eficiência dos investimentos em infra-estrutura para 17 regiões da Espanha. Essa aproximação foi desenvolvida utilizando o *software* do programa FRONTIER 4.1. O estudo teve como objetivo explicar a eficiência dos três tipos de infra-estruturas de capital: Comunicação, Energia e Transporte. Para tanto, as variáveis explicativas utilizadas para realizar este estudo foram: Y_{it} = *Output* regional privado i no tempo t , K_{it} = Estoque do capital privado, L_{it} = Emprego privado, I_{it} = Infra-estrutura produtiva, U_{it} = Resultado da ineficiência técnica específica da região, v_{it} = Erros aleatórios.

Os efeitos da ineficiência técnica são calculado por meio da Expressão [10],

$$u_{it} = \delta_0 + \delta_1 (\text{tempo}_{it}) + \delta_2 (\text{região}_{it}) + \delta_3 (\text{comunicação}_{it}) + \delta_4 (\text{energia}_{it}) + \delta_5 (\text{transportes}_{it}) + W_{it} \quad [10]$$

A ineficiência pode ser explicada pela influência das infra-estruturas como fator determinante das diferenças entre regiões. As variáveis explicativas associadas utilizadas para esse estudo foram: δ_0 = Constante, δ_1 = Efeito no tempo, δ_2 = Efeito regional, δ_3 = Infra-estrutura de comunicação, δ_4 = Infra-estrutura de energia, δ_5 = Infra-estrutura de transportes e W_{it} = Variáveis aleatórias.

Continuando o detalhamento deste estudo, a Tabela 12 apresenta os indicadores que foram utilizados para analisar a eficiência na infra-estrutura produtiva.

Infra-estrutura	Tipo de recurso	Definição das unidades de medidas
Transportes	Rodovias	Km rodovias de auto-estradas Km rodovias duplas
	Ferrovias	Km rodovias eletrificadas dupla Km rodovias eletrificadas simples
	Aeroportos	Áreas de pista dos aeroportos
	Portos	Portos > 4 m
Comunicação	Telefones	Número de linhas de telefones
Energia	Rede elétrica	Km 400 kv redes elétricas Km 220 kv redes elétricas Km 110-132 kv redes Km < 110kv redes
	Oleoduto	Km dutos para óleos
	Gasoduto	Km dutos para gás

Tabela 12 – Indicadores utilizados para avaliar os investimentos em infra-estrutura

Fonte: Rodriguez et al. (2002, p. 25).

Com base nesses procedimentos, as autoras exploram os níveis e a composição da infra-estrutura de capital para, em seguida, apresentarem resultados que indiquem as regiões com baixo nível de desenvolvimento e as respectivas causas disso.

No Brasil, não foi identificado, nos trabalhos pesquisados, a utilização dessa técnica para avaliar investimento em infra-estrutura. Geralmente, os trabalhos avaliam o desempenho das empresas que fornecem o serviço público, o que torna longa a trajetória para avaliação de eficiência dos investimentos públicos. Mesmo assim, é interessante detalhar esses trabalhos para verificar o método de análise e a demanda existente para outros projetos futuros.

No **setor energético**, o trabalho do Lima (2003) teve como objetivo avaliar o processo de regulação do setor elétrico. Outro trabalho foi publicado no Congresso Nacional de Economia pelos autores Arcoverde et al. (2005), que teve como objetivo calcular a eficiência das distribuidoras do **setor energia**, utilizando fronteiras estocásticas. Para ser desenvolvido, foi necessário utilizar algumas informações sobre o que afeta,

diretamente, a eficiência das empresas distribuidoras, tais como: o custo operacional, o número de funcionários, o volume de energia fornecida. Outros indicadores de característica qualitativa foram utilizados: (a) o percentual de perdas de energia; (b) a duração média de interrupção de fornecimento por consumidor por ano em horas; e (c) quantidade média de interrupções de fornecimento por consumidor no ano. Além desses, são considerados alguns indicadores socioeconômicos tais como: a renda mensal e a densidade demográfica da área de atuação referente a cada empresa. A amostra foi referente às funções de custo e de produção de 22 empresas distribuidoras de energia elétrica, para o período 1993-2001. Esse trabalho utilizou o método dos autores Aigner, Lovell e Schmidt (1977) e Meeusen e Van den Broeck (1977), que apresenta uma função específica para os dados utilizando o “*cross-section*”. Posteriormente, foram identificadas, mediante a função de custos, as empresas que atingiram a eficiência e os principais motivos, ao longo do período pesquisado. Além disso, verificou-se que a privatização revelou não ser uma importante variável neste contexto.

Outro estudo interessante, segundo Estache e Martin (2002), é a utilização de fronteiras estocásticas para avaliar a eficiência regional de **companhias de água**, na Ásia. Esse trabalho teve como objetivo comparar o índice de eficiência entre empresas privadas e públicas. Para finalizar, este estudo identificou que as companhias não têm eficiências significativamente diferentes.

Ainda nesse contexto, Ohi e Shiota (2005) utilizam a Fronteira Estocástica para avaliar a eficiência das empresas de **saneamento**, no período de 2002, do estado de São Paulo. Para implementar esse modelo, foi necessário determinar os parâmetros para serem avaliados, como: α , β_i (parâmetros dos produtos: quantidade de ligações ativas de água à

rede pública - qlaa; quantidade de ligações ativas de esgoto à rede pública - qlae; e, a extensão da rede de água e esgoto); γ_i (parâmetros dos preços de fatores utilizados: salário de pessoal próprio - dmpp; classes de preço de serviços de terceiros - dst); δ (coeficiente das variáveis *dummy*, variável controle do nível de abrangência das empresas: valor 1 quando a empresa for de abrangência regional e 0, caso contrário).

Esse trabalho aponta algumas causas para a ineficiência e os elevados custos operacionais do sistema de abastecimento de água, tais como: deficiências gerenciais na administração das empresas de saneamento, a inexistência de competição no setor e a falta de fiscalização do uso correto dos recursos orçamentários dessas empresas. Segundo os autores, esse estudo contribui para as empresas alcançarem melhor nível de eficiência, melhorar a qualidade do serviço e reduzir as tarifas de consumo. Para futuros trabalhos, sugere-se que se utilizem outras formas funcionais para calcular a eficiência do sistema de saneamento.

3.6.1.2 *Índice Malmquist*

O índice Malmquist foi criado por Caves et al. (1982), inspirado em Malmquist (1953), para avaliar a evolução da produtividade de cada unidade de produção relativamente ao conjunto de unidades em que se insere. Segundo Brunetta (2004), o índice de Malmquist é definido em termos da razão entre funções distância, conforme ilustra a Expressão 11.

$$\text{Índice de Malmquist} = \frac{\text{Eficiência técnica total}_{\text{período 2}}}{\text{Eficiência técnica total}_{\text{período 1}}} \quad [11]$$

Esse índice apresenta a razão do indicador de “eficiência técnica total” em dois

períodos diferentes de tempo, e o cálculo é apresentado pela adaptação do modelo desenvolvido por Fare et al. (1994) e Coelli et al.(1998). As distâncias do índice de Malmquist podem ser calculadas por dois métodos: (1) por técnicas de programação linear de Fare et al. (1985 e 1994); (2) por programação linear para métrica de Aiger e Chu (1968). Para fins deste trabalho, será enfocado o método por técnica de programação linear. Sendo assim, o método de aplicação é definido pelas Expressões [12] e [13].

$$M_0^t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad [12]$$

Em que:

M_0^t = índice de Malmquist no período t;

D_0^t = a função da distância no período t;

x = é a quantidade de insumo utilizado pela unidade;

y = é a quantidade de produto produzido pela unidade;

t = a unidade no tempo;

t + 1 = a unidade no tempo posterior.

$$M_0^{t+1} = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \quad [13]$$

Em que:

M_0^{t+1} = índice de Malmquist no próximo período;

D_0^{t+1} = a função da distância no próximo período;

x = é a quantidade de insumo utilizado pela unidade no período t ;

y = é a quantidade de produto produzido pela unidade no período t;

x^{t+1} = é a quantidade de insumo utilizado pela unidade no período t+1;

y^{t+1} = é a quantidade de produto produzido pela unidade no período t+1;

t = a unidade no tempo;

t + 1 = a unidade no tempo posterior.

Para evitar qualquer escolha arbitrária do período de referência, o índice de Malmquist é especificado como a média geométrica dos índices [12] e [13]. Segundo Sueyoshi e Aoki (2001), ele se caracteriza por ter a capacidade de medir a mudança, em termos de produtividade total dos fatores, entre diferentes períodos e decompor este índice em eficiência técnica e mudança de tecnologia, conforme ilustra a Expressão 14.

$$M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) = [((\frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}) (\frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}))]^{1/2} \quad [14]$$

Em que:

M_0 = índice de Malmquist;

D_0 = a função da distância;

M_0^{t+1} = Índice de Malmquist no próximo período;

D_0^{t+1} = a função da distância no próximo período;

x = é a quantidade de insumo utilizado pela unidade no período t ;

x^{t+1} = é a quantidade de insumo utilizado pela unidade no período $t+1$;

y = é a quantidade de produto produzido pela unidade no período t ;

y^{t+1} = é a quantidade de produto produzido pela unidade no período $t+1$;

t = a unidade no tempo;

$t + 1$ = a unidade no tempo posterior.

Essas variáveis fornecem subsídios para a análise de produtividade, pois permitem identificar se houve um aumento no progresso técnico, ou melhoria na eficiência técnica, ou de ambos os fatores. Logo, essas distâncias podem apresentar os resultados como menores, iguais ou maiores que 1. Numericamente, o cálculo da eficiência se apóia no conceito de distância: se a unidade tem sua distância diferente de zero, em relação à fronteira, significa ser não eficiente (COELLI et al.,1998). Além disso, esses resultados, segundo Brunetta (2004), apresentam uma evolução dos fatores de produtividade total.

De acordo com Coelli et al. (1998), o método descrito constitui um procedimento

mais fácil de operacionalizar para estimar, de maneira direta, as funções de distância para identificar se as mudanças no desenvolvimento de um ambiente foram relativas à mudança tecnológica ou à produtividade total dos fatores de produção.

Para o índice Malmquist, é importante analisar as possíveis aplicações nas diversas áreas da engenharia de produção, sobretudo, em questões de investimentos públicos quando correlacionados as infra-estruturas produtivas. Para isso, a Tabela 13 apresenta os autores, o ano da publicação e área de pesquisa. A Figura 21 ilustra alguma das possíveis aplicações dessa técnica.

Autor	Ano	Área de pesquisa
Sant'anna e Oliveira	2002	Saúde
Färe et al.	2001	Empresa de Manufaturas
Barla e Perelman	2005	Meio Ambiente
Berg e Fonsund	1992	Bancos
Bosetti et al.	2006	Turismo
Deutsch et al.	2001	Qualidade de vida
Fuentes et al.	2001	Serviços
Fulginiti e Perrin	1997	Agricultura
Grifell-Tatje e Lovell	1997	Planejamento estratégico
Marques e Silva	2006	Saneamento
Maudos et al.	2000	Economia
Murillo-Melchor	1999	Aeroportos
Oedeck	2006	Rodovias
Pastor e Lovell	2005	Energia
Worthington e Lee	2005	Educação
Borger e Kerstens	2000	Controle da produção

Tabela 13 – Sistematização das aplicações para a técnica índice Malmquist

Figura 21 – Campos de aplicação para técnica Índice Malmquist

A partir desses campos de aplicação, é possível descrever alguns casos sobre os procedimentos de cálculos da técnica índice Malmquist.

Um breve relato da literatura sobre Índice Malmquist

No Brasil, existem poucas pesquisas que utilizaram o Índice Malmquist no capital público. Marinho e Ataliba (2000) analisaram o crescimento da produtividade e o progresso tecnológico dos estados do Nordeste para o período de 1977 a 1995, utilizando séries de produtos e formação bruta de capital total, desenvolvidas a partir de dados da SUDENE e do IBGE. A partir dessas avaliações, esses autores identificaram que a eficiência técnica dos estados aumenta com os gastos dos governos estaduais.

Para exemplificar a aplicação dessa técnica para o setor agrícola, cita-se o trabalho realizado por Brunetta (2004), que teve como objetivo avaliar a eficiência técnica e a produtividade de um conjunto de 18 produtores de leite que integravam o Projeto Vitória desenvolvido pela EMATER - Empresa Paranaense de Assistência Técnica e Extensão

Rural - no norte e nordeste do estado do Paraná. O autor utilizou o índice Malmquist para analisar a influência da variação da eficiência técnica e da mudança de tecnologia na produtividade do setor, para o período de 1999-2002. A Tabela 14 apresenta as variáveis de *inputs* e *output* utilizadas na pesquisa.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Área da propriedade	Receitas (R\$/ano)
Quant. média de vacas em lactação por ano	
Número médio de animais do rebanho por ano	
Número médio de trabalhadores utilizados na atividade leiteira no ano	
Os gastos da propriedade em um ano (R\$)	

Tabela 14 – *Inputs* e *Outputs* utilizados para pesquisa do setor agrícola

Esse trabalho identificou que, a partir da amostra dos 18 produtores avaliados no período de 1999 a 2002, somente 4 produtores apresentaram queda de produtividade. Além disso, verificou-se que as alterações da produtividade deviam-se, principalmente, às mudanças de tecnologia, pois dos 18 produtores, 17 obtiveram melhores índices tecnológicos do que índices de eficiência técnica. Trata-se de avaliação de atividade privada e não pública figurando, aqui, apenas como exemplo.

3.6.1.3 *Análise por Envoltória de Dados (DEA)*

A Análise por Envoltória de Dados (DEA) é uma técnica baseada em programação linear, com o objetivo de medir o desempenho de unidades operacionais ou tomadoras de decisão (*Decision Marking Units* - DMUs), quando a presença de múltiplas entradas e múltiplas saídas torna difícil realizar uma comparação.

Essa técnica foi desenvolvida por Charnes et al. (1978) com base nos conceitos de eficiência de Debreu (1951) e Farrell (1957). Análise por Envoltória de Dados tem a característica de comparar as unidades para determinar a eficiência técnica para cada unidade avaliada. O objetivo da técnica DEA é construir um conjunto de referência convexo e, em seguida, as DMUs podem ser classificadas como unidades eficientes e ineficientes, tendo como referencial essa superfície formada. A Figura 22 ilustra esses conceitos da convexidade da curva.

Figura 22 - Fronteira de eficiência
Fonte: Soares de Mello et al. (2005, p.2531).

Essa técnica calcula o índice de eficiência referente ao seu próprio nicho de atuação, e, além disso, pode adotar um peso para atribuir o real valor perante o conjunto analisado. Segundo Cooper et al. (2000), a definição desse método parte da eficiência Pareto-Koopmans, em que uma organização é completamente eficiente se, e somente se, não é possível aumentar nenhum insumo ou produto sem diminuir algum outro insumo ou produto.

A eficiência é calculada para um grupo de unidades produtivas tomadoras de decisões, intituladas por DMU (*Decision Making Units*). Estas fazem parte da superfície envolvente ou da fronteira de eficiência dos dados observáveis. Ainda assim, segundo

Charnes e Cooper (1985), as unidades podem ser classificadas em eficientes ou ineficientes e, para representá-las, as eficientes são localizadas em cima da fronteira, e as ineficientes localizam-se abaixo. Vale a pena destacar que o conceito de eficiência para essa técnica é um pouco restrito, pois analisa a eficiência para um determinado setor, referente à amostra pesquisada.

