

Investimentos em Infraestrutura no Nordeste: Projeções de Impacto e Perspectivas de Desenvolvimento¹

RESUMO

O artigo analisa um conjunto de simulações de programas de infraestrutura (Saneamento, Habitação, Recursos Hídricos, Rodovias e Energia Elétrica) na região Nordeste do Brasil, anunciados pelo governo federal no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), a partir de um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional. Os resultados indicam o impacto potencial destes projetos para a região, assim como alguns condicionantes que limitam a internalização desses ganhos.

PALAVRAS-CHAVE

Economia Regional. Desigualdade Regional. Infraestrutura. Equilíbrio Geral Computável.

Edson Paulo Domingues

- Professor Adjunto da Faculdade de Ciências Econômicas e Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Héder Carlos de Oliveira

- Doutorando em Economia, Cedeplar-UFMG.

Francisca Diana Ferreira Viana

- Professora Adjunta do Centro de Educação Aberta e a Distância (CEAD), da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).

¹ Este trabalho foi elaborado a partir de bases de dados e metodologias desenvolvidas no âmbito do projeto "Estudo para Subsidiar a Abordagem da Dimensão Territorial do Desenvolvimento Nacional no PPA 2008-2011 e no Planejamento Governamental de Longo Prazo", gerenciado pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. CGEE. Disponível em: <www.cgee.org.br>. E contratado pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Os resultados e análise neste trabalho refletem a opinião dos autores.

1 – INTRODUÇÃO

A literatura tem enfatizado o papel dos gastos em infraestrutura como variável determinante para o crescimento econômico. Diversos estudos enfatizaram a relação positiva entre produtividade, crescimento econômico e capital público. Aschaur (1989) estimou, usando dados anuais, o impacto do capital público não-militar sobre a produtividade do capital e a produtividade total dos fatores para um conjunto de países industriais desenvolvidos. Os resultados encontrados revelaram uma forte relação entre o capital público e a produtividade total dos fatores e do capital.

Para melhor entender como se dá essa relação, deve-se destacar como os gastos em infraestrutura impactam sobre a produtividade. Segundo Ferreira (1994a), o mecanismo de propagação se processa da seguinte forma: para uma dada quantidade de fatores privados, melhores estradas, energia e comunicação abundante e barata, eleva-se o produto final e, conseqüentemente, isto implica uma maior produtividade dos fatores privados, reduzindo o custo por unidade de insumo. A maior produtividade, por sua vez, traduz-se em elevação da remuneração dos fatores, o que estimula o investimento e o emprego.

Com a constatação teórica e empírica de que os gastos em infraestrutura repercutem no crescimento econômico, pode-se associar o baixo desempenho da economia brasileira, nas duas últimas décadas do século XX, a uma insuficiência de investimentos em infraestrutura em áreas de fundamental importância para a geração de um ambiente propício ao crescimento. Dentre as mais importantes, podem-se destacar: energia, transporte e comunicação. Notadamente, durante a década de 1970, os investimentos em infraestrutura chegaram a atingir a marca dos 27% do Produto Interno Bruto (PIB). Esse bom desempenho está relacionado tanto a fatores internos quanto externos.

O fim da década de 1970 e o início dos anos 1980 presenciaram uma redução significativa nos investimentos públicos e privados em infraestrutura. Mesmo com a retomada do crescimento do PIB a partir de 1985, os investimentos estatais continuaram caindo, chegando, em 1990, a um terço do que eram em 1980.

Dentro desse contexto, os investimentos em energia, transporte e telecomunicações não somente se tornaram insuficientes como apresentaram uma tendência declinante nos últimos anos. Na primeira metade dos anos de 1990, Ferreira (1994b) destacou que esse declínio dos gastos públicos em infraestrutura produtiva poderia comprometer o crescimento futuro da economia brasileira, pois a produção do país era transportada e embarcada a um custo elevado.

A queda no volume de investimentos em infraestrutura nas últimas décadas, associada às demais mudanças trazidas pelo processo de abertura econômica, parece ter reforçado as assimetrias regionais tanto em termos econômicos quanto sociais.

Silva e Fortunato (2007) concluem que, nas regiões menos desenvolvidas do país, a ausência de uma infraestrutura mínima, principalmente de transportes, capaz de estimular o setor privado a investir nessas regiões, compromete o potencial de crescimento. Por isso, os investimentos em infraestrutura de transporte seriam estratégicos para o governo, que deseja melhorar o potencial de crescimento das regiões menos desenvolvidas, argumento que já era defendido por Lessa (1978) e Caiado (2002).

Segundo Oliveira e Domingues (2006), a carência de investimento em infraestrutura parece acentuar as condições de continuidade das desigualdades sociais e espaciais que se manifestaram de forma intra e inter-regional na economia brasileira. A característica concentradora do crescimento brasileiro proporcionou, historicamente, a formação de uma sociedade com um dos maiores índices mundiais de desigualdade.

No início de 2007, o governo federal lançou o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). O PAC pretendia investir, em um período de quatro anos, R\$ 503,9 bilhões, sendo esses recursos provenientes das diversas esferas do governo e do setor privado. (BRASIL, 2011). No total, o PAC pretendia investir R\$ 274,8 bilhões em energia até 2010, quase 30% destinados a geração e transmissão de energia elétrica. Por fim, no setor de telecomunicações, a situação é menos preocupante em virtude da reestruturação vivida por ele, na década de 1990, com o advento das privatizações. Não parece

haver, a princípio, uma estratégia de redução das desigualdades regionais nos investimentos elencados no PAC. Além disso, esta iniciativa mostra-se pouco articulada às políticas regionais implementadas pelos bancos de desenvolvimento regional e instituições financeiras que operacionalizam os recursos dos Fundos Constitucionais.

Como apontam Paiva e Paiva (2010), é crível afirmar que o PAC não se constitui um plano nacional de desenvolvimento, estando seus projetos concentrados nos estados mais ricos da Federação. Paiva e Paiva (2010) destacam ainda que falta uma visão de planejamento integrada e sistêmica que ultrapasse o foco em projetos individuais, sobretudo numa perspectiva de integração regional do território nacional.

Embora a região Nordeste seja a segunda maior beneficiada em termos das inversões do PAC, pois, dos R\$ 503,9 bilhões inicialmente destinados ao Programa, ao Nordeste caberiam 15% (cerca de R\$ 80 bilhões) destes investimentos, ficando atrás apenas do Sudeste, que receberia 25%, pode-se notar que este montante é insuficiente para atender a demanda de infraestrutura da região Nordeste.

Dado o caráter inter-regional dos impactos econômicos do PAC, a utilização de modelos inter-regionais (ou espaciais) de Equilíbrio Geral Computável (EGC) para simular estes impactos é particularmente aconselhável.² Uma simulação com um modelo de equilíbrio geral é interpretada como: partir de um equilíbrio inicial da economia (*benchmarking*) e chegar a outro equilíbrio após uma perturbação exógena. A essa perturbação denomina-se choque. Os resultados da simulação referem-se a comparações entre os dois equilíbrios, antes e depois do choque.

Tomando-se como referência um ano-base, no presente caso o ano de 2003, as simulações são feitas levando em conta duas hipotéticas fases temporais: o “curto prazo” (fase em que os investimentos estão sendo realizados) e o “longo prazo” (fase em que os investimentos já foram realizados).

A interpretação dos resultados das simulações é realizada em termos de taxas de variação percentual.

² Vide, por exemplo, Seung e Kraybill (2001).

Os números obtidos refletem a variação em relação a uma trajetória tendencial da economia, representando apenas o efeito adicional do referido investimento. Este efeito adicional na trajetória tendencial da economia nordestina seria observado caso nenhum outro investimento em infraestrutura ocorresse no restante do país.

Dentro desse contexto, ter-se-ia que, caso os investimentos do PAC destinados somente à região Nordeste ocorressem, o PIB da região crescería, no curto prazo, a uma taxa de 1,25% a.a. acima da tendência observada sem os investimentos do Programa. E no longo prazo, este crescimento seria de 5,65% a.a., como será abordado adiante.

Portanto, o objetivo deste trabalho é analisar o efeito do conjunto de investimentos em infraestrutura abrangidos pelo PAC, na região Nordeste, a partir de um modelo EGC inter-regional para o Brasil. Na próxima seção, são descritos os investimentos em infraestrutura selecionados para as simulações com o modelo de equilíbrio geral computável. O modelo é apresentado na seção 3. A seção 4 apresenta as hipóteses na operacionalização do modelo e o resultado das simulações. A seção 5 tece alguns comentários finais.