A partir disso, Charnes et al. (1978) ampliaram os seus estudos utilizando múltiplos *inputs* e *outputs*, por meio de modelos não paramétricos denominados de Análise Envoltória de Dados ou *Data Envelopment Analysis* (DEA), com o modelo de retorno constante de escala denominado modelo CCR (homenagem aos autores) ou *Constant Returns to Scale* (CRS). Esse modelo permite uma avaliação objetiva da eficiência global e identifica as fontes e estimativas de montantes das ineficiências identificadas (CASA NOVA, 2002). O modelo CCR, considerado como um problema de programação linear, apresenta a seguinte formulação: a Expressão 15 traz a “função objetivo” que deve ser otimizada, Expressão 16 e Expressão 17 retratam as restrições do problema. Abaixo, encontra-se a representação de umas das modelagens existentes para o CCR, que é a primal, orientada ao *input*.

$$\text{MAX} = \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} \quad [15]$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1 \quad [16]$$

$$\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{ik} - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0 \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, z \quad [17]$$

Em que:

u_i = peso calculado para o produto i ;

v_j = peso calculado para o insumo j ;

x_{jk} = quantidade do insumo j para unidade k ;

y_{ik} = quantidade do produto i para unidade k ;

x_{j0} = quantidade do insumo j para unidade em análise;

y_{j0} = quantidade do produto i para unidade em análise;

z = número de unidades em avaliação;

m = número de tipos de produtos;

n = número de tipos de insumo;

$$u_i \text{ e } v_j \geq 0$$

De acordo com Banker et al (1984), eliminando-se a necessidade de rendimentos constantes de escala, origina-se uma nova modelagem para o DEA, assumindo um retorno variável de escala, denominado BCC ou VRS (*Variable Returns to Scale*). Esse modelo estabelece distinção entre ineficiências técnicas e de escala, estimando a eficiência técnica pura, a uma dada escala de operações, e identificando se estão presentes ganhos de escala crescente, decrescente ou constante, para futura exploração (CASA NOVA, 2002). A Expressão 18 apresenta a função objetivo do modelo BCC a ser otimizada, e as Expressões 19 e 20 apresentam as restrições referente à função objetivo. Essas equações descrevem o modelo BCC primal orientado aos *inputs*.

$$\text{MAX } P0 = \sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{i0} + u \quad [18]$$

Sujeito a:

$$\sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{j0} = 1 \quad [19]$$

$$\sum_{i=1}^m u_i \cdot y_{jk} + u - \sum_{j=1}^n v_j \cdot x_{jk} \leq 0 \quad \text{para } k = 1, 2, \dots, z \quad [20]$$

Em que:

u_i = peso calculado para o produto i ;

v_j = peso calculado para o insumo j ;

x_{jk} = quantidade do insumo j para unidade k ;

y_{ik} = quantidade do produto i para unidade k ;

x_{j0} = quantidade do insumo j para unidade em análise;

y_{i0} = quantidade do produto i para unidade em análise;

z = número de unidades em avaliação;

m = número de tipos de produtos;

n = número de tipos de insumo;

u = coeficiente de retorno a escala;

$u_i \text{ e } v_j \geq 0$

Adicionalmente, segundo Charnes et al. (1997), a Tabela 15 sistematiza os principais modelos matemáticos contemplados pela literatura sobre Análise por Envoltória de Dados.

Modelos	Retornos de escala	Superfície de envelopamento	Unidades envariantes	Não-arquimédico
Aditivo	variável	partes lineares	Não	Não
Multiplicativo envariante	variável (log-linear)	partes Cobb-Douglas	Sim	Não
Multiplicativo variante	constante (log-linear)	partes log-linear	Não	Não
BCC <i>input</i>	variável	partes lineares	Sim	Sim
BCC <i>output</i>	variável	partes lineares	Sim	Sim
CCR <i>input</i>	partes constantes	partes lineares	Sim	Sim
CCR <i>output</i>	partes constantes	partes lineares	Sim	Sim

Tabela 15 – Comparação dos principais modelos matemáticos referentes ao DEA

Fonte: Adaptado Charnes et al. (1997, p.45)

Assim, o modelo pode ser orientado de duas formas: para a minimização dos insumos ou para a maximização dos produtos. Por exemplo, no caso de a orientação ser para a minimização dos *inputs*, o modelo busca responder à seguinte questão: dado o nível de *outputs* que uma unidade produz, qual a redução que pode ocorrer nos *inputs* de modo a manter o corrente nível de *outputs*? Já os modelos orientados para a maximização dos *outputs* procuram responder à questão: dado o nível de *inputs* utilizado, qual o maior nível de *outputs* que se pode alcançar mantendo-se o nível dos *inputs*? (VILELA, 2004). A Figura 23 ilustra as orientações referidas.

Figura 23 – Modelo de Orientação ao insumo ou ao produto
Fonte: COELLI (1998).

De acordo com Paiva Jr (2000), o DEA apresentou várias aplicações nos últimos anos, pois se trata de uma técnica flexível e de fácil aplicação. Para contemplar essa diversificação, Emrouznejad e Thanassolis (1997) confeccionaram uma lista com 1500 aplicações do DEA. A Figura 24 apresenta as diversas aplicações na literatura nacional e internacional.

Figura 24 – Campos de aplicação do DEA

Fonte: Adaptado de Paiva Jr (2000, p.53).

Esse método apresenta algumas características importantes para mensurar a eficiência técnica. Segundo Charnes et al. (1996), as principais características são: (a) operar com múltiplos insumos e produtos; (b) não ser necessário estipular uma forma funcional; (c) gerar um único escore de desempenho relativo às outras unidades; (d) diferenciar as unidades eficientes das ineficientes; (e) definir os recursos e calcular o nível de ineficiência das unidades ineficientes; e (f) conseguir capturar deficiências específicas, que não podem ser detectadas por outras técnicas.

Para a aplicação da técnica DEA, requer-se uma sequência de etapas, segundo Golany e Roll (1989), que podem ser compreendidas nas fases: (a) seleção das DMUs que entram na análise; (b) seleção das variáveis (insumos e produtos) que são relevantes e apropriados para estabelecer a eficiência relativa das DMUs selecionadas; e (c) identificação e aplicação dos modelos.

Adicionalmente, de acordo com Thanassoulis (2001), na aplicação do DEA deve constar alguns procedimentos básicos: (a) as organizações devem ser homogêneas, sendo necessário analisar um conjunto que realiza as mesmas tarefas e possuem objetivos semelhantes; (b) as organizações devem atuar sob as mesmas condições de mercado; e (c) as variáveis de insumos e produtos devem apresentar variações apenas quanto à intensidade ou magnitude, porém precisam ter um forte grau de correlação para que possam conseguir resultados representativos.

Para selecionar as variáveis que serão utilizadas na análise, Senra (2005) aponta que é essencial utilizar os procedimentos metodológicos como: (a) Método Multicritério; (b) Método Multicritério Combinatório Inicial; (c) Método Multicritério Combinatório por Cenários. O autor elucida, ainda, outros métodos como: (a) Método Multicritério Total e (b) Método Multicritério Total Simplificado.

A partir desses métodos, é possível selecionar as variáveis de *input* e *output* referentes à amostra pesquisada. Os cálculos da média, do desvio-padrão, da regressão e da ANOVA se tornam essenciais e, por conseguinte, a fim de verificar se cada variável de *input* e *output* não apresenta distorção em relação aos resultados finais (DYSON et al., 2001). Caso possuam baixo grau de correlação, os resultados poderão apontar uma interpretação menos concisa, o que pode comprometer a validação da análise.

Além disso, Gomes et al (2004) avaliaram que se deve evitar o uso de um modelo com grande número de variáveis e sem relação de causalidade. Para tanto, Gonzalez Araya et al. (2002) indicam que a relação entre variáveis deve situar-se entre 4 a 5 vezes maior que a quantidade de DMUs, em especial quando, além do índice de eficiência, deseja-se analisar os *benchmarks* das unidades em avaliação. Cooper et al. (2000) identificam que o número de DMUs deve ser maior, no mínimo, três vezes o número da quantidade de

insumo (m) e produtos (s). A Expressão 21 ilustra a relação entre a quantidade de variáveis e o tamanho da amostra. Nessa formulação, n representa o número de DMUS; m refere-se ao número de insumos; e s, ao número de produtos.

$$n \geq \max \{m \times s; 3 (m + s)\} \quad [21]$$

Para Dyson et al. (2001), algumas limitações podem ser listadas: (a) à medida que cresce o número de variáveis, aumenta também a chance de mais unidades alcançarem o desempenho máximo; (b) numa técnica não paramétrica, torna-se difícil formular hipóteses estatísticas; e (c) o DEA apenas analisa o desempenho “relativo”, mas converge muito vagarosamente para o desempenho “absoluto” porque está baseado em dados observados e não no ótimo ou no desejável.

Além disso, para garantir resultados fidedignos, Dyson et al. (2001) elencam as principais armadilhas e, respectivamente, apontam algumas recomendações necessárias para serem utilizadas por todos os modelos matemáticos referentes ao DEA, conforme ilustra a Tabela 16.

Tema	Armadilhas	Recomendação
Homogeneidade	Unidades não homogêneas	É necessário que as comparações sejam em ambientes similares para não haver distorções. Quando a unidade pertence ao cluster que fica dentro de um conjunto homogêneo, assim é possível obter falhas na amostra.
	Ambiente não homogêneo	Quando incluir variáveis ambientais, pois essas são medidas difíceis de serem quantificadas, principalmente, quando forem conduzidas para as áreas estratégicas da empresa.
	Economia de Escala	É necessário ajustar a escala de produção, pois uma pequena empresa pode ter um excelente desempenho. Assim, a utilização do Modelo BCC é apenas recomendada quando for possível aparecer efeitos de escala.
Conjunto de <i>inputs e outputs</i>	O número de <i>inputs e outputs</i>	Devem selecionar uma quantidade de variáveis de pelo menos 2 ($m \times s$), onde $m \times s$ é o produto do número de <i>inputs</i> pelo número de <i>outputs</i> , ocorrendo um nível razoável de discriminação.
	Fatores correlacionados	Quando for eliminar alguma variável, é necessário que se eliminem variáveis que não estejam correlacionadas, porque, caso se omitam as fortemente correlacionadas, os resultados finais apresentarão diferenças. Além disso, as variáveis não podem ser múltiplas entre elas. Caso sejam, os resultados serão alterados significativamente.
	Índices confusos e medidas de volume	Quando utilizar índices, é mais apropriado utilizar os que representem a situação que é referida. Assim, haveria trocas de variáveis, mas que representassem a mesma situação.
Medidas de fatores	Percentagens e outros dados normalizados	A razão entre o denominador e numerador deve utilizar escala com medidas apropriadas, pois caso um indicador contemplar escalas de medidas diferentes pode ocasionar problemas. Caso contrário, é possível desmembrar o indicador em variáveis de <i>input e output</i> .
	Dados qualitativos	Transformar os dados qualitativos em valores quantitativos por meio de rateios e, ainda, a subjetividade pode variar entre DMU. Assim, é necessário projetar instrumentos que reduzam essa variabilidade ao máximo de efeitos.
	<i>Inputs e outputs</i> indesejáveis	É possível subtrair o fator indesejado de uma constante K, ou mover a variável de <i>output</i> para o <i>input</i>
	Fatores exógenos e restrições	Isto pode ser possível quando todos os fatores exógenos estão concentrados como <i>input</i> . Assim a orientação do modelo será para <i>output</i> , ou vice-versa.

Tabela 16 – As principais armadilhas e recomendações que devem ser contempladas em um modelo matemático

Tema	Armadilhas	Recomendação
Pesos	Assumindo a linearidade	A utilização dessas funções é endereçada por meio das análises de decisões por multi-critérios e determinar os pesos mais adequados para cada variável.
	Pesos com valores zeros	Esse procedimento é realizado para garantir que todos os fatores sejam contidos dentro da análise.
	Valores relativos	É necessário que exista uma relatividade entre os pesos de <i>input</i> e <i>output</i>
	Pesos linkados com <i>inputs</i> e <i>outputs</i>	Para preservar a lógica, as medidas de desempenho desejáveis, os pesos sobre os <i>inputs</i> e <i>output</i> poderão ser uniformizados ou, no mínimo, conectados mediante o uso das restrições de pesos.
Restrição de pesos	Justificação das restrições dos pesos	É importante que os dados obtidos (<i>inputs</i> e <i>outputs</i>) sejam analisados cuidadosamente e, em seguida, que se atribuam os pesos conforme seja o grau de importância para o sistema produtivo.
	Não transferibilidade das restrições dos pesos	Para manter a transferibilidade, é necessário que os pesos permitidos sejam transformados em inequações para os modelos lineares.
	Interpretações dos resultados	Os resultados obtidos dos modelos do DEA com restrições de pesos não podem ter interpretações generalizadas.
	Eficiência absoluta <i>versus</i> relativa	As armadilhas somente ocorrem quando os pesos dos <i>outputs</i> produzem um maior salto, assim como os erros ocorrem apenas nos <i>inputs</i> pelo mesmo motivo. Isso ocorre quando os pesos são projetados para a eficiência absoluta.

Continuação da Tabela 16 – As principais armadilhas e recomendações que devem ser contempladas em um modelo matemático

Fonte: Adaptado de Dyson et al. (2001)

Para sistematizar de maneira simples, Almeida et al. (2006) apresentam as principais fases, desmembradas, que essa técnica contempla para calcular a eficiência, conforme a Figura 25.

Figura 25 – As principais fases do modelo matemático

A partir dessas fases, é possível determinar os índices de eficiência para cada empresa e estabelecer qual a meta necessária para atingir a eficiência (KOZYREFF FILHO; MILIONI, 2004). Para finalizar, a Figura 26 sintetiza toda evolução que o modelo matemático apresentou ao longo dos anos, especificamente, desde os seus primeiros estudos até 1993.

Figura 26 – Evolução do modelo matemático DEA no tempo

Fonte: Adaptado de Charnes et al. (1997, p. 12)

Um breve relato da literatura sobre Análise por Envoltória de Dados

A Análise por Envoltória de Dados é uma técnica amplamente difundida pela literatura internacional. Para fins deste trabalho, foi realizada uma sistematização dos principais trabalhos internacionais e nacionais que avaliam a eficiência do setor público para infra-estrutura produtiva.

Para o estudo de infra-estrutura de transporte, na literatura nacional, especificamente rodovias, podem-se citar Gomes et al. (2004) com o estudo realizado sobre a eficiência de auto-estradas federais (Ponte Rio - Niterói (PONTE); Rodovia Rio - Teresópolis (CTR); Concessionária da Rodovia Rio-Juiz de Fora (CONCER); Rodovia Presidente Dutra (NOVA DUTRA) e Rodovia Osório - Porto Alegre (CONCEPA), correspondentes aos anos de 1999 e 2000 utilizando o DEA. Nesse caso, o estudo utilizou dois modelos: os modelos parciais I e II e os modelos globais I e II. Para tanto, foi necessário determinar as variáveis para o desenvolvimento dos cálculos, conforme descritas na Tabela 17.

	<i>Input</i>	<i>Output</i>
Modelo 1	Acidentes/km	Investimento/km e tráfego/km
Modelo 2	Acidentes/km e receita-dia/km	Investimento/km

Tabela 17 – *Inputs e Outputs* utilizados para pesquisa de infra-estrutura Rodoviária

O primeiro modelo busca medir o investimento da concessionária com vistas à redução de acidentes, enquanto o segundo modelo inclui o montante das receitas coletadas pelas concessionárias. Logo, caso exista uma correlação entre investimento e acidente, bem como se houver entre receita e investimentos, é possível concluir que uma concessionária com vários casos de acidentes pode ser considerada ineficiente porque não está utilizando o percentual das receitas para melhoria das condições de suas auto-estradas.

Entretanto, esses dois modelos parciais apenas permitem analisar a eficiência do

ponto de vista do usuário ou da agência reguladora, mas não do ponto de vista empresarial. Por isso, é necessário desenvolver modelos que permitam uma análise global do sistema, obtendo um único índice de eficiência por meio dos resultados do modelo parcial. Nesse caso, os autores utilizaram o modelo “benevolente” para proporcionar esta análise mais global do sistema. Segundo esses autores, essa formulação é denominada “benevolente” porque, para que uma DMU seja eficiente, basta que o seja um dos dois modelos parciais. Sendo assim, este modelo apresenta a característica na qual o *input* é unitário para todas as DMUs, e os *outputs* são os índices de eficiência. Como resultado, essa pesquisa identificou que os modelos parciais podem apresentar informações importantes referentes aos serviços prestados. Para o modelo benevolente, as concessionárias CONCER e PONTE foram 100% eficientes para ambos os períodos. Além disso, essa análise interpreta questões subjetivas e qualitativas, gerando resultados que permitiram avaliar a atuação das concessionárias.