2 – INVESTIMENTOS EM INFRAESTRUTURA NO NORDESTE: PROJEÇÕES PARA O PERÍODO 2008-2011

A necessidade de investimentos em infraestrutura no Nordeste torna de extrema importância as inversões que estão propostas no PAC para a região. Apesar de suprir apenas parte da insuficiência em infraestrutura, o Programa poderá ter efeitos positivos em termos do crescimento e consequente desenvolvimento da região.

Uma pesquisa em diversas fontes, eletrônicas e impressas, possibilitou a regionalização (por estado da Federação) dos investimentos do PAC para os objetivos de simulação deste trabalho. Embora fossem coletados os dados para os investimentos em todo o país, apenas os que recaem sobre o Nordeste serão analisados. O objetivo deste procedimento é isolar o efeito dos investimentos na região e seus impactos.

Os investimentos em infraestrutura foram agregados em nove agrupamentos: Saneamento, Habitação, Eletricidade, Luz para Todos, Recursos Hídricos, Transporte Urbano, Rodovias, Logística (ferroviária, aeroviária, hidroviária e infraestrutura portuária) e Telecomunicações.

Nos casos dos agrupamentos de Saneamento e Habitação, optou-se pelos investimentos contidos no Plano de Aceleração do Crescimento (PAC). O critério de estimativa do volume destes investimentos é baseado na demanda potencial, calculada a partir dos seus respectivos déficits. Na sua aceção original, estes investimentos correspondem aos valores brutos que não discriminam em cada agrupamento os investimentos realizados com base na tendência recente daqueles líquidos, adicionais aos níveis históricos. Nas simulações, como o objetivo é verificar o efeito destes investimentos em relação a uma linha referencial da economia, consideram-se apenas os investimentos líquidos, estimados a partir de coeficientes de tendência das séries históricas. Para isso, procedimentos econométricos foram utilizados para a separação do componente tendencial de cada agrupamento destes investimentos de infraestrutura.³ O componente líquido destes investimentos, como proporção do total anunciado, foi aplicado a todos os desembolsos estaduais, representando, portanto, uma taxa uniforme de desconto. O mesmo procedimento foi aplicado aos investimentos em Telecomunicações anunciados pelas operadoras.

Para os demais agrupamentos (Eletricidade, Luz para Todos, Recursos Hídricos, Transporte Urbano, Rodovias, Logística e Telecomunicações), os valores se referem a informações obtidas de diversas fontes.⁴ Em linhas gerais, Recursos Hídricos referem-se a obras de integração e revitalização de bacias (principalmente a do Rio São Francisco), sistemas de adutoras, sistemas de abastecimento e projetos de irrigação. Transporte

Urbano são as obras metroviárias em Salvador, Recife e Fortaleza. O agrupamento Rodovias são os projetos da BR-230-PB (duplicação João Pessoa-Campina Grande), BR-116-BA (execução de Ponte sobre o Rio São Francisco — Divisa PE-BA), PPP-BR-116-324-BA (Salvador-Feira de Santana — Divisa BA-MG — Parceria Público-Privada), BR-101-Nordeste (Duplicação e Adequação de Capacidade Natal- Entroncamento BR-324). O agrupamento Logística representa: seis melhorias em aeroportos (Fortaleza, Natal, João Pessoa, Parnaíba-PI, Recife e Salvador); a Ferrovia Transnordestina, o acesso ferroviário ao porto de Juazeiro, o contorno ferroviário de São Felix e a variante Ferroviária Camaçari-Aratu; obras no Porto de Itaquí; acesso da B-135-MA ao Porto de Itaquí; dragagem dos Portos de Fortaleza, Natal e Salvador e Suape; a Via Expressa Portuária de Salvador; o acesso ao Porto de Suape; o Terminal Salineiro de Areia Branca e a Hidrovia São Francisco. O agrupamento de Eletricidade são investimentos diversos em infraestrutura energética (linhas de transmissão, unidades hidroelétricas, termogeradoras etc.). O programa Luz para Todos representa investimentos na expansão da rede elétrica, principalmente em regiões rurais e afastadas dos grandes centros urbanos. Os desembolsos estaduais de cada um desses projetos foram detalhados de forma a se obter uma estimativa dos investimentos específicos de cada agrupamento.

Nas simulações, a hipótese é que estes investimentos sejam construídos entre 2008 e 2011 e se tornem operacionais a partir de 2012. Assim, os desembolsos totais dos projetos foram distribuídos por um período de quatro anos e deflacionados para o ano-base do banco de dados do modelo (2003). Estes investimentos representam uma injeção anual de recursos de 7,63% do PIB do Nordeste. (Tabela 1). A distribuição espacial destes investimentos é mais representativa, como proporção do PIB estadual, nos Estados do Piauí, Maranhão e Ceará. Nestes estados, os agrupamentos mais relevantes de investimento são Saneamento e Habitação, capturando seu caráter redistributivo (que privilegia as regiões de maior déficit nestes itens).

A próxima seção descreve as principais características do modelo de equilíbrio geral utilizado nas simulações.

3 Em primeiro lugar foram calculadas equações para verificar a tendência histórica do crescimento dos investimentos nos diversos setores. De posse do nível tendencial de crescimento, foram realizadas projeções a partir dos níveis de investimento em 2006 (em valores monetários) até 2011. A diferença percentual entre os valores monetários projetados e aqueles previstos pela carteira de investimentos foi considerada como o incremento no investimento para cada setor.

4 Ministério dos Transportes, Ministério da Integração Regional, Empresa de Pesquisa Energética etc.

Tabela 1 – Projeção de Investimentos Anuais em Infraestrutura no Nordeste de 2008 a 2011 (Participação % no PIB Estadual, Ano-base 2003)

Agrupamento	MA	PI	CE	RN	PB	PE	AL	SE	BA	NE
Eleticidade	3,61	1,81	0,17	0,46	0,14	1,47	0,95	0,16	0,36	0,83
Luz para Todos	2,18	2,49	0,76	0,29	0,35	0,21	0,68	0,31	0,85	0,75
Logística	0,59	0,10	2,07	0,15	0,05	0,68	-	-	0,22	0,54
Recursos Hídricos	0,18	2,21	0,72	0,27	0,38	0,64	1,45	1,27	0,79	0,76
Rodovias	-	-	-	1,1	1,27	0,35	1,43	1,29	0,50	0,53
Telecomunicações	1,03	1,31	1,15	1,06	1,05	0,94	1,21	0,78	0,76	0,95
Transp. Urbano	-	-	0,47	-	-	0,18	-	-	0,17	0,16
Saneamento	3,47	3,26	2,04	1,50	1,65	1,22	1,59	0,80	1,19	1,57
Habitação	1,52	3,48	3,66	0,10	1,89	1,49	1,09	0,30	1,06	1,56
Total	12,58	14,65	11,03	4,95	6,79	7,19	8,42	4,91	5,90	7,63

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

3 – MODELO DE EQUILÍBRIO GERAL COMPUTÁVEL MULTIRREGIONAL

O modelo de equilíbrio geral computável multirregional utilizado neste trabalho segue a estrutura teórica do modelo TERM, um acrônimo em inglês para *The Enormous Regional Model* (HORRIDGE; MADDEN; WITTWER, 2005), calibrado para informações da economia brasileira. O TERM é um modelo de equilíbrio geral computável multirregional do tipo Johansen, em que a estrutura matemática é representada por um conjunto de equações linearizadas e as soluções são obtidas na forma de taxas de crescimento. O TERM decorre do contínuo desenvolvimento do modelo ORANI (DIXON et al., 1982) e de sua versão genérica, o ORANI-G. (HORRIDGE, 2000).

O modelo utilizado neste artigo é denominado *Integrated Multi-regional Applied General Equilibrium Model for Brazil* (Imagem-B), devido ao banco de dados específico para a economia brasileira e as alterações em sua estrutura teórica.⁵ O Imagem-B é um modelo multirregional *bottom-up*, em que resultados nacionais são agregações de resultados regionais. O modelo permite simular políticas geradoras de impactos sobre preços específicos das regiões, assim como modelar a mobilidade regional de fatores (entre regiões ou setores). Outra característica importante e

específica do Imagem-B é a capacidade de lidar com margens de transporte e comercialização diferenciadas regionalmente. Essa especificidade permite que políticas, por exemplo, direcionadas à melhoria da infraestrutura de transportes sejam detalhadamente especificadas.