O trabalho sobre infra-estrutura portuária realizado por Rios e Maçada (2005) teve como objetivo avaliar a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul nos anos de 2002, 2003 e 2004. Os *inputs* e *outputs* estão apresentados na Tabela 18.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Número de guindastes	Quantidade de TEU movimentado
Número de berços	
Número de funcionários	A média de movimentação de contêineres por hora por navio
Área do terminal	
Número de equipamentos de pátio	

Tabela 18 – *Inputs* e *Outputs* utilizados para pesquisa de Infra-estrutura Portuária

Esse trabalho analisou, como amostra, 15 terminais de contêineres brasileiros, 6 terminais argentinos e 2 uruguaios. Pôde-se, em seguida, concluir que mais de 60% dos

terminais foram eficientes nos três anos. Para realizar a análise de *benchmarking*, os terminais de Zarate, Rio-Cubatão e Teconvi foram os que mais serviram de referência.

Outro estudo importante para avaliar a eficiência foi sobre a segurança pública realizado no Estado do Rio de Janeiro e teve como objetivo avaliar quais unidades policiais eram mais eficientes (GOMES et al., 2003).

Neste caso, o estado foi dividido em áreas integradas de segurança pública (AISPs), que compreendiam um batalhão de polícia militar e delegacia(s) de polícia civil. As AISPs foram agrupadas segundo a região a que pertenciam (Capital, Metropolitana e Interior). Logo, as DMUs foram os batalhões de polícia militar correspondentes a cada AISP.

Em seguida, para cada região, definiram-se as principais variáveis que contemplariam esta avaliação, para este macrossistema. As variáveis utilizadas na pesquisa, como *inputs*, foram definidas como: quantidade de delitos praticados, produção policial e efetivo policial, e como *output* foi comparar as ações de combate ao crime com os recursos e com o nível de criminalidade da região. Para este artigo, foi utilizado o modelo BCC para ordenar apenas os batalhões, considerando-se que um batalhão, em meses diferentes, era uma unidade diferente.

Para a infra-estrutura de **Saneamento**, Carmo e Távora Junior (2003) realizaram uma pesquisa na qual avaliaram a eficiência das empresas brasileiras de saneamento, utilizando o método de Análise por Envoltória de Dados - DEA. Esse estudo utilizou uma amostra originada do SNIS (Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento) referente ao ano 2000. Nesta fonte, havia informações sobre as 26 CESBs em operação em várias regiões do país. Do conjunto de dados existentes, definiram-se os principais dados representantes da totalidade do sistema e foram definidos os *inputs/outputs*, conforme indica na Tabela 19.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Mão-de-Obra	Volume de Água Faturado
Capacidade Instalada –Volume d'água produzido	Volume de Esgoto Faturado
Capacidade Instalada –Volume de esgoto coletado	Quantidades de Economias Ativas de Água
Extensão da Rede d'Água	Quantidades de Economias Ativas de Esgoto
Extensão da Rede de Esgoto	

Tabela 19 – *Inputs* e *Outputs* utilizados para pesquisa de infra-estrutura Saneamento

Os resultados foram analisados por meio dos modelos DEA-CCR e o DEA-BCC, utilizando-se, para os cálculos, o *Analyst Frontier*. Com base neste estudo, identificou-se a empresa mais eficiente, que pertencia ao Estado do Espírito Santo. No estabelecimento de metas referentes às quantidades de *inputs* e *outputs*, destacou-se como empresa mais eficiente a COSAMA/AM e a mais ineficiente, a CAEMA/MA, em ambos os modelos. Posteriormente, ao analisar a eficiência de acordo com a localização, observou-se que a região mais eficiente foi a Sudeste. Em seguida, vieram as regiões: Sul, Centro-Oeste, Norte, e Nordeste.

Outro trabalho nesta mesma área foi dos autores Motta e Moreira (2004). Essa pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência para as empresas de saneamento do Brasil referente aos anos de 1998 a 2002, por meio do DEA, e a amostra foi referente a todas as empresas existentes no território nacional. Os resultados deste trabalho apontaram que as empresas brasileiras de saneamento não apresentavam regulação suficiente, o que inibia o avanço em direção à fronteira tecnológica.

Nesta linha, os autores (CALÔBA; ESTELITTA LINS, 2005) realizaram um trabalho para avaliar a eficiência da distribuição do gás natural no Estado de São Paulo. Esse trabalho teve como objetivo analisar a eficiência das distribuidoras que regulam a oferta deste serviço, com o intuito de buscar competitividade, pois a regulação na esfera estadual dificulta um esforço nacional de integração em um modelo de busca de eficiência.

Para isto, a primeira etapa foi realizar uma análise do setor de distribuição de gás natural, empregando DEA por meio dos modelos CCR e BCC, e utiliza o *software* IDEAL para analisar os resultados. A Tabela 20 define as variáveis de *input* e *output* para avaliar os sistemas de distribuição no Estado de São Paulo.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Extensão de linhas (km)	Volume total distribuído (m ³ /dia)
	Total de clientes

Tabela 20 – *Inputs* e *Outputs* utilizados para pesquisa de infra-estrutura de Gasoduto

Outro trabalho sobre o setor energético foi o conduzido por Meza et al. (2005), que teve como objetivo avaliar o setor de energia elétrica, medido por indicadores socioeconômicos para os 26 estados brasileiros mais o Distrito Federal, referente ao ano de 1996. A Tabela 21 apresenta as variáveis utilizadas nessa pesquisa.

<i>Inputs</i>	<i>Outputs</i>
Consumo residencial per capita (medido em Gwh)	Produto Interno Bruto (PIB) estadual (medido em dólares por habitante ponderado pelo poder de compra)
	Índice de Potencial de Consumo (IPC)
	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Tabela 21 – *Inputs* e *Outputs* utilizados para pesquisa de infra-estrutura no setor de Energia

Essa pesquisa apontou que os estados com melhor índice estavam situados na região amazônica. Segundo Meza et al. (2005), este desempenho pode ser explicado pelo fato de existir um grande número de comunidades isoladas que, ou não usam energia elétrica ou geram a sua própria energia, sem recorrerem às empresas distribuidoras.

4. Panorama dos trabalhos realizados na literatura nacional e internacional

As Tabelas 22 e 23 apresentam os principais trabalhos que utilizam técnica de eficiência para avaliar infra-estruturas, respectivamente na literatura internacional e nacional.

Autor	Amostra	Técnica	Objetivo do trabalho	Inputs	Outputs
Boisso et al. (2000)	48 estados dos EUA (1970–1986)	Índice Malmquist	Determinar quais os efeitos que influenciam na produção do setor privado	valor do Estado por meio do estoq. cap. público valor do estoque do capital privado mão de obra menos agrícola	PIB
Estache e Martin (2002)	Ásia (1995) para 50 empresas em 29 países	Fronteira Estocástica	Avaliar a eficiência das companhias (públicas e privadas) de saneamento	Mão de obra Num. de clientes Infra-estrutura de saneamento (% água fornecida, % de conexões) Qualidade da água	Custos operacionais
Husain et al. (2000)	Malásia	DEA	Avaliar os recursos públicos para serem alocados no setor de transportes.		
Karkazis e Thanassoulis (1998)	Norte da Grécia (1982-1986)	DEA	Comparar a efetividade dos investimentos públicos nas infra-estruturas e o incentivo em atrair investimento privado para região da Grécia.	Total de invest. públicos; Total de invest. incentivados	investi. privat. indust.; investi. privat.agricu.; investi. privat. serviços
Lynde e Richmond (1999)	Reino Unido (1966-1990)	DEA	Estimar as mudanças tecnológicas, a eficiência e a intensidade dos <i>inputs</i> concernente a relevância do investimento em capital público.	Mão de obra empregada Total de capital privado Total de capital público	PIB
Maudos et al. (2000)	23 países OCDE (1964-1993)	DEA, Índice Malmquist e Fronteira estocástica	Identificar os fatores de convergência para a fronteira	Capital Emprego	PIB com o fator de custo
Percoco (2004)	Itália (1970-1994)	Fronteira estocástica	Estimar a eficiência técnica para as regiões italianas e identificar explicações mediante a composição do estoque do capital público.	Capital privado Capital público (Invest. rodovias, Invest. Ferrovias, Invest. Redes telecomunicações, Invest. Portos) Mão de obra	Valor real adicionado

Tabela 22 – Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura internacional

Autor	Amostra	Técnica	Objetivo do trabalho	Inputs	Outputs
Puig-Junoy (2001)	EUA (48 estados - 1970-1983)	DEA e Fronteira estocástica	Mesurar e identificar os efeitos de ineficiência para um conjunto de função que expliquem o papel do capital público.	Mão de obra empregada Total de capital privado Total de capital público	PIB
Rodriguez e Ayuso (2002)	Espanha	DEA e Fronteira estocástica	Avaliar o nível de eficiência das infra-estruturas produtivas e dos equipamentos públicos na Espanha.	Estoq. do cap. Privado Emprego privado Infra-estrutura produtiva Result. Inefic. Técnica Espec.região	PIB regional
Marques e Silva (2006)	Portugal (1994-2001)	Índice Malmquist	Calcular a produtividade do setor de água	Modelo A Custos de pessoal Outro OPEX Custos de capital Modelo B Funcionários Outro OPEX Extes. redes de água e de residuais	Quant. água produzida (m3.) Consumidores do SAA (n.) Utilizadores do SAR (n.)
Salinas-Jiménez (2003)	Regiões da Espanha (1965-1995)	Índice Malmquist	Analisar os efeitos do capital público e capital humano sobre o crescimento em termos de impacto na produtividade total dos fatores.	Capital privado Capital mão de obra	PIB adicionado o fator de custos
Canaleta et al. (2003)	Regiões da Espanha (1964-1991)	DEA	Examinar o relacionamento entre a convergência de mão de obra por trabalhador e a evolução total dos fatores de produtividade	Capital privado Capital público Emprego	PIB regional

Continuação da Tabela 22 – Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura internacional

Autor	Amostra	Técnica	Objetivo do trabalho	Inputs	Outputs
Arcoverde et al. (2005)	Energia	Fronteira estocástica	Calcular a eficiência das distribuidoras do setor energético brasileiro	Num. de funcionário Vol. de energia fornecida Renda mensal Densidade demográfica da área de atuação referente a cada empresa	Custo operacional
Calôba e Estellita Lins (2005)	Energia – Gás	DEA	Avaliar a eficiência das empresas distribuidoras de gás natural situadas no Brasil	Extensão de linhas (km)	Volume total distribuído (m ³ /dia) Total de clientes
Carmo e Távora (2003)	Empresas estaduais de saneamento	DEA	Estimar o grau de eficiência para 26 empresas estaduais de saneamento.	Mão-de-Obra Cap.Instalada–Vol.d'água prod. Cap. Instalada –Volume de esgoto coletado Extensão da Rede d'Água Extensão da Rede de Esgoto	Volume de Água Faturado Volume de Esgoto Faturado Quant. de Economias Ativas de Água Quant. de Economias Ativas de Esgoto
Gomes et al. (2004)	Infra-estrutura de transportes - auto-estradas federais	DEA	Avaliar o investimento das auto-estradas federais para os anos de 1999 e 2000.	Modelo 1 Acidentes/km Modelo 2 Acidentes/km e receita-dia/km	Modelo 1 Investimento/km e tráfego/km Modelo 2 Investimento/km
Meza et al. (2005)	Energia	DEA	Avaliar a eficiência na transformação do consumo de energia elétrica em bem-estar e desenvolvimento, medidos por indicadores socioeconômicos para os 26 estados brasileiros mais o distrito federal.	Consumo residencial per <i>capita</i> (medido em Gwh)	Produto Interno Bruto (PIB) estadual (medido em dólares por habitante ponderado pelo poder de compra) Índice Potencial de Consumo (IPC) Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)

Tabela 23 – Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura nacional

Autor	Amostra	Técnica	Objetivo do trabalho	Inputs	Outputs
Gomes et al. (2003)	Segurança pública	DEA	Avaliar a eficiência a segurança pública	Quant. de delitos praticados A produção policial Efetivo policial	Ações ao combate do crime Nível de criminalidade
Ohi e Shiota (2005)	Empresas estaduais de Saneamento	Fronteira estocástica	Avaliar a eficiência de 645 municípios do Estado de São Paulo em termos de saneamento	Quant. de ligação ativas de águas à rede pública Quant. ligações ativas de esgoto Extensão da rede de água e de esgoto	Custo anual das empresas de saneamento
Rios e Maçada (2005)	Infra-estrutura portuária do mercosul	DEA	Avaliar a eficiência relativa das operações dos terminais de contêineres do Mercosul nos anos de 2002, 2003 e 2004.	Número de guindastes Número de berços Número de funcionários Área do terminal Número de equip. no pátio	Quantidade de TEU movimentado A média de movimentação de contêineres por hora por navio
Novaes (2001)	Infra-estrutura metroviária	DEA	Avaliar se a operadora de metrô brasileira está desempenhando os serviços eficientemente em relação a outras operadoras no mundo.	Vol. de passageiros no horário de pico Num. de funcionários (Num. total de carros x Num. total de estação)/ Extensão total das linhas	Número de passageiros que utilizam o metrô por ano
Sampaio et al. (2005)	Infra-estrutura elétrica	DEA	Determinar o grau de eficiência técnica das usinas hidrelétricas brasileiras por meio da metodologia	Potência instalada; Altura líquida (ou efetiva); Mão-de-obra	Média anual de energia elétrica produzida

Continuação da Tabela 23 – Aplicação de técnicas paramétricas e não-paramétricas na literatura nacional

5. Vantagens e desvantagens das técnicas de análise de eficiência

As técnicas (Análise por Envoltória de Dados, Índice Malmquist e Fronteira Estocástica) apresentam vantagens e desvantagens, de acordo com cada aplicação. Segundo Bauer (1990), a utilização das fronteiras de produção apresenta relevantes aspectos: (a) as fronteiras são consistentes com a teoria econômica do comportamento otimizador; (b) ênfase no fato de desvios da fronteira terem uma interpretação natural como uma medida de eficiência; e (c) informações sobre a estrutura da fronteira e sobre a eficiência relativa das unidades econômicas terem muitas aplicações práticas.

As fronteiras podem ser construídas por duas maneiras: (1) com a programação linear; e (2) por métodos econométricos. Com base na revisão bibliográfica, é possível identificar vantagens e desvantagens para cada técnica, conforme apresentado na Tabela 24.

Técnicas	Vantagens	Desvantagens
Fronteira Estocástica	Identifica os desvios em relação à fronteira de produção As variáveis explicativas decompõem os erros observados em medidas de ineficiência Permite a inclusão de variáveis ambientais para cada especificação de modelo	Não é garantido que se esteja utilizando a melhor combinação entre os fatores para maximizar a função de produção estocástica.
Índice Malmquist	Identifica o comportamento da eficiência oriunda da tecnologia e da natureza relativas da mudança de produtividade.	É sensível à especificação e às quantidades de variáveis por unidades agregadas. Identifica a produtividade e eficiência apenas da empresa que será analisada ao longo do tempo.
Análise por Envoltória de Dados	Analisa múltiplos produtos e múltiplos insumos sem nenhuma especificação de forma funcional. Determina uma fronteira linear por partes compreendidas pelo conjunto de DMU's. Apresenta flexibilidade nos pesos. Determina a eficiência de um conjunto de empresa.	Amostra não pode ser muito grande, pois pode causar distorções nos resultados. Não calcula os erros dos fatores dos dados por ser uma técnica não-paramétrica Resultados pouco confiáveis dos modelos matemáticos, caso não utilize os procedimentos corretamente de análise.