Uma das principais características do modelo Imagem-B, comparativamente aos modelos regionais baseados no Monash-MRF (ADAMS; HORRIDGE; PARMENTER, 2000), é sua capacidade computacional de trabalhar com um grande número de regiões e setores a partir de uma base de dados mais simples. Esta característica decorre da estrutura mais compacta da base de dados e de hipóteses simplificadoras na modelagem do comércio multirregional. O modelo assume que todos os usuários de bens industriais, numa região em particular, por exemplo, utilizam-se, como origem, das demais regiões em proporções fixas. Dessa forma, a necessidade de dados de origem por usos específicos no destino é eliminada, assim com a necessidade destas informações no banco de dados. Esta é uma hipótese usual em modelos EGC para comércio internacional, como o *Global Trade Analysis Project* (GTAP). (HERTEL, 1997). Esta especificação do banco de dados é uma vantagem do modelo Imagem-B em termos de implementação, dadas as restrições de informações regionais de fluxos de bens. No caso brasileiro, por exemplo, existem matrizes de comércio interestadual por setores (VASCONCELOS; OLIVEIRA, 2006), mas não há informação sobre a destinação por uso nas regiões compradoras, isto é, as matrizes representam o fluxo agregado (para todos os usos

⁵ O modelo e sua base de dados foram desenvolvidos no âmbito do projeto descrito anteriormente. Contribuíram ao seu desenvolvimento Mauro Borges Lemos, Ricardo Ruiz, Ricardo Martins e Sueli Moro (do Cedeplar-UFMG); Joaquim Bento de Souza Ferreira-Filho (Esalq-USP); Mark Horridge e James Giesecke (CoPS-Monash University, Austrália).

no destino) total de bens e serviços entre estados brasileiros. Esta informação foi utilizada para calibrar as matrizes de comércio do modelo Imagem-B, o que o distingue das versões calibradas para outros países.

A seguir, algumas características da estrutura teórica do modelo são comentadas.

4 – MECANISMO DE COMPOSIÇÃO POR ORIGEM DAS DEMANDAS REGIONAIS

A Figura 1 ilustra os detalhes do sistema de composição por origem das demandas do modelo Imagem-B. Embora a figura represente a composição da demanda das famílias do Ceará por alimentos, o mesmo diagrama se aplica para os outros bens e usos do modelo, sejam setores ou usuários finais. A figura está segmentada em quatro níveis, de cima para baixo. No primeiro nível (I), as famílias escolhem entre alimentos doméstico e importados (de outro país) e esta escolha é descrita por uma especificação CES (hipótese de Armington). As demandas são relacionadas aos valores de compra específicos por uso. A elasticidade de substituição entre o composto doméstico e importado é S_x . Este parâmetro costuma ser específico por bem mais comum por uso e região de uso, embora estimativas diferenciadas possam ser utilizadas. As demandas por bens domésticos numa região são agregadas (para todos os usos) de forma a determinar o valor total. A matriz de uso é valorada em preços de “entrega” – que incluem os valores básicos e de margem, mas não os impostos por uso específico.

O próximo nível (II) trata da origem do composto doméstico entre as várias regiões. Uma matriz mostra como esse composto é dividido entre as r regiões de origem. Novamente, uma especificação *Constant Elasticity of Substitution* (CES) controla esta alocação, com elasticidade S_d . A especificação CES implica que regiões com queda de custo relativo de produção aumentam seu *market share* na região de destino do produto. O mecanismo de substituição é baseado em preços de entrega, que incluem margens de comércio e de transporte. Portanto, mesmo que os preços de produção estejam fixos, alterações nos custos de transporte afetam os *market shares* regionais. Note-se que as variáveis neste nível não possuem o subscrito

por uso – a decisão é feita com base em todos os usos (como se os atacadistas, e não os usuários finais, decidissem a origem dos alimentos importados de outras regiões). A implicação desta hipótese é que, no Ceará, a proporção de alimentos provenientes da Bahia, por exemplo, é a mesma no uso das famílias e nos demais usos, como para insumos intermediários dos setores. Esta característica está de acordo com o banco de dados disponível para o comércio interestadual brasileiro, que não especifica o uso dos fluxos por estado de destino.

O nível III mostra como os alimentos da Bahia “entregues” no Ceará são compostos pelos valores básicos e margens de comércio e transporte rodoviário, ferroviário, e outros. A participação de cada componente no preço de entrega é determinada por uma função do tipo Leontief, de participações fixas. Dessa forma, elimina-se a hipótese de que ocorra substituição entre margens de comércio e de transporte dos diversos modais. A participação de cada margem no preço de entrega é uma combinação de origem, destino, bem e fonte. Por exemplo, espera-se que a participação dos custos de transporte no preço de entrega seja elevada entre duas regiões distantes, ou para bens com elevada participação dos custos de transporte em seu preço.

A parte final da hierarquia de substituição (V) indica como as margens sobre alimentos da Bahia para o Ceará podem ser produzidas em diferentes regiões. A figura mostra o mecanismo de origem para as margens de transporte rodoviário, mas também se aplica aos outros modais. Espera-se que estas margens sejam distribuídas mais ou menos equitativamente entre origem (Bahia) e destino (Ceará), ou entre regiões intermediárias, no caso de transporte entre regiões mais distantes (por exemplo, Bahia e Mato Grosso). Existe algum grau de substituição nos fornecedores de margem regulada pela elasticidade S_r . Esta elasticidade pode capturar certa capacidade de os transportadores realocarem seus depósitos de armazenagem ao longo de rotas (um parâmetro típico para esta substituição é 0,5). Para as margens de comércio, por outro lado, espera-se que uma maior parte da margem seja produzida na região de destino (uso); então, o escopo para substituição deve ser menor (a elasticidade pode ser calibrada para algo próximo de zero, como

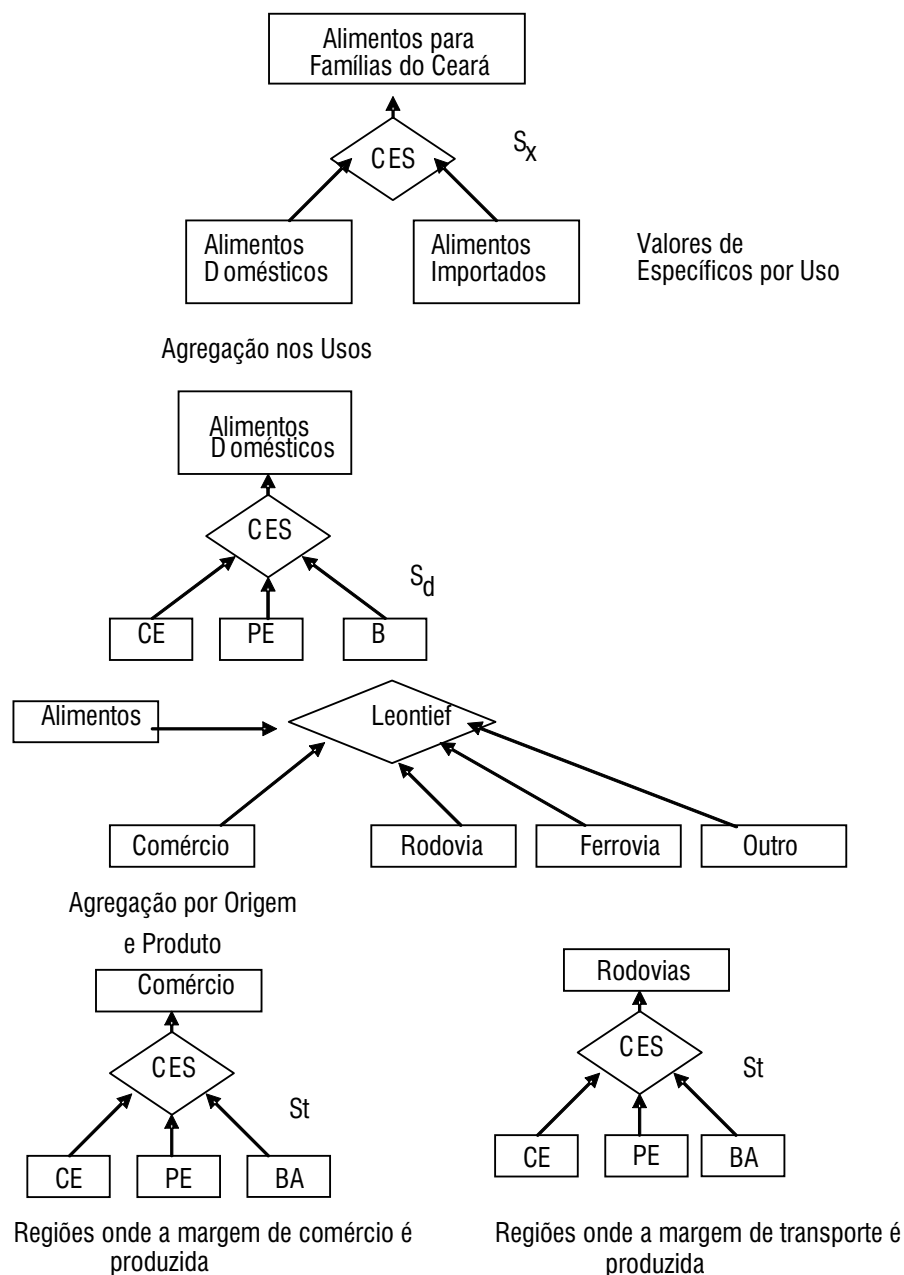


Figura 1 – Mecanismo de Composição da Demanda no Modelo Imagem-B

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

0,1). Novamente, esta decisão de substituição é tomada no nível agregado. A hipótese implícita é que a participação de Pernambuco, digamos, na provisão de margens na comercialização de bens entre a Bahia e Santa Catarina, é a mesma, não importando o bem que esteja sendo transportado.

O mesmo mecanismo de origem de fluxos é aplicado aos bens importados, mas traçando sua

origem ao porto de entrada e não à região de origem (que é o mercado externo).

5 – TECNOLOGIA DE PRODUÇÃO SETORIAL

Cada setor regional pode produzir mais de um bem, utilizando-se de insumos domésticos e importados, trabalho e capital. Esta opção pode ser tratável a

partir de hipóteses de separabilidade, que reduzem a necessidade de parâmetros. Assim, a função de produção genérica de um setor é composta de dois blocos, um que diz respeito à composição da produção setorial e outro que diz respeito à utilização dos insumos. Estes blocos estão conectados pelo nível de atividade setorial.

5.1 – Demanda das Famílias

Existe um conjunto de famílias representativas em cada região, que consome bens domésticos (das regiões da economia nacional) e bens importados. A especificação da demanda das famílias é baseada num sistema combinado de preferências CES/Klein-Rubin. As equações de demanda são derivadas a partir de um problema de maximização de utilidade cuja solução segue passos hierarquizados. No primeiro nível, ocorre substituição CES entre bens domésticos e importados. No nível superior subsequente, há uma agregação Klein-Rubin dos bens compostos; assim, a utilidade derivada do consumo é maximizada segundo essa função de utilidade. Essa especificação dá origem ao sistema linear de gastos (LES), no qual a participação do gasto acima do nível de subsistência, para cada bem, representa uma proporção constante do gasto total de subsistência de cada família.