Tabela 24 – As vantagens e desvantagens das técnicas para avaliar eficiência

Além disso, para projetar fronteira de produção, foram verificados, a partir desses trabalhos da literatura internacional e nacional, os principais *softwares* disponíveis no mercado, os *links* de acesso e os autores, respectivamente, conforme a Tabela 25.

<i>Software</i>	Tipo de técnica	Acesso	Autor
BSFM	Fronteira Estocástica		Arick, Broeckhove, Dejonghe e Van den Broeck (1997)
<i>DEA Excel Solver</i>	DEA	www.deafrontier.com/deasolver.html	Zhu (2003)
DEAP	DEA	www.une.edu.au/econometrics/cepa.htm www.uq.edu.au/economics/cepa	Tim Coelli (1996)
SEM	DEA	http://www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/ems/	-----
<i>Frontier Analyst</i>	DEA	www.banxia.com	Tim Coelli
LIMDEP	Fronteira Estocástica	www.limdep.com	-----
ONFRONT 2	DEA	www.emq.com/software.html	-----
SEM	DEA	www.wiso.uni-dortmund.de/lsg/or/scheel/index.htm	Holger Scheel's
SIAD	DEA	http://www.uff.br/decisao/	Lídia Ângulo Mesa Luiz Biondi Neto João Soares de Melo Eliane Gomes
TFPIP	DEA/ Índices	http://www.uq.edu.au/economics/cepa/tfpip.htm	Tim Coelli (1997)
Konsi DEA analysis	DEA	www.dea-analysis.com.br	
Warwick	DEA	www.deazone.com	Emmanuel Thanassoullis
WinBUGS	Fronteira Estocástica	www2.warwick.ac.uk/fac/sci/statitics/staff/academic/steel/steel_homepage/software	Griffin e Steel (2005)

Tabela 25 – Os tipos de *softwares* disponibilizados no mercado para calcular eficiência (fronteira de produção)

A partir da aplicação de cada técnica, é possível identificar as vantagens de alguns softwares disponibilizados no mercado. Para tanto, a Tabela 26 elenca as principais vantagens e desvantagens relativas a utilização para cada *software* disponibilizado gratuitamente no mercado.

<i>Softwares</i>	Vantagens	Desvantagens
<i>DEA Excel Solver</i>	Calcula todos os modelos paramétricos e não-paramétricos. Permite calcular as distância radiais e não radiais	Não é disponível realizar em janelas com análises por multi período Não disponibiliza realizar análise de cenários
DEAP	Calcula o índice Malmquist	Disponibiliza o cálculo apenas de dois modelos matemáticos CCR e BCC Não disponibiliza de uma tela amigável porque operacionaliza no MS-DOS.
Onfront	Calcula modelos primais e duais Calcula o índice Malmquist	Interface não amigável
SEM	Calcula as distâncias radiais e não radiais Disponibiliza uma orientação para o insumo, produto e não orientado Permite analisar as variáveis por meio da <i>Windows Analysis</i>	Tem um limite para utilizar apenas 400 DMU's
<i>Frontier Analyst</i>	Tem uma interface amigável Fornecem relatórios significativos por meio de gráficos e tabelas para auxiliar na tomada de decisão Pode inserir variáveis controláveis e não controláveis na análise.	Apenas calcula dois modelos matemáticos CCR e BCC Não calcula o índice Malmquist
SIAD	Tem adicionado a seleção por multi critérios	Não calcula o índice Malmquist

Tabela 26 – As principais características de alguns *softwares* disponibilizados gratuitamente no mercado.

Considerações parciais

A busca pela eficiência das organizações se tornou importante diretriz para balizar a atuação das empresas no mercado. Aparentemente essa tem sido, também, uma preocupação governamental, para avaliar os investimentos públicos. Para fins deste trabalho foi decidido que os investimentos em infra-estrutura seriam os principais objetos das investigações sobre medidas de eficiência e sobre aplicá-las. Os indicadores apresentam diferentes classificações e características que devem ser levadas em conta, quando adotados no processo de formulação e avaliação das políticas (orçamentária) e programas públicos no país.

Em seguida, foram sistematizados trabalhos existentes, na literatura internacional e nacional, para avaliar a eficiência do investimento público em Infra-estrutura. Para cada técnica, foram descritos os procedimentos metodológicos e as suas respectivas aplicações.

Com base nos trabalhos encontrados, as pesquisas brasileiras ainda podem ser consideradas incipientes, no que diz respeito a avaliação de eficiência de investimentos públicos em infra-estrutura. Diante disso, este trabalho identifica uma lacuna na bibliografia nacional, a fim subsidiar os planejamentos governamentais de alocação de recursos escassos, de maneira a obter maior desenvolvimento na economia brasileira.

CONCLUSÃO

O tema “eficiência da administração pública” é um assunto muito amplo, que apresenta diferentes enfoques quando analisado à luz dos conceitos de macrossistema, originários da engenharia de produção. A partir de um enfoque diferenciado, o objetivo geral do presente trabalho foi identificar e sistematizar os principais métodos existentes, na literatura internacional e nacional, para avaliar a eficiência dos investimentos públicos em infraestrutura.

Inicialmente, foi possível analisar a evolução da participação do Estado na economia ao longo dos anos, participação que, devido à escassez dos recursos financeiros, tornou-se cada vez mais retraída. A experiência internacional tem mostrado que a solução encontrada para problemas dessa natureza é realizar investimentos públicos em áreas estratégicas. Deve-se entender por áreas estratégicas aquelas que apresentam maior impacto no desenvolvimento e crescimento econômico de um país. As pesquisas revelam que essas áreas são diretamente relacionadas com infra-estruturas produtivas.

No Brasil, a política de investimentos públicos funciona da seguinte maneira: o limitado orçamento da união é baseado em um plano plurianual, que estima os gastos públicos em um horizonte de planejamento de quatro anos, sendo desenvolvido pelo Ministério do Planejamento. A partir desse orçamento, distribuem-se os recursos públicos, de acordo com as necessidades. Para desmembrar o orçamento entre os vários setores, adotam-se critérios de rateio subjetivos, o que gerou, como resultado, um valor de 9.55 milhões de dólares para investimentos em infra-estrutura, para o ano de 2005 (WORLD BANK, 2006).

Outros países em fase de desenvolvimento, como Bolívia e Colômbia, por exemplo, destinaram, respectivamente, 93 milhões de dólares e 868 milhões dos seus orçamentos para o setor de infra-estrutura, para o mesmo período. Essa comparação com outros países demonstra a insuficiência de aplicação do capital público brasileiro no setor.

A estagnação do crescimento econômico e a baixa produtividade das empresas podem ser decorrentes da falta de investimentos em infra-estrutura. Atualmente, um importante questionamento consiste em identificar quais tipos de infra-estrutura apresentam maior impacto na conjuntura econômica brasileira.

Durante o período de 1950 a 1973, a administração pública brasileira foi responsável por realizar elevados investimentos em infra-estrutura. Os recursos públicos destinados ao setor, no entanto, foram se tornando cada vez mais escassos diante do incremento na demanda por serviços de tal natureza, provocando gargalos. Para ilustrar essa insuficiência, Ferreira e Malligarios (1998) afirmam que, entre 1988 e 1995, o setor de telecomunicações foi favorecido com aumento dos investimentos quando comparado a outros setores. Esse fato, porém, não foi suficiente para atenuar a taxa de congestionamento referente à demanda solicitada. O setor ferroviário, por outro lado, apresentou uma taxa de investimentos decrescente. Em contrapartida, o setor aeroportuário aumentou a quantidade de investimento e obteve um crescimento de 150.8%, o que ocasionou um grande impulso na economia.

Diante disso, pode-se partir da hipótese de que a falta de investimentos, em atendimento às demandas em infra-estrutura podem funcionar como um gargalo na economia. Sendo assim, parece importante buscar instrumentos e ferramentas que possibilitem combater este problema ou, pelo menos, atenuar seus efeitos.

Seguindo nessa linha de discussão, a bibliografia nacional apontou que um dos setores que representou expressivo entrave econômico, em tempos recentes, foi o de energia elétrica, principalmente pela falta de investimentos. A taxa de investimento nesse setor deveria, ao menos, acompanhar a taxa de crescimento do PIB brasileiro, fato que, na realidade, não ocorreu.

Sobre o contexto dos métodos quantitativos, na primeira vertente, para calcular investimentos por meio de unidades físicas, as pesquisas brasileiras precisam avançar com a utilização dos diferentes procedimentos para distribuir as séries dos dados ao longo do tempo, como, por exemplo: agregados e desagregados. Outra tendência de análise é realizar pesquisas que investiguem quais foram os efeitos que os investimentos, sobretudo em infra-estruturas, podem ocasionar para as regiões e compará-las com a realidade nacional; assim, os resultados apresentariam relevância e contribuição na distribuição espacial dos investimentos, considerando peculiaridades de cada região.

Ademais, no Brasil, os métodos mais utilizados para avaliar os investimentos públicos, para a primeira vertente, podem ser considerados pouco consistentes, porque ficam limitados à utilização de procedimentos com análises de co-integração. Diante disso, este trabalho identifica outros procedimentos matemáticos (Mínimos Quadrados Ordinários, Variáveis instrumentais, Modelo efeitos fixos, GLS, Modelo varma e a Matriz Leontief), apresentados pela literatura internacional, para calcular a produtividade dos investimentos em infra-estrutura. Por meio desses métodos, futuras investigações podem ser realizadas e, em seguida, seus resultados comparados para identificar os que melhor reportam a realidade brasileira.

Em seguida, foi verificado, de acordo com a sistematização da bibliografia internacional e nacional, como parte do objetivo geral deste trabalho, que o capital privado

pode ser considerado como substituto ou complementar para os problemas decorrentes da falta de investimento público. Além disso, no Brasil, a história aponta, como hipótese principal, que a precária situação das infra-estruturas são decorrentes dos *gaps* políticos ao longo do tempo. Essa pode ser uma das principais causas do problema, já que políticos não estabelecem prioridades a médio e longo prazos, o que significa que a cada período ocorrem alterações nas diretrizes de aplicação do capital público destinado às infra-estruturas.

Outra importante contribuição do presente trabalho foi sistematizar o conhecimento disponível na literatura internacional e nacional, localizando os modelos desenvolvidos para análise de eficiência no tempo e classificando-os por objetivo proposto, função matemática, método utilizado e elasticidade obtida para cada análise. Vale destacar que os resultados desses trabalhos revelaram que os investimentos públicos, em infra-estrutura, nem sempre têm efeitos positivos sobre a economia. Diante disso, verificou-se que os investimentos públicos podem ser considerados como impulsionadores ou inibidores da economia. Neste caso, as empresas podem passar a investir em infra-estruturas, principalmente, porque, a longo prazo, elas também serão beneficiadas pelo retorno do investimento realizado. Assim, os investimentos privados podem ser classificados como complementares ou até substitutos dos investimentos públicos.

De certa forma, esse foi um dos principais motivos para que a engenharia econômica desenvolvesse e aprimorasse os métodos de avaliação dos investimentos públicos, pois alocar investimentos em infra-estrutura significa destinar vultosos recursos e isso pode ocasionar, para o setor privado, maiores riscos. Ainda assim, em continuidade ao trabalho desenvolvido por Moreno e López-Baso (2007), recentemente publicado, pode ser importante a realização

de pesquisas no Brasil, com o objetivo de identificar diferenças regionais para as taxas internas de retorno decorrentes de investimentos em infra-estruturas.

A partir da sistematização do conhecimento disponível, foi possível verificar que a literatura nacional ainda precisa evoluir no que diz respeito aos procedimentos de análise, principalmente porque os métodos econômicos apresentados são básicos, quando comparados com os apresentados pela literatura internacional.

Os autores (BRANDAO; CURY, 2005) são dos poucos pesquisadores que analisaram os benefícios econômicos e sociais para os investimentos em infra-estrutura e o fizeram especificamente para rodovias no Rio de Janeiro. Seus estudos possibilitaram estender o tema de pesquisa para diferentes fontes de dados no Brasil, como por exemplo analisar a taxa interna de retorno, o *payback*, o valor presente líquido, dentre outros métodos financeiros, para as infra-estruturas privatizadas do estado de São Paulo.

Outra investigação que parece importante é a análise e acompanhamento da taxa de investimento em infra-estrutura, proporcionalmente à taxa de crescimento do PIB. A partir disso, é possível verificar a coerência das políticas públicas neste setor com o esforço de alavancagem ou não da economia.

Diante da revisão bibliográfica, foi possível identificar alguns modelos matemáticos já desenvolvidos para analisar os investimentos em infra-estruturas sobre o tema de pesquisa - infra-estrutura rodoviária. Enquanto isso, os demais setores das infra-estruturas produtivas são carentes de análises mais evoluídas. Assim, o tema se mostra sugestivo para investigações de futuros trabalhos, pelo grupo de pesquisa a que pertence esta pesquisadora e/ou pelos demais pesquisadores brasileiros.

Alguns trabalhos realizados na Espanha identificaram que os investimentos em rodovias e saneamento apresentavam maior impacto na economia. Enquanto isso, nos Estados Unidos, as pesquisas revelaram que o setor que apresentava maiores efeitos para o crescimento da produtividade do setor privado era o de telecomunicações. Para a realidade brasileira, apesar dos incipientes cálculos disponíveis, foi identificado que as infra-estruturas de energia elétrica figuravam como os principais entraves ao crescimento econômicos. Estudos desta natureza permitem a alocação mais eficiente de recursos e, até mesmo, o desenvolvimento de novas estruturas de financiamento como, por exemplo, as Parcerias Público-Privadas.

As Parcerias Público-Privada (PPPs) visam estabelecer uma estrutura de cooperação entre o capital privado e o capital público destinada, principalmente ao financiamento de infra-estruturas. Em países como Estados Unidos, Chile e Irlanda é possível perceber qualidade no ambiente institucional suficiente para o desenvolvimento destas parcerias. Além disso, o compromisso políticos por parte do governo é marcante e o arcabouço jurídico é adequado (SAVI, 2007). No Brasil, no entanto, existem poucos estudos em PPPs, que não atendem a complexidade e a relevância do assunto, apresentando-se como um importante tema de pesquisa.

Além disso e diante desse contexto, no Brasil, as políticas públicas precisam fomentar novas diretrizes para promover a utilização de fontes de energia alternativas. Atualmente, empresas de grande porte, motivadas por razões econômicas ou mesmo pela confiabilidade no fornecimento de energia, como é o caso das siderúrgicas, investem em fontes geradoras internas e obtêm a auto-suficiência energética.

Vale destacar que mesmo diante da importância do tema das políticas de infra-estrutura, não foi encontrado material em quantidade suficiente sobre o assunto nos principais

periódicos brasileiros. Esse fato leva ao seguinte questionamento: por que um tema de tamanha relevância para a melhoria do potencial do país não atrai a atenção dos pesquisadores? Ao mesmo tempo, essa constatação gera outra inquietação: será que os pesquisadores são conscientes da contribuição que o investimento público pode gerar em benefícios para o bem-estar social, bem como para o aumento de produtividade das empresas privadas? Este trabalho, conseqüentemente, sinaliza novas demandas de pesquisas, a fim de contribuir com o desenvolvimento e crescimento econômico do país.

Visando contribuir para a conjuntura econômica, os indicadores têm como objetivo sintetizar, por meio de dados econômicos, a realidade local, regional e nacional. Os indicadores sociais são muitos utilizados para auxiliar na formulação de políticas públicas, pois podem ser agrupados por meio de procedimentos matemáticos e, assim, estimar fronteiras de produção eficientes, auxiliando na formulação do planejamento estratégico.

Mediante a bibliografia consultada, é possível estimar a fronteira de produção com técnicas paramétricas e não-paramétricas. De acordo com a literatura internacional e nacional, a grande diferença entre essas técnicas é que as expressões paramétricas podem ser utilizadas por meio dos coeficientes angulares ou parâmetros estabelecidos. Enquanto isso, as não-paramétricas são mais flexíveis para ajustar o problema referente ao sistema produtivo por apresentarem múltiplos *inputs e outputs*. Todavia, seus resultados são mais sensíveis, caso as variáveis não estejam correlacionadas.