5.2 – Demanda por Investimentos

Os “investidores” são uma categoria de uso da demanda final, responsáveis pela produção de novas unidades de capital (formação bruta de capital fixo). Estes escolhem os insumos utilizados no processo de criação de capital por meio de um processo de minimização de custos sujeito a uma estrutura de tecnologia hierarquizada. Esta tecnologia é similar à de produção, com algumas adaptações. Como na tecnologia de produção, o bem de capital é produzido por insumos domésticos e importados. No primeiro nível, uma função *Constant Elasticity of Substitution* (CES) é utilizada na combinação de bens de origens domésticas e importadas. No segundo nível, um agregado do conjunto dos insumos intermediários compostos é formado pela combinação em proporções fixas (Leontief), o que define o nível de produção do capital do setor. Nenhum fator primário é utilizado diretamente como insumo na formação de capital.

Existem três configurações possíveis do modelo para exercícios de estática comparativa, que assumem hipóteses distintas sobre o comportamento do investimento. A alternativa escolhida na simulação dependerá das características do experimento, como horizonte temporal (curto ou longo prazo) e mobilidade do capital.

A utilização do modelo em estática comparativa implica que não existe relação fixa entre capital e investimento; essa relação é escolhida de acordo com os requisitos específicos da simulação. Por exemplo, em simulações típicas de estática comparativa de longo prazo assume-se que o crescimento do investimento e o do capital são idênticos. (PETER et al., 1996).

A primeira configuração especifica que a criação do novo estoque de capital em cada setor está relacionada com a lucratividade do setor. Como discutido em Dixon et al. (1982), este tipo de modelagem se preocupa primordialmente com a forma como os gastos de investimento são alocados setorialmente e não com a determinação do investimento privado agregado. Além disso, a concepção temporal de investimento empregada não tem correspondência com um calendário exato; esta seria uma característica necessária se o modelo tivesse o objetivo de explicar o caminho de expansão do investimento ao longo do tempo. Destarte, a preocupação principal na modelagem do investimento é captar os efeitos de choques na alocação do gasto de investimento do ano corrente entre os setores.