Apesar das importantes contribuições das técnicas de análise de eficiência, foram encontrados poucos trabalhos que diferenciavam a utilização dessas técnicas, principalmente para o tema em questão, e, quando diferenciavam, o foco foi outro (SOUZA, 2003). É possível, com a utilização das técnicas não-paramétricas, identificar a empresa, a região, o

estado e o país mais eficiente, durante um período especificado, para um determinado nicho produtivo e, em seguida, estipular melhorias para as unidades produtivas ineficientes. Esses são os procedimentos que a Análise por Envoltória de Dados é capaz de realizar.

Como exemplos de aplicação prática, três trabalhos utilizaram os indicadores sociais, como o de Campello (2003), que calcula a eficiência dos municípios paulistas, o Jubran (2006) que analisa o desempenho econômico financeiros das prefeituras brasileiras durante o período de 2001 e o de Faria et al. (2007) que avalia o desempenho de 62 municípios do Rio de Janeiro para o período de 1999/2000. Diante disso, sugere-se realizar uma investigação para avaliar o desempenho dos gastos públicos em infra-estruturas utilizando-se as técnicas paramétricas e não-paramétricas e, então, comparar os resultados. Cabe, ainda nessa sugestão, utilizar dados referentes aos gastos federais, estaduais e municipais, bem como avaliar a eficiência intersetorial das diferentes esferas governamentais.

No cenário das técnicas de eficiência, a partir da revisão bibliográfica, foram identificadas: a Análise por Envoltória de Dados, o Índice Malmquist e a Fronteira Estocástica. Tendo em vista essas três técnicas de eficiência, é importante ressaltar que, dentre os identificados, apenas um trabalho da literatura internacional contemplou a integração das três técnicas para o tema em questão. Diante disso, um tema vigente é integrar as técnicas de eficiência para projetar fronteiras de produção que tenham como objetivo propor novas soluções melhorar o desempenho do setor público.

No que tange aos trabalhos sobre Análise por Envoltória de Dados, a literatura nacional ainda é muito incipiente porque utiliza apenas os modelos CCR e BCC como principal técnica ou procedimento único para calcular a eficiência dos sistemas. Então, seria de grande contribuição que novas pesquisas propusessem outros procedimentos de investigação e,

também, utilizassem outros modelos matemáticos como, por exemplo, os multiplicativos, os aditivos, os radiais, não radiais e os hiperbólicos.

Ademais, a literatura do DEA contempla sete modelos matemáticos que precisam ser analisados mais profundamente, em especial no caso da literatura nacional. Vale destacar que, segundo Soares de Mello (2005b), os modelos não-radiais apresentam resultados mais confiáveis que os modelos CCR e BCC, mas essa conclusão não é representativa quando se verifica, na literatura, que existem mais quatro modelos. Assim, outros procedimentos se mostram necessários para apontar qual modelo apresenta resultados mais confiáveis diante de uma mesma amostra. Dessa maneira, novos pesquisadores conseguiriam explicitar quais seriam as vantagens e as desvantagens referentes a cada modelo matemático, dentre os disponibilizados pela bibliografia.

Foi identificado, ainda, que poucos trabalhos da literatura internacional e nacional têm a preocupação de analisar os procedimentos para a seleção das variáveis de *input* e *output*. Para selecionar tais variáveis, na literatura nacional e internacional, o método dos multicritérios foi encontrado com mais frequência.

Um ponto importante, que se destacou dentre as observações, foi acerca do índice de correlação utilizado para identificar se as variáveis estão ou não fortemente correlacionadas; nos trabalhos consultados, não foi possível identificar isso de maneira clara. Surge, então, outra hipótese: será que apenas o índice de correlação igual a 1 é tido como padrão para avaliar se as variáveis estão fortemente correlacionadas, ou existe um índice intermediário para elucidar isso?

Com a extensão da utilização por técnicas não-paramétricas, o índice Malmquist tem a função de identificar a evolução produtiva de apenas uma empresa ao longo do tempo. Apesar

de sua potencial contribuição na formulação de políticas públicas, foram identificados poucos trabalhos que abordassem o uso dessa técnica, sobretudo em infra-estrutura, na literatura nacional, pois sua utilização é focada mais para analisar o setor de agricultura. Assim, é possível tomar como exemplo a literatura internacional para aprofundar os conhecimentos sobre as questões de infra-estrutura e adaptá-los ao cenário brasileiro.

Para realizar os procedimentos dos cálculos matemáticos, mediante a utilização das técnicas paramétricas e não-paramétricas, existem diversos *softwares*, comercializados no mercado, que se ajustam aos mais diferentes problemas referentes aos sistemas produtivos em análise. Foi observado que cada um apresenta peculiaridades e, de acordo com a Tabela 26, podem-se observar as vantagens e desvantagens da utilização específica de cada um deles.

De uma maneira generalizada, conclui-se, a partir das características individuais, que o *software* mais completo disponível no mercado é o SIAD, pois, além de realizar análises sobre eficiência, permite utilizar, por meio do pacote computacional, as análises de multicritérios para selecionar as variáveis. Mesmo sendo mais completo, para avaliar os modelos matemáticos do DEA, não é utilizado pela literatura internacional por ser um *software* nacional.

A utilização mais freqüente do *software* Frontier deriva do fato de este apresentar uma melhor interface, se comparado com os demais comercializados no mercado. Desse modo, uma sugestão para os novos estudiosos é realizar uma pesquisa que compare os resultados obtidos pelos diversos *softwares* disponíveis, para um mesmo estudo de caso.

Para finalizar, o contexto de avaliação dos investimentos públicos é um assunto muito amplo. Para fins deste trabalho, optou-se pelo enfoque principal nas infra-estruturas produtivas, sob a égide das ferramentas desenvolvidas para a área da engenharia de produção.

O resultado aponta para vários temas que podem ser investigados em futuras pesquisas, no contexto nacional e, em especial, pelo grupo de pesquisa coordenado pela pesquisadora Profa. Dra. Daisy A. N. Rebelatto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADCROFT, A.; WILLS, R. (2005). The (um) intended outcome of public sector performance measurement. *International Journal of Public Sector Management*, v. 18 n. 5, p. 386-400.

AGELL, J.; OHLSSON, H.; THOURSIE, P. S. (2006). Growth effects of government expenditure and taxation in rich countries: A comment. *European Economic Review*, v.50, n. jan., p. 211-218

AIGNER, D.J.; CHU, S.F. (1968). On estimating the industry Production Function. *American Economic Review*, v. 58, p. 826-839.

AIGNER, D.J.; LOVELL, C.A.K.; SCHMIDT, P. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, v. 6, p. 21-37. North-Holland.

ALESINA, A.; ARDAGNA, S. (1998). Tales of fiscal adjustments. *Economic Policy*, v. 27, p.489-545.

ALESINA, A; PEROTTI, R.(1995). Fiscal expansions and adjustments in OECD countries. *Economics Policy*, v. 21, p. 207-218.

ALMEIDA, M. R. ; MARIANO, E. B. ; REBELATTO, D. N. . Ferramenta Para Calcular A Eficiência: Um Procedimento Para Engenheiros De Produção.. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE'2006), Passo Fundo.

ALVAREZ, I.; DELGADO, M.J. (2001). Metodología para la elaboración de índices de equipamientos de infraestructuras productivas, *Revista Momento Económico*, v. 117, p. 20-34. *Mimeo*.

_____ (2000). Las infraestructuras productivas en Espana: estimación Del stock em unidades físicas y análisis de su impacto em la producción privado regional. *Revista Asturiana de economia*, vol. 19, p. 155-181.

ANDERSON, E.;RENZIO,P.; LEVY, S. (2006). *The Role of Public Investment in Poverty Reduction:Theories, Evidence and Methods*. Overseas Development Institute 111 Westminster Bridge Road London SE1 7JD UK. Disponível em: http://www.odi.org.uk/publications/working_papers/wp263.pdf. Acesso em: 04-05-2006.

ANDRÉ, M.A.(1990). O desempenho de empresa pública no setor metroviário. *Revista de Administração da Universidade de São Paulo (RAUSP)*, v. 25, n. 2, abril / junho.

ANWAR, S. (2006). Provision of public infrastructure, foreign investment and welfare in the presence of specialization-based external economies. *Economic Modelling*, v. 23, p. 142-156.

ARAÚJO JÚNIOR, I. T.; RAMOS, F. S. (2006). Impacto do investimento em infra-estrutura sobre o crescimento econômico e a pobreza no Brasil: uma abordagem de equilíbrio geral computável. In: XI ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, Fortaleza.

ARAÚJO, W. F.G.; CORRÊA, I.M.; SILVA,F.A.R.(2002). Descentralização e Federalismo Fiscal: Algumas Considerações sobre o Âmbito Intramunicipal. In: XXVI ENCONTRO

ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENAPAD), Salvador, *Anais...*

ARCOVERDE, F.D.; TANNURI-PIANTO, M.E.; SOUSA, M.C.S. (2005). Mensuração Das Eficiências Das Distribuidoras Do Setor Energético Brasileiro Usando Fronteiras Estocásticas. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Natal-RN, *Anais...*

ARGIMON, I.; GONZALEZ-PARAMO, J. M.; MAILTIN, M. J.; ROLDAN, J. M. (1994). Productividad e infraestructuras en la economia española, *Moneda y Credito*, v. 198, p.207-52.

ARRAES, R.; TELES, V. K. . O Impacto dos Gastos Governamentais em Educação e em Infra-Estrutura sobre o Crescimento da Produção do Setor Industrial Brasileiro. Textos para Discussão - CAEN, n.189, 1999 (Texto para Discussão).

ARRETICHE, M.T. (2000). Uma contribuição para fazermos avaliações menos ingênuas. In: BARREIRA, M. C. R. N. (org.) *Tendências e perspectivas na avaliação de políticas e programas sociais*. São Paulo: IEE/PUC.

ARROW, K.; KURZ; M. (1970). *Public investment, the rate of return and optimal fiscal policy*. Johns Hopkins University Press. Baltimore.

ARROW, K. J., LIND, R. C. (1970). Uncertainty and the evaluation of public investment decisions. *American Economic Review*. v. 60, n. 3, jun.

ASCHAUER D. A., (1988). The Equilibrium Approach to Fiscal Policy, *Journal of Money, Credit, and Banking*, v. 20, p. 41-62.

_____ (1989c). Does public capital crowd out private capital? *Journal of Monetary Economics*, v. 24, p. 171–188.

_____ (1989a). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, v. 23, p. 177–200.

_____ (1989b). Public investment and productivity growth in the group of seven. *Economic Perspectives*, v. 13, p. 17–25.

_____ (2000) Public Capital and Economic Growth: Issues of Quantity, Finance and Efficiency. *Economic Development and Cultural Change*, v. 48, n. 2, p. 391–406.

_____ (1990). Why is Infrastructure Important? In: *Is There a Shortfall in Public Capital Expenditure?*, ed. Alicia H. Munnell, Federal Reserve Bank of Boston, Conference Series n. 34, p. 21-50.

AVELAR, J.V.G. (2004). *Modelos DEA com soma constante*. Dissertação (Mestrado) do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), São José dos Campos.

AZEVEDO, A.; MONTEIRO, S; PORTUGAL, M.S. (1996) Estagnação econômica, descontrole dos gastos públicos e deficiência de infra-estrutura: o caso do Rio Grande do Sul. *Indicadores Econômicos FEE*, v. 24, n. 3, p. 97-130.

AZZIMONTI-RENZO, M.; SARTE, P.D.; SOARES, J. (2003). Optimal public investment with and without government commitment. Federal Reserve Bank of Richmond Working Paper 03-10.

AZZONI, C.R.; ANDRADE, A. S. (2005). The tertiary sector and regional inequality in Brazil. *Région et Development*, n. 21, p.155-172.

AZZONI, C.R.; SILVEIRA-NETO, R.M. (2005). Decomposing regional growth: Labor force participation rates, structural changes and sectoral factor reallocation. *Annals Regional Science*, v. 39, p.221-239.

BACHA, E.L.; BONELLI, R. (2005). Accounting for Brazil's growth deceleration. *Revista Econonia Politica*, July/Sept., v. 25, n.3, p.163-189.

BAJO, O.; SOSVILLA, S. (1993). Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case. *Economic Modelling*, vol. 10, p. 179-185.

BAJO-RUBIO, O.; SOSVILLA-RIVERO, S. (1993). Does public capital affect private sector performance? An analysis of the Spanish case, *Economic Modelling*, v. 10, n. 3, p. 179-86.

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

BARLA, P.; PERELMAN, S. (2005). Sulphur emissions and productivity growth in industrialised countries. *Annals of Public and Cooperative Economics*. v. 76, n. 2, p. 275-300.

BARRO, R.J. (1991). Economic growth in a cross-section of countries. *Quarterly Journal of Economics*, v.106, p.407-444.

BATINA, R. G. (1999). On the long run effects of public capital on aggregate output: Estimation and sensitivity analysis. *Empirical Economics*, v. 24, p. 711-717.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. (1992). Frontier Production Functions, Technical Efficiency and Panel Data: With Application to Paddy Farmers in India. *Journal of Productivity Analysis*, v. 3, p.153-169.

BATTESE, G.E.; COELLI, T.J. (1995). A Model for Technical Inefficiency Effects in a Stochastic Frontier Production Function for Panel Data, *Empirical Economics*, v. 20, p.325-332.

BAUER, P.W. (1990). Recent Developments in the Econometric Estimation of Frontiers, *Journal of Econometrics*, v. 46, p. 39-56.

BAUER, R.A. (1966). *Social indicators*. The MIT Press, Cambridge, Mass.

BEHN, R.D. (2003). Why measure performance? Different purposes require different measures. *Public Administration Review*, v. 63, n. 5, p. 586-606.

BENITEZ, R.M. (1999). A Infra-estrutura, sua relação com a produtividade total dos fatores e seu reflexo sobre o produto regional. *Planejamento e Políticas Públicas*, n.19, p.275-306.

BERNDT, E.R.; HANSON, B. (1992). Measuring the Contribution of Public Infrastructure Capital in Sweden”, *Scandinavian Journal of Economics*, v. 94, p. 151-168.

BHATTA, S.D.; DRENNAN, M. (2003). The Economic Benefits of Public Investment in Transportation: A review of recent literature. *Journal of Planning Education and Research*, v. 22, p. 288-296.

- BODIE, Z.; KANE, A.; MARCUS, A. J. (2000). *Fundamentos de investimentos*. 3ª. Ed. Porto Alegre:Bookman.
- BOISSO D., GROSSKOPF, S.; HAYES. K.(2000). Productivity and Efficiency in the U. S.: Effects pf Bussiness Cycles and Public Capital. *Regional Science and Urban Economis*, v. 30, p.663-681.
- BONELLI, R.; FONSECA, R. (1998). Ganhos de Produtividade e de Eficiência: novos resultados para a economia brasileira, *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 28, n.2, agosto.
- BOOYSEN, F. (2002). An overview and evaluation of composite indices of development. *Social Indicators Research*, v. 59, p. 115–151.
- BORGER, B.; KERSTENS, K. (2000). The Malmquist Productivity Index and Plant Capacity Utilization. *Scandinavian Journal of Economics*, v. 102, n. 2, p.303–310.
- BOSCÁ, J. E., ESCRIBÁ, J.; MURGUI, M. J. (2002). The effects of public infrastructure on the private productive sector of Spanish regions, *Journal of Regional Science*, v. 42, n.2, p. 301-326.
- BOSETTI, V.; CASSINELLI, M.; LANZA, A. (2006). Benchmarking in Tourism Destination, Keeping in Mind the Sustainable Paradigm. Acessado em: Social Science Research Network Electronic Paper Collection: <http://ssrn.com/abstract=879706>. Dia: 15 de janeiro de 2007.
- BOUGHEAS, S.; DEMETRIADES, P.O.; MORGENROTH, E.L.W. (2003) International aspects of public infrastructure investment. *Canadian Journal of Economics/Revue canadienne d'économie*, v. 36, n. 4, p.884-910.
- BRAGA, H. R. (1993). A transparência das contas públicas. *Revista Brasileira de Contabilidade*, n. 83, Brasília, jun, p.31.
- BRANCATI, R.; CASTRIS, M D.E. (1997). Infrastructures for regional and local development.. European Regional Science Congress. Rome. 26-29 August.
- 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: <http://lynx.iag.puc-rio.br/~brandao/Pesquisa/BR-163%20ANPET%202005%20V3.pdf>, Acesso em: 31-01-2006.
- BRASIL. Constituição (1988). Constituição da República Federativa do Brasil. Coleção
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. (1988). “Decreto n. 200 de 25 de fevereiro de 1967. Dispõe sobre a Organização da Administração Federal, Estabelece Diretrizes para a Reforma Administrativa e dá outras Providências”. Brasília: Diário oficial da União, 23 de março de 1964.
- BRASIL. Leis, Decretos, etc. (1988). “Lei n. 4320 de 17 de março de 1964. Estatui Normas Gerais de Direito Financeiro para elaboração e controle dos orçamentos e balanços da União, dos Estados, dos Municípios e do Distrito Federal”.
- BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão – MPOG.(2004). *Plano de gestão do PPA 2004-2007: texto para discussão*. Brasília. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/arquivos_down/spi/Plano_de_Gestao.pdf> . Acesso em: 30-08-2005.

BROX, C.; FADER, A. (2005). Infrastructure investment and Canadian manufacturing productivity. *Applied Economics*, v. 37, n. 11/ 20, p. 1247 – 1256.

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 em Métodos Numéricos em Engenharia) - Universidade Federal do Paraná.

BUTTON, K. (1995). what can meta-analvsis tell us about the *j* implications of transport? *Regional studies*, v. 29, n. 6, p. 507-517.

BUTTON, K.J.; WEYMAN-JONES, T.G. (1992). Ownership Structure, Institucional Organizational and Measured X-Efficiency. *American Economic Review*, v. 82, n. 2, p. 439-444.

CALÔBA, G. M.; LINS, M.P. E. (2005). Análise da Eficiência das Distribuidoras de Gás Natural Brasileiras Utilizando Análise Envoltória de Dados. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2005, Gramado. *Anais ...*

CALDERÓN, C.; SERVÉN, L. (2004). The Effects of Infrastructure Development on Growth and Income Distribution, Working Papers Central Bank of Chile 270, Central Bank of Chile.

CAMPELLO, C.A.G. (2003). Eficiência municipal: um estudo no estado de São Paulo. Tese (Doutorado). Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade (FEA). Universidade de São Paulo.

CANALETA, C.G.; ARZOZ, P.P.; GÁRATE, M. R. (2003). Productivity, Public Capital and Convergence: A Study of the Spanish Regions. *Tijdschrift voor Economische en Sociale Geografie*, v. 94, n. 5, December, p. 537-553.

CÂNDIDO JR, J.O. (2001). *Os Gastos Públicos No Brasil São Produtivos?* In: *Texto para Discussão*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, n. 781, p. 233-260.

CANTOS, P.; GUMBAU-ALBERT, M.; MAUDOS, Y. J. (2005). Transport infrastructures spillovers effects and regional growth: evidence of the Spanish case. *Transport Reviews*, v. 25, n.1, p. 25-50.

CARDOSO, F.H. (2001). O Brasil e o Mercosul. In: *Comissão Parlamentar Conjunta do Mercosul. Um país chamado Mercosul*. Brasília: Senado Federal, p. 23-26.

CARDOSO, R.L.S. (1999). *Elaboração de indicadores de desempenho institucional e organizacional no setor público*. São Paulo, Cepam.

CARLEY, M. (1985). *Indicadores Sociais: teoria e prática*. Tradução Vera Ribeiro; revisão técnica Eliseu F. Calsing, Eduardo Bustelo. Rio de Janeiro: Zahar.

CARMO, C.M.; TÁVORA JÚNIOR, J.L. (2003). Avaliação da eficiência técnica das empresas de saneamento brasileiras utilizando a metodologia DEA. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Porto Seguro, *Anais...* Disponível: <http://www.anpec.org.br> , Acesso: 4 mar. 2004.

CARNOY, M. (1988). *Estado e Teoria Política*. 2 ed. Campinas, SP: Papirus.

CARVALHO, M. A. (2005). Uma Introdução à Análise de Políticas Públicas: Análise Custo-

Benefício, Árvores de Decisão e Modelos de Multiatributos. In: XXIX ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENAPAD), Brasília, *Anais...*

CASA NOVA, S.P.C. (2002). *Utilização da Análise por Envoltória de Dados (DEA) na análise de demonstrações contábeis*. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo.

CASTRO, C. M.; OLIVEIRA, J. B. A. (1985). *O país está organizado: vamos planejar?* Brasília: Cendec-IPEA.

CAULLIRAUX, H.; YUKI, M. (2004). *Gestão Pública e Reforma Administrativa: conceitos e casos a experiência de Florianópolis*. Rio de Janeiro: Lucerna.

CAVES D.W.; CHRISTENSEN L.R.; DIEWERT W.E. (1982). The economic theory of index numbers and the measurement of input, output and productivity. *Econometrica*, v. 50, n. 6, p.1393–1414.

CERVO, A.L.; BERVIAN, P.A. (1983). *Metodologia Científica*. São Paulo: Markron.

CHANDRA, A.; THOMPSON, E. (2000). Does public infrastructure affect economic activity? Evidence from the rural interstate highway system, *Regional Science and Urban Economics*, v. 30, p. 457-490.

CHANG, S.E.; SHINOZUKA, M. (1996). Life Cycle Cost Analysis with Natural Hazard Risk. *Journal of Infrastructure Systems*, September, p.118-126.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. (1978). Measuring efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, v. 1, p. 429-444.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. (1996). *Data Envelopment Analysis: theory, methodology and applications*. 2 ed. Norvell: Kluwer Academic Press.

CHARNES, A; COOPER, W.W. (1985). Preface to topics in Data Envelopment Analysis. *Annals of Operations Research*, v. 2, p.59-94.

COELLI, T.; RAO D.S.P.; BATTESE G. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers.

COOPER, W.; SIEFORD, L.; TONE, K. (2000). *Data Envelopment Analysis. A Comprehensive Text with Models, Applications, Reference and DEA–Solver software*. Kluwer Academic Publishers, Norwell.

CORIAT, B. (1994). Política Industrial, Modelos de organización empresarial y competitividad. In: SEMINÁRIO INTENSIVO DE INVESTIGACIÓN, 1994. Organizado Por Piette (Programa de Investigaciones Económicas sobre Tecnología y Empleo) del CONICIT y el CREEDLA del CNRS (Centre d'Estudes et Documentation sur l'Amérique Latine).

COSTA, F.L.; CASTANHAR, J.C. (2003). Avaliação de programas públicos: desafios conceituais e metodológicos. *Revista Brasileira de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 37, n. 5, p. 969-992.

CULAU, A.A. (2005). Planejamento e Orçamento como instrumento de gestão. In: *Gestão Pública no Brasil Contemporâneo*. (Org. Evelyn Levy e Pedro Aníbal Drago). São Paulo: Fundap - Casa Civil.

CURIEL, M. R. F. (2005). *Modelo de Gestão Aeroportuária para os aeroportos venezuelanos resultante do diagnóstico empregando a ferramenta DEA*. Tese apresenta à Divisão de pós-graduação do Instituto Tecnológico de Aeronáutica como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciência no Curso de pós-graduação em Engenharia Aeronáutica e Mecânica na Área de Produção.

DALAMAGAS, B. (1995). A Reconsideration of Public Sector's Contribution to Growth. *Empirical Economics*, v. 20, n. 3, p. 385-414.

DEMETRIADES, P. O.; MAMUNEAS, T. P. (2000). Intertemporal Output and Employment Effects of Public Infrastructure Capital: Evidence from 12 OECD Economies. *The Economic Journal*, v. 110, n. 465, p. 687-712.

DESTEFANIS, S.; SENA, V. (2005) Public Capital and Total Factor Productivity: New Evidence from the Italian Regions, *Regional Studies*, v. 39, n. 5, p. 603-17.

DEUTSCH, J; SILBER J; YACOUEL N. (2001). On the Measurement of Inequality in the Quality of Life in Israel. In the conference on Justice and Poverty: examining Sen Capability Approach, Cambridge.

DEVARAJAN, S.; SWAROOP, V.; E ZOU, H. (1996). The Composition of Public Expenditure and Economic Growth. *Journal of Monetary Economics*, v. 37, p. 313-44.

DOMAZLICK, B.R.; WEBER, W.L. (1997). Total Factor Productivity in the Contiguous United States, 1977-1986. *Journal of Regional Science*, v. 37, n. 2, p.213-233.

DUFFY-DENO, K.; EBERTS, R. (1989). Public Infrastructure and Regional Economic Development: A Simultaneous Equations Approach. Federal Reserve Bank of Cleveland Working Paper No. 8909 (August).

DYSON, R.G.; ALLEN, R.; CAMANHO A. S.; PODINOVSKI, V. V. (2001). Pitfalls and protocols in DEA, *European Journal of Operational Research*, v. 132, p. 245-259.

EASTERLY, W.; REBELO, S. (1993). Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation. *Journal of Monetary Economics*, v. 32, p. 417-458.

EBERTS, R. W. (1990). Public infrastructure and regional economic development. *Economic Review*, v. 26, p. 15-27.

EBERTS, R.W. (1986). Estimating the contribution o Urban public infrastructure to regional economic growth, Working paper n. 8610. (Federal Reserve Bank of Cleveland).

EISNER, R. (1994). Real government saving and the future. *Journal of Economic Behavior and Oroanization*. v. 23, n. 2, p.111-126.

ELSTER, J. (1989). *Peças e engrenagens das ciências sociais*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, partes I e II.

EMOROUZNEJAD, A.; THANASSOLIS, E. (1997). An extensive bibliography of data envelopment analysis (DEA), Vol. 3, Supplement 1. Working Paper 258, Business School, University of Warwick.

ENSSLIN, L.; MONTIBELLER NETO, G.; NORONHA, S.M. (2001). *Apoio a decisão: metodologias para estruturação de problemas e avaliação multicritérios de alternativas*.

Florianópolis, SC: Insular, v.1 296p.

ESTACHE, A.; MARTÍN, A. R. (2002). How different is the efficiency of public and private water companies in Asia? *The World Bank Development*, v. 16, n. 1.

FAGUNDES, M. E. M. (2000). Investimentos em infra-estrutura.. In: Armando Avena Filho. (Org.). *Tendências da Economia Baiana*. Salvador: Secretaria do Planejamento, *Ciência e Tecnologia*, p. 57-92.

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; LOVELL, C.A.K. (1985). *The Measurement of Productive Efficiency*, Kluwer, Boston.

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

FÄRE, R.; GROSSKOPF, S.; MARGARITIS, D. (2001). Productivity Trends in Australian and New Zealand Manufacturing. *The Australian Economic Review*, v. 34, n. 2, p. 125–134.

FARIA, C.A.P. (2005). Public policy evaluation politics. *Revista brasileira de Ciência Sociais*, v. 20, n. 59, p. 97-110.

FARIA, F. P.; JANNUZZI, P.M.; SILVA, S.J. (2007). Eficiência Dos Gastos Municipais Em Saúde e Educação: uma investigação através da análise envoltória no estado do Rio de Janeiro. *Revista de Administração Pública*, (aceito para publicação).

FARRELL, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency, *Journal of the Royal Statistical Society*. Series A (General), v. 120, n. 3, p. 253-290.

FAY, M.; YEPES, T. (2003), Investing in Infrastructure: What is Needed from 2000 to 2010?, *World Bank Policy Research Working Paper* 3102.

FEDDERKE, J.W.; BOGETIC, Z. (2006). Infrastructure and Growth in South Africa: Direct and Indirect Productivity Impacts of Nineteen Infrastructure Measures. In: Accelerated and Shared Growth in South Africa: Determinants, Constraints and Opportunities, October.

_____; ROMM, A.T. (2006). Growth impact and determinants of foreign direct investment into South Africa, 1956–2003. *Economic Modelling*, v. 23, n. 5, set, p. 738-760.

FERLIE, E.; ASHBURNER, L.; FITZGERALD, L.; PETTIGREW, A. (1996). *The New Public Management in Action*. London. Oxford University Press. 287 p.

FERREIRA, P. C. G.; MALLIAGROS, T. G. (1998). Impactos Produtivos de Infra-estrutura no Brasil, 1950-1995. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 2, p. 315-338.

FERREIRA, P.C. (1996). Investimento em infra-estrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo- prazo. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 26, n. 2, p. 231-252.

FERREIRA, P.C.; NASCIMENTO, L. G. (2005). Welfare and Growth Effects of Alternative Fiscal Rules for Infrastructure Investment in Brazil. World Bank, Washington DC. Processed. Disponível: <http://www2.fgv.br/professor/ferreira/FiscSpaceInfraA.pdf>. Acesso em: 10-03-2006.

FIGUEIREDO, M.F.; FIGUEIREDO, A.M.C. (1986). Avaliação política e avaliação de políticas: um quadro de referência teórica. *Análise e Conjuntura*, v. 1, n. 3, p. 107-127.

- FINN, M. (1993). Is All Government Capital Productive, Federal Reserve Bank of Richmond, *Economic Quarterly*, v. 79, p. 53-80.
- FLORES DE FRUTOS, R.; GRACIA-DIEZ, M.; PEREZ-AMARA, T. (1998). Public capital stock and economic growth: an analysis of the Spanish economy. *Applied Economics*, v. 30, n. 8, p. 985 - 994.
- FLORIO, M.; COLAUTTI, S. (2005). A logistic growth theory of public expenditures: A study of five countries over 100 years. *Public Choice*, n. 122, p. 355–393.
- FLORISSI, S. (1997). Infrastructure, Public Capital and Growth in the Brazilian Economy. *Análise Econômica*, ano 15, p. 69-80.
- FORD, R.; PORET, P. (1991), Infrastructure and Private-Sector Productivity, *OECD Economic Studies*, v. 0, n. 17, p. 63–89.
- FREY, R.L. (1978). INFRASTRUKTUR. In: *Handw orterbuch der wirtschaftswissenschaften*. Stuttgart, p. 201-215.
- FURTADO, C. (2004). Os desafios da nova geração. *Revista de Economia Política*, v. 24, n. 4, outubro-dezembro, p. 483-486.
- GARCIA, R.C. (2001) Subsídios para organizar avaliações de ação governamental. *Planejamento e Políticas Públicas*, Brasília, v. 23, n.7, p.70.
- GARCIA-MILÀ, T.; MCGUIRE, T.J. (1992), The contribution of publicly provided inputs to states' economies, *Regional Science and Urban Economics*, n. 22, p. 229-241.
- GARVIN, M. J.; CHEAH, C. Y. J. (2004). Valuation techniques for infrastructure investment decisions. *Construction Mangement and Economics*, v. 22, n. 4, p. 373–383.
- GIACOMONI, J. (2001). *Orçamento público*. 10ed. São Paulo: Atlas.
- GIAMBIAGI, F. (2005). *Economia brasileira contemporânea (1945-2004)*. Rio de Janeiro: Elsevier.
- GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A.C. (2000). *Finanças públicas: teoria e prática no Brasil*. 2 ed. Rio de Janeiro: Campus.
- GIL, A. C. (1995). *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 4. ed. São Paulo: Atlas.
- GILLEN, D.; LALL, A. (1997). Developing measures of airport productivity and performance: an application of data envelopment analysis, *Transportation Research–E*, vol. 33, p. 261–273.
- GITMAN, L. J. (1997). *Princípios de Administração Financeira*. 7. ed. São Paulo: Hbra.
- GOLANY, B.; ROLL, Y. An application procedure for DEA. (1989). *OMEGA Internacional Journal of Managment Science*, Great Britain, v. 17, n. 3, p. 237-250.
- GOMES, E.; MELLO, J.; LUIZ NETO, B e MEZA, L.A. (2004). Estão de auto-estradas: Análise de eficiência das auto-estradas federais brasileiras com portagens. *Revista Portuguesa e Brasileira de Gestão*, Lisboa - Rio de Janeiro, v. 3, n. 2, p. 68-75.

GOMES, E.G.; MELLO, J.C.C.B. S.; ASSIS, A.S.; *et al.* (2003). Uma medida de eficiência em segurança pública. Niterói: *Relatórios de Pesquisa em Engenharia de Produção*, v. 3, n. 7, p. 1-15.

GONZALEZ-PARAMO, J.M. (1995). Infraestructuras, productividad y bienestar. *InveAgaciones Economicas*, v. 19, n. 1, p. 155-68.

GRAMLICH, E. (1994). Infrastructure Investment: A Review Essay. *Journal of Economic Literature*, v. 32, p.1176-96.

GRIFELL-TATJE, E.; LOVELL, C.A.K. (1997). Profits and productivity..*Management Science*, v. 45, n. 9, p. 1177-1193.

GUASCH, J.L.T.; SPILLER, P. (1994). Regulation and Private Sector Development in Latin America. World Bank Latin America and the Caribbean Region Department, n. 18, Disponível: http://ideas.repec.org/p/wop/bawlad/_018.html. Acesso em: 20-01-2006.

HAMADA, R. (1972). The Effect of the Firm's Capital Structure on the Systematic Risk of Commom Stocks. *Journal of Finance*, p. 435-452.

HASEN, N.M. (1965). Unbalanced Growth and regional Development. *Western Economic Journal*, v. 4, n. 1, p. 3-14.

HERBER, B. P. (1983). *Modern public finance*. 5. ed.Homewood, Ill: R.D. Irwin

HERRERA, S.; PANG, G. (2005). Efficiency of Public Spending in Developing Countries: An Efficiency Frontier Approach. *Public Choice*, v. 123, p. 321-347.

HOLTZ-EAKIN, D. (1994). Public-sector capital and the productivity puzzle. *The Review of Economics and Statistics*, v. 76, p. 12-21.

HOLTZ-EAKIN, D.; SCHWARTZ, A.E. (1995). Infrastructure in a structural model of growth. *Regional Science and Urban Economics*, v. 25, p. 131-151.

HORN, R. V. (1993). *Statistical Indicators: For the economics & Social Sciences*. Cambridge University Press.

HULTEN, C. R. (1996). Infrastructure Capital and Economic Growth: How Well You Use it May be More Important than How Much You Have, NBER working paper 5847. Disponível: <http://papers.nber.org/papers/w5847.pdf>, Acesso em: 01-02-2006.

HULTEN, C.; SCHWAB, R.M.(1993). Infrastructure Spending: Where Do We Go From Here? *National Tax Journal XLVI*, p. 261-274.

_____. (1991). Public capital formation and the growth of regional manufacturing industries. *National Tax Journal*, v. 44, p. 121-134.

HURLIN, C. (2001). How to Estimate the Productivity of Public Capital? *Mimeo*.

HUSAIN, N.; ABDULLAH, M.; KUMAN, S.(2000). Evaluating public sector eYciency with data envelopment analysis (DEA): a case study in Road Transport Department, Selangor, Malaysia. *Total Quality Management*, v. 11, n. 4, 5, 6.

INGRAO, P. (1977). *Massa e potere*. Rome: Editori Riuniti.

IZZAC FILHO, N. R. (2002). Construção de Indicadores da Execução Orçamentária para a Gestão Pública do Estado de São Paulo. In: XXVI ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO, Salvador. *Anais ...*

JALILIAN, H.; WEISS, J. (2004). *Infrastructure, growth and poverty: some cross country evidence*. Paper apresentado para a conferência anual do Banco de desenvolvimento da Ásia (ADB): Infrastructure and Development: poverty, regulation and private sector investment.

JANNUZZI, P. M. (2002). Considerações sobre o uso, mau uso e abuso dos indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública (RAP)*, Rio de Janeiro, FGV, v. 36, n. 1, jan./fev., p. 51-72.

JANNUZZI, P. M.; PASQUALLI, F.A. (1999). Estimação de demandas sociais para fins de formulação de políticas públicas municipais. *Revista de Administração Pública (RAP)*, Rio de Janeiro, FGV, v. 33, n. 2, mar./abr., p. 77-94.

JANNUZZI, P.M. (2001). Repensando a prática de uso de indicadores sociais na formulação e avaliação de políticas públicas municipais. In: XXV ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO - ENANPAD, Campinas, *Anais...*

JANNUZZI, P.M. (2003). *Indicadores sociais no Brasil: Conceitos, Fontes de dados e Aplicação*. 2 ed. Campinas – SP: Alínea.

JANNUZZI, P.M. (2005). Indicadores para diagnóstico, monitoramento e avaliação de programas sociais no Brasil. *Revista do Serviço Público*, Brasília, v. 56, n. 2, p. 137-160.

JOHANSSON, S. (2002). Conceptualizing and Measuring Quality of Life for National Policy. *Social Indicators Research*, v. 58, n. 1-3, p. 13 - 32.

JUBRAN, A. J. (2006). *Modelo de análise de eficiência na administração pública: estudo aplicado às prefeituras brasileiras usando a análise envoltória de dados*. Tese (Doutorado) da Escola Politécnica de São Paulo em Engenharia de Produção - Universidade de São Paulo.

KARKAZIS, J.; THANASSOULIS, E. (1998). Assessing the effectiveness of Regional development policies in northern Greece Using Data Envelopment Analysis. *Socio Economic Plannig Science*, v. 32, n. 2, p. 123-137.

KIM, E. (1998). Economic gain and loss of public infrastructure investment: Dynamic computable general equilibrium model approach. *Growth and Change*, v. 29, n. 4, p. 445–468.

KIM, E.; SHIN, M. (2002). Estimation on Regional Benefit and Optimal Level of Road Capital Stock. *Journal Infrastructure System.*, v. 8, n. 3, p. 96-102.

KOSCIANSKI, R. (2003). O Orçamento-programa como instrumento de planejamento e gerenciamento públicos. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina.

KROL, R. (2001). The Role Of Public Capital In The Economic Development Process. *International Journal of Public Administration*, v. 24, n. 10, p. 1041-1060.

LAMBRINIDIS, M.; PSYCHARIS, Y.; ROVOLIS, A. (2005) Regional Allocation of Public Infrastructure Investment: The Case of Greece. *Regional Studies*, v. 39, n. 9, p. 1231–1244.

- LESSA, C. (1996). Infra-Estrutura e Desenvolvimento: abordagem macroeconômica. *Estudos de Economia do Setor Público*. FUNDAP/IESP, Janeiro, p. 70-77.
- LEVINE, R.; RENELT, D. (1962). A sensitivity analysis of Cross-Country Growth Regressions. *American Economics Reviews*, v. 82, n. 5, p. 942-963.
- LEVY, E.; DRAGO, P.A. (2005). *Gestão Pública no Brasil Contemporâneo*. São Paulo: Fundap - Casa Civil.
- LIMA, R. L. P. (2003). *Avaliação do uso de métodos não paramétricos no processo regulatório do setor elétrico no Brasil*. Dissertação (Mestrado) apresentada ao Departamento de Economia da Universidade de Brasília-UNB.
- LINS, M.P.; MEZA, L. A. (2000) *Análise Envoltória de Dados e Perspectivas de Integração no ambiente de Apoio à Decisão*. Rio de Janeiro: COPPE / UFRJ.
- LIPSKY, M. (1980). *Street Level Bureaucracy: Dilemmas of the Individual in Public Services*. Russell Sage Foundation, New York.
- LONGO, C. A.; TROSTER, R. L. (1993). *Economia do setor público*. São Paulo: Atlas.
- LÓPEZ, H. (2003). **Macroeconomics and Inequality**. Recherche Workshop: Macroeconomic Challenges in Low Income Countries, October, p. 23-24.
- LOVELL, K.C.A; SCMIDT, P.A (1988). A comparison of alternative approaches to the measurement of productive efficiency. In: *Applications of modern production theory*. Boston: Kluwer Academic Publishers, p. 3-32.
- LUEHRMAN, T. (1997). Using APV: A Better Tool for Valuing Operations? *Harvard Business Review*, Maio-Junho, p. 145-154.
- LYDEN, F.J.; MILLER, E.G. (1982). Introduction. In: *Public budgeting*. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, p. 4.
- LYNDE, C.; RICHMOND, J. (1999). Productivity and efficiency in the UK: a time series application of DEA. *Economic Modelling*, v. 16, p. 105-122.
- MACHADO JR., J.T. (1979). *A técnica do orçamento-programa no Brasil*. Rio de Janeiro: IBAM, p. 105.
- MACRAE, D. (1985). *Policy Indicators: links between social science and public debate*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.
- MAQUIAVEL, N. (1996). O Príncipe. Tradução por Maria Júlia Goldwasser. 2ed. São Paulo: Martins Fontes.
- MARIANO, E.B.; ALMEIDA, M.A.; REBELATTO, D.A.N. (2006). Princípios Básicos Para Uma Proposta De Ensino Sobre Análise Por Envoltória De Dados.. In: XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA (COBENGE), Passo Fundo.
- MARGONO, H.; SHARMA, S.C. (2004). Technical Efficiency and Productivity Analysis in Indonesian Provincial Economies. Disponível: http://www.siu.edu/~econ/papers/2004no16_prvncl_econs.pdf Acesso em: 02/02/2006.

MARINHO, A.; FAÇANHA, L. O. (2001). Programas Sociais: Efetividade, Eficiência e Eficácia Como Dimensões Operacionais da Avaliação. *Texto Para Discussão* n. 787. Rio de Janeiro.

MARINHO, E.; BARRETO, F.A.F.D.(2000). Avaliação do crescimento da produtividade e progresso tecnológico dos estados do Nordeste com a fronteira estocástica de produção. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p. 427-452.

MARQUES, E.C; BICHIR, R.M. (2001). Padrões de Investimentos Estatais em Infra-Estrutura Viária. *São Paulo Perspectiva*, jan./mar, v. 15, n.1, p. 60-72.

MARTÍNEZ, D. (2006). Linking public investment to private investment: The case of Spanish regions. *International Review of Applied Economics*, v. 20, n. 4.

MAS M., J.; MAUDOS, F.; PÉREZ, Y. URIEL, E. (1994). Capital Público y Productividad de la economía española. *Moneda y Crédito*, v. 198, p. 163-192.

MATIAS PEREIRA, J. (2003). *Finanças públicas: a política orçamentária no Brasil*. 2.ed. São Paulo: Atlas.

MAUDOS, J.; PASTOR, J.M. (2000). SERRANO: Crecimiento de la productividad. *Investigaciones Económicas*, vol. xxiv, p. 193- 205.

MAUDOS, J; PASTOR, J.M.; SERRANO, L. (2000). Convergence in OECD countries: technical change, efficiency and productivity. *Applied Economics*, v. 32, n. 6, p.757-765.

MAUDOS, J.; PASTOR, J.M.; SERRANO, L. (1998). Convergencia en las Regiones Espanolas: Cambio Técnico, Eficiencia e Produtividade. *Revista Española de Economía*, v. 15, n. 2, p. 235-264.

MEEUSEN, W.; VAN DEN BROECK, J. (1977). Efficiency Estimation from Cobb-Douglas Production Functions With Composed Error. *International Economic Review*, v. 18, p. 435-444.

MEIRELLES, J. L. F. (2004). A Teoria de Opções Reais como Instrumento de Avaliação de Projetos de Investimento. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Carlos (EESC/USP), São Paulo.

MELCHOR, M. (1999). An analysis of technical efficiency and productivity changes in Spanish airports using the Malmquist Index. *International Journal of Transport Economics*. v. XXVI, n. 2, p. 271-92.

MERRIMAN, D. (1991), Public Capital and Regional Output: Another Look at Some Japanese and American Data, *Regional Science and Urban Economics*, v. 20, p. 437-58, February.

MEZA, L.A.; SOARES DE MELLO, J.C.C.B.; GOMES, E.G.; FERNANDES, A. J.S. (2005). Modelo DEA com Seleção de Variáveis para Avaliar uma Eficiência do Setor Elétrico Brasileiro. In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 2005, Gramado. *Anais ...* p. 377-386.

- MILBOURNE, R.; OTTO, G.; VOSS, G. (2003). Public Investment and Economic Growth. *Applied Economics*, v. 35, n. 5, p. 527-40.
- MILES, I. (1985). *Social indicators for human development*. New York, St. Martin's Press, 1985.
- MONTESQUIEU, C.L.S. (1982). O espírito das leis. Brasília: Unb.
- MOREIRA, T. (1996). Saneamento básico: desafios e oportunidades. *Revista do BNDES*, Rio de Janeiro, n. 6, dez., p. 157-172.
- MORENO, R.; LÓPEZ-BAZO, E. (2007). Returns to Local and Transport Infrastructure under Regional Spillovers, *International Regional Science Review*, v. 30, n. 1, p. 47-71.
- MORENO, R.; LÓPEZ-BAZO, E.; ARTÍS, M. (2002). Public infrastructure and the performance of manufacturing industries: short- and long-run effects. *Regional Science and Urban Economics*, v. 32, n. 1, p. 97-12.
- MORRISON, C.J.; SCHWARTZ, A.E. (1992). State Infrastructure and Productive Performance, *NBER Working Paper* n. 3981.
- MORRISON, C.; SCHWARTZ, A. (1996). State Infrastructure and Productive Performance, *The American Economic Review*, p. 1095-1111.
- MOSSI, M. B.; AROCA, P.; FERNÁNDEZ, I. J.; AZZONI, C. R.(2003). Growth Dynamics And Space In Brazil. *International Regional Science Review*, v. 26, n. 3, p. 393 - 418.
- MOTTA, S.R.; MOREIRA, A.R.B. (2004) Efficiency and regulation in the sanitation sector in Brazil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA. (Apresentado na Jornada de estudos de regulação).
- MUNNELL, A.H. (1990a). Why has productivity growth declined? Productivity and public investment, *New England. Economics Review*, January/ February, p. 3-22.
- MUNNELL, A. H. (1990b). How does public infrastructure affect regional performance? *New England. Economics Review*, September/October, p. 11-32.
- MUNNELL, A.H. (1992). Infrastructure investment and economic growth. *Journal of Economic Perspectives*, v. 6, p. 189-198.
- MURILLO-MELCHOR (1999). An analysis of technical efficiency and productivity changes in Spanish airports using the Malmquist Index. *International Journal of Transport Economics*. v. XXVI, n. 2, p. 271-92.
- MUSGRAVE, R. (1959). *The theory of public finance*. New York: McGraw-Hill.
- MUSGRAVE, R. A.; MUSGRAVE, P. B. (1980). *Finanças públicas: teoria e prática*. São Paulo: Campus/USP.
- MYERS, S. C. (1976). Using simulation for risk analysis. In: *Modern Developments in Financial Management*, Myers, S. C. (ed.), Praeger, New York.
- NIJKAMP, P.; POOT, J. (2004). Meta-analysis of the effect of fiscal policies on long-run growth. *European Journal of Political Economy*, v. 20, p. 91-124.

NOVAES, A.G.N. (2001). Rapid-Transit Efficiency Analysis with The Assurance-Region DEA Method. *Pesquisa Operacional*, v. 21, n. 2, p. 179-197.

OHEN, E.; FRANCO, R. (2000). *Avaliação de projetos sociais*. Petrópolis: Vozes.

OHI, T.H.; SHIROTA, R. (2005). Eficiência Econômica: Uma Aplicação Do Modelo De Fronteira Estocástica Em Empresas De Saneamento. In: XXXIII ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, Natal-RN, *Anais...*

OTTO, G; VOSS, G. (1994). Public capital and private sector productivity. *The Economic Record*, v. 70, n. 209, p. 121-132.

PACI, R.; SADDI, S. (2002). Capitale Pubblico E Produttività Nelle Regioni Italiane. Working Paper CRENoS 200201, Centre for North South Economic Research, University of Cagliari and Sassari, Sardinia.

PAIVA JR, H. (2000). *Avaliação de desempenho de ferrovias utilizando a abordagem integrada DEA/AHP*. Campinas. 178p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Estadual de Campinas.

PANEPUCCI, G.T.M. (2003). Avaliação de desempenho dos departamentos Acadêmicos da UFSCar Utilizando Análise de Envoltória de Dados – AED. Dissertação (Mestrado) da Universidade Federal de São Carlos (UFScar).

PAUL, S. (2003). Effects of Public Infrastructure on Cost Structure and Productivity in the Private Sector. *Economic Record*, v. 79, n. 247, p. 446-461.

PAULA, A.P.P.; MOTTA, F.C. P. (2003). Administração Pública Popular: participação cidadã e melhorias sustentáveis na qualidade de vida no Brasil. In: XXVII ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENAPAD), São Paulo, *Anais...*

PEACOCK, A.T.; WISEMAN, J. (1970). *The growth of public expenditure in the United Kingdom*. Princeton: Princeton University Press.

PÊGO FILHO, B.; CÂNDIDO JÚNIOR, J.O. ; PEREIRA, F. (1999). Investimento e Financiamento da Infra-Estrutura no Brasil: 1990/2002. In: *Texto para Discussão*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, n. 680, p. 1-63.

PEIXE, B.C.S. (2002). *Finanças Públicas: Controladoria Governamental*. Curitiba: Juruá.

PERCOCO, M. (2004) Infrastructure and Economic Efficiency in Italian Regions. *Networks and Spatial Economics*, v. 4, n. 4, p. 361–378.

PETERSON, GEORGE E. (1991). Historical Perspective on Infrastructure Investment: How Did We Get Where We Are? *American Enterprise Institute Discussion Paper*.

PICCI, L. (1999) Productivity and infrastructure in the Italian regions. *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, v. 58, p.329–353.

PIMENTA, C.C. (1998). A reforma gerencial do Estado brasileiro no contexto das grandes tendencias mundiais. *Revista de Administração Pública(RAP)*, v. 32, n. 5, Rio de Janeiro,

set.out.

PINNOI, N. (1994). Public infrastructure and private production: measuring relative contributions. *Journal of Economic Behavior and Organization*, v. 23, n. 2, p. 127-148.

PIRES, J. C. L.; PICCININI, M. S. (1999). A Regulação dos Setores de Infra-Estrutura no Brasil. BNDES.

PIRES, M.J.S. (2005). Conceitos básicos da ciência econômica. In: *Economia: fundamentos e práticas aplicados à realidade brasileira*. (Org. Carlos Eduardo de Freitas Vian, Anderson César Gomes Teixeira Pellegrino, Cláudio César de Paiva). Campinas, SP: Alínea.

PIRES, V. (1996). Estado, Mercado e tributação. Prefácio de Fabrício Augusto de Oliveira. Piracicaba: Unimep.

PLOCEK, J. W. (1991). *Economic Indicators: How America Reads Its Financial Health*. New York, NY: New York Institute of Finance.

POOT, J. (2000). A synthesis of Empirical Research on the Impact of Government on Long-Run Growth, *Growth and Change*, v. 31, n. 4, p. 516-46.

POSSAS, M.L.; PONDÉ, J.L.; FAGUNDES, J. (1997). Regulação da Concorrência nos Setores de Infra-estrutura no Brasil: elementos para um quadro conceitual. *Relatório de Pesquisa/IPEA*.

POULANTZAS, N. (1971). *Poder Político e Classes sociais do Estado capitalista*. Porto: Portucalense Editora, v.1, p. 130-205.

_____ (1985). *O Estado, O Poder, O Socialismo*. (traduzido por RITA LIMA). Rio de Janeiro: Graal, Parte II, p. 141-185.

PRESSMAN, J.; WILDAVSKY, A. (1984). *Implementation: How great expectations in Washington are dashed in Oakland*. Berkeley, CA: University of California Press.

PRIETO, A.M; ZOFIO, J.L. (2001). Evaluating Effectiveness in Public Provision of Infrastructure and Equipment: The Case of Spanish Municipalities. *Journal of productivity Analysis*. v.15, n. 1, p. 41 - 58.

PRZEWORSKI, A. (1996). Reforma do Estado: responsabilidade política e intervenção econômica. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, ano II, n.32, p. 18-40.

PUIG-JUNOY, J. (2001). Technical Inefficiency and Public Capital in U.S. States: A Stochastic Frontier Approach. *Journal of Regional Science*, v. 41, n. 1, p.75-96.

RATTON Jr., J.L.A.; MORAIS, J.V. (2003). Para ler Jon Elster: limites e possibilidades da explicação por mecanismos nas ciências sociais. *Dados*, n. 46, v. 2, p. 385-410.

REBELATTO, D.A.N; RODRIGUEZ,M.J.;AYUSO, I.A. (2003). El Capital en Infraestructuras y el processo productivo: un análisis a partir de técnicas fronteras. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ENGINEERING AND OPERATIONS MANAGEMENT, Ouro Preto, MG. *Anais ...*

_____ (2004). Análisis de las políticas de inversión en capital público y humano de los estados miembros en la productividad de la UE-15 In: *XVII SLADE - CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE ESTRATÉGIA*, Balneário de

Camburiu (SC), *Anais...*

REZENDE, F. (2001). *Finanças Públicas*. São Paulo: Atlas.

RIANI, F. (1997). *Economia do setor público*. 3 ed. São Paulo: Atlas.

RIGOLON, F.J. Z.; PICCININI, M.S. (1997). O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado. Rio de Janeiro: Ipea, dez. 1997 (Texto para Discussão, 63).

ROBERT, F. ; PORET, P. (1991). Infrastructure and Private-sector Productivity, *Economic Studies*, n.17.

RODRIGUEZ, M.J. D.; AYUSO, I.A. (2002). Convergência em eficiência técnica de lãs regiones espanõlas, 1980-1995. *Convocatória editorial segundo semestre de 2002*, Universidad Rey Juan Carlos. (Mimeo)

RODRIGUEZ, M.J.D.; AYUSO, I.A. (1999a). Las Infraestructuras Productivas em Espenã y su Distribucion Regional: Uma Propuesta de Estimacion em Unidades Físicas, 1985-1995. Instituto Universitario Ortaga y Gasset. (Mimeo)

_____ (1999b). Convergencia em efciencia técnica de Lãs regiones españolas, 1980-1995. Universidad Rey Juan Carlos. (Mimeo)

RODRIGUEZ, M.J.D. (1998). *El capital público em la economia española*. Madrid: Universidad Europea-CEES Ediciones. (Mimeo)

ROSTOW, W. W. (1974). *As etapas do desenvolvimento econômico*. Rio de Janeiro: Zahar Editores.

ROYUELA, V.; SURINACH, J.; REYES; M. (2003). Measuring Quality Of Life in Small Areas Over Different Periods Of Time. *Social Indicators Research*, v. 64, p. 51–74.

SAMPAIO, L. M. B.; RAMOS, F. S.; SAMPAIO, Y. (2005). Privatização e eficiência das usinas hidrelétricas brasileiras. *Economia Aplicada*, July./Sept., v. 9, n.3, p.465-480.

SAMUELSON, P. (1955). Diagramatic exposition of a theory of public expenditures. *Review of Economics and Statistics*, v. 37, p. 350–356.

SAMUELSON, P. (1958). Aspects of Public Expenditure Theories, *Review of Economics and Statistics*, v. 40, n. 4, p. 332-338.

SANT'ANNA, A. P.; OLIVEIRA, C. A. (2002). Análise da Produtividade do Setor Odontológico do Sistema de Saúde da Marinha utilizando o Índice de Malmquist. In: XXII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO (ENEGEP), Curitiba. *Anais...*

SANTOS, E.M.; PAMPLONA, E.O. (2005). Teoria das Opções Reais: uma atraente opção no processo de análise de investimentos. *Revista de Administração da USP (RAUSP)*, v. 40, n. 3, julho, agosto, setembro, p. 1- 41.

SALINAS-JIMÉNEZ, M. M. (2003). Technological Change, Efficiency Gains and Capital Accumulation in Labour Productivity Growth and Convergence: An Application to the Spanish Regions, *Applied Economics*, v. 35, n.17, (November), p. 1839-51.

- SARTE, P. D. G.; SOARES, J. (2003). Efficient public investment in a model with transition dynamics. *Economic Quarterly*, Winter, p.33-50.
- SAVI, E. (2007). Parcerias público-privadas (PPPs) na Irlanda e no Chile: alternativa de alavancagem para o desenvolvimento em infra-estrutura no cenário brasileiro. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade de São Paulo.
- SCHMIDT, P. (1986). Frontier Production Functions. *Econometric Reviews*, v. 4, p. 289-328.
- SCHMIDT, P.; LOVELL, K. (1979). Estimating Technical And Allocative Relative To Stochastic Production Cost Frontiers. *Journal of Econometrics*, v. 9, p. 343 -366.
- SENGUPTA, J. K. (1989). Efficiency Analysis by Production Frontiers: The Nonparametric Approach. Kluwe Academics Publishers. 246 p.
- SHARPE, W. F. (1964). Capital asset prices: a theory of market equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, vol. 19, p. 425-442.
- SHIRLEY, C.; WINSTON, C. (2004). Firm inventory behavior and the returns from highway infrastructure investments. *Journal of Urban Economics*, v. 55, n. 2, p. 398-415.
- SILVA, L.M. (2000). *Contabilidade Governamental: um enfoque administrativo*. 4ed. São Paulo: Atlas.
- SILVA, R. T. (2002). *Eficiência e eficácia da ação governamental: uma análise comparativa de sistemas de avaliação*. Relatório técnico. Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA.
- SOARES DE MELLO, J.C.C.B; MEZA, L.A.; GOMES, E.G.; BIONI NETO, L. (2005a). Curso de Análise de Envoltória de Dados, In: XXXVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL (SBPO). Gramado, RS.
- SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; MEZA, L. A.; GOMES, E. G. *et al.* (2005b) Limites para eficiências não radiais em DEA: uma abordagem vectorial. *Investigação Operacional*, v. 25, n. 2, p. 243-252.
- SOARES JUNIOR, J.S.; QUINTELLA; R.H. (2001). Indicadores Sociais e econômicos de baixo custo e sua utilidade na gestão da interface entre governos estadual e municipal, O&S, v. 9, n. 25, p. 45-60.
- SOLOW, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, v. 70, n. 1, p. 65-94.
- SOUSA JÚNIOR, W. C.; REID, J. (2005). Investimentos em infra-estrutura e políticas de conservação no Brasil. *Megadiversidade*, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 189-197.
- SOUZA, C. (2003). Estado do Campo da pesquisa em políticas públicas no Brasil. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 18, n. 51, p. 15-20.
- SOUZA, D.P.H. (2003). *Avaliação de métodos paramétricos e não paramétricos na análise da eficiência da produção de leite*. Dissertação (Mestrado) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

STEPHAN, A. (2003). Assessing the contribution of public capital to private production: evidence from the German manufacturing sector, *International Review of Applied Economics*, v. 17, n. 4, p. 399-417.

STIGLITZ, J. E. (1986). *Economics of the public sector*. 3rd ed. W.W. Norton, New York.

STURM, J.E.; HAAN, J. (1995). IS public expenditure really productive? New evidence for the US and the Netherlands. *Economic Modelling*, v. 12, n. 1, p.60-72.

SUEYOSHI, T.; AOKI, S. (2001). A use of a nonparametric statistic for DEA frontier shift: the Kruskal and Wallis rank test. *OMEGA: The International Journal of Management Science*, v. 29, p. 1-18.

TATOM, J. (1991). Public Capital and Private Sector Performance. *Review of the Federal Reserve Bank of Louis*, v. 78, n. 3, p. 3-15.

TEIXEIRA, H. J.; TEIXEIRA, H. J.; SANTANA, S. M. (1994). *Remodelando a Gestão Pública*. 1. ed. São Paulo: Edgard Blücher, p. 85-93.

THANASSOULIS, E. (2001). *Introduction to the theory and application of data envelopment analysis: a foundation text with integrated software*, Kluwer Academic Publishers.

TRIGEORGIS, L. (1993). The nature of options interactions and the valuation of investments with multiple real options. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, v. 28, p. 1-20.

_____ (1996). *Real options: Managerial flexibility and strategy in resource allocation*. Cambridge. The MIT Press.

_____ (1995). *Real options in capital investment: models, strategies, and applications*. Westport: Praeger.

TROSA, S. (2001). *Gestão pública por resultados: quando o Estado se compromete*. Rio de Janeiro: Revan ENAP.

TRZESNIAK, P. (1998). Indicadores quantitativos: reflexões que antecedem seu estabelecimento. *Ciências Informação*, Brasília, v. 27, n. 2, maio/ago, p. 159-164.

VARELA, P. S.; MARTINS, G. A. (2005). Indicadores Sociais no Processo Orçamentário do Setor Público: Possibilidades e Limites. In: XXIX ENCONTRO ANUAL DOS PROGRAMAS DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ADMINISTRAÇÃO (ENAPAD), Brasília, *Anais...*

VARIAN, H.R. (1992). *Microeconomic Analysis*, 3rd Edition. New York and London: W.W. Norton.

VASCONCELLOS, M.A.S.; GARCIA, M.E. (2004). *Fundamentos de Economia*. São Paulo: Saraiva.

VEENHOVEN, R. (2002). Why Social Policy Needs Subjective Indicators. *Social Indicators Research*, v. 58, n. 1-3, p. 33 - 46.

VILELA, D.L. (2004). *Utilização do método Análise Envoltório de Dados Para Avaliação do Desempenho Econômico de Cooperativas de Crédito*. Dissertação (Mestrado) da Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.

- VILLELA, A.V.; MACIEL, C.S. (1999). A Regulação do Setor de Infra-Estrutura Econômica: uma comparação internacional. . In: *Texto para Discussão*, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada/IPEA, n. 684, p. 1-112.
- VOGEL, H.A.; GRAHAM, A. (2006). Comparison of alternative airport performance measurement techniques: A European case study. *Journal of Airport Management*, v. 1, n. 1, September, p. 1750-1946.
- VOSS, P.; CHI, G. (2006), Highways and Population Change, *Rural Sociology Society*, v.71, n. 1, p. 33–58.
- VRIES, M. S. (1999). Desenvolvimento na Europa: a idéia das gerações de políticas públicas, *Revista de Administração (RAUSP)*, v. 34, n. 1, janeiro / março.
- WAGNER, A. (1958). Three extracts on public finance. In: MUSGRAVE, R.A.; PEACOCK, A.T. *Classics in the theory of public finance*. Londres: Macmillan.
- WIBOWO, A.; KOCHENDÖRFER, B.(2005). Financial Risk Analysis of Project Finance in Indonesian Toll Roads. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 131, n. 9, p.963-972.
- WINSTON, C.; BOSWORTH, B. (1992). Public Infrastructure. In: *Setting domestic priorities: What can government do?* (Org. Henry J. AARON e Charles L. SCHULTZE), Washington, DC: Brookings Institution, p. 267-293.
- WORTHINGTON, A.C.; LEE, B.L. (2005). Efficiency, technology and productivity change in Australian universities 1998-2003. Working Paper 05/01, University of Wollongong, School of Accounting and finance.
- WYLIE, P.J. (1996). Infrastructure and Canadian Economic Growth, *Canadian Business Economics*, v. 3, n. 2, Winter.
- YAMANO, N.; OHKAWARA, T. (2000). The regional allocation of public investment: efficiency or equity? *Journal of Regional Science*, v. 40, n. 2, p. 205-229.
- YE, S.; TIONG, R.L (2000). NPV-at risk method in infrastructure project investment evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, v. 126, n. 3, p.227-233.
- YOSHINO, N; NAKAHIGASHI, M (2000). The Role of Infrastructure in Economic Development. In: *Second Annual Global Development Conference Beyond Economics*. Disponível: http://www2c.biglobe.ne.jp/~m_naka/official/paper/gdnohp.pdf. Acesso: 25-03-2005.