5.3 – Demanda por Exportações, do Governo e Estoques

Em um modelo onde o Resto do Mundo é exógeno, a hipótese usual é definir curvas de demanda negativamente inclinadas nos próprios preços no mercado mundial. No Imagem-B, um vetor de elasticidades (diferenciado por produto, mas não por região de origem) representa resposta da demanda externa a alterações no preço Free on Board (FOB) das exportações. Termos de deslocamentos no preço e na demanda por exportações possibilitam choques nas curvas de demanda.

As funções de demanda por exportações representam a saída de bens compostos que deixam

o país por uma determinada região (porto). Como a mesma especificação de composição por origem da demanda se aplica às exportações, o modelo pode capturar os custos de transporte de, por exemplo, exportações de produtos do Ceará exportados pelo porto de Recife (Pernambuco). Esta característica distinta do modelo permite diferenciar o local de produção do bem exportado e seu ponto (região) de exportação. Convém notar que esta informação (volume de exportações estaduais que deixam o país por determinado porto de saída) está disponível para o Brasil no sistema Alice, da Secex, e foi utilizada na calibragem do modelo.

A demanda do governo regional no modelo representa a soma das demandas das esferas de governo (federal, estadual e municipal). A demanda do governo não é modelada explicitamente; pode tanto seguir a renda regional como um cenário exógeno. O modelo possui termos de deslocamento que permitem variações de componentes específicos da demanda do governo (por bem ou região) que podem acomodar dispêndios específicos associados a cenários macroeconômicos. Por fim, a variação de estoques é ligada ao nível de produção do setor regional. Assim, o volume de estoques, doméstico ou importado, de cada setor, varia de acordo com a produção setorial. Assim como no modelo nacional, outra alternativa é tornar a variação de estoques fixa por meio de uma escolha apropriada do fechamento do modelo.

6 – MERCADOS DE TRABALHO

O modelo não possui uma teoria para a oferta de trabalho. As opções de operacionalização do modelo são duas: i) emprego exógeno (fixo ou com variações determinadas por características demográficas históricas) com salários ajustando-se endogenamente para equilibrar o mercado de trabalho regional; ii) salário real (ou nominal) fixo e o emprego determinado pelo lado da demanda no mercado de trabalho. As opções de operacionalização do modelo permitem regras alternativas de funcionamento para o mercado de trabalho: i) emprego nacional exógeno (fixo ou com variações determinadas por características demográficas históricas), com migração, ajustando-se endogenamente para equilibrar o mercado de trabalho

ou impacto nos salários relativos; ii) salário real (ou nominal) fixo e o emprego determinado pelo lado da demanda no mercado de trabalho em cada região (ausência de migração).

Na configuração-padrão de “curto prazo”, todos os salários estão indexados ao índice de preços da demanda final na região ou, então, indexados a um índice nacional de preços. Na configuração típica de “longo prazo”, o emprego nacional é exógeno, implicando na resposta endógena do salário médio, com diferenciais de salário setoriais e regionais fixos. Assim, há mobilidade intersetorial e regional de trabalho.

7 – EQUILÍBRIO DE MERCADOS, DEMANDA POR MARGENS E PREÇOS DE COMPRA

O modelo opera com equações de equilíbrio de mercado para todos os bens consumidos localmente, tanto domésticos como importados. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são a soma dos valores básicos, impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens. Impostos sobre vendas são tratados como taxas *ad valorem* sobre os fluxos básicos. Há equilíbrio de mercado para todos os bens, tanto domésticos como importados, assim como no mercado de fatores (capital e trabalho) em cada região. As demandas por margens (de transporte e de comércio) são proporcionais aos fluxos de bens aos quais as margens estão conectadas. Os preços de compra para cada um dos grupos de uso em cada região (produtores, investidores, famílias, exportadores e governo) são a soma dos valores básicos, impostos (diretos e indiretos) sobre vendas e margens (de comércio e transporte).

O Imagem-B é um dos primeiros modelos EGC para o Brasil que implementam a possibilidade de substituição entre modais de transporte (usos de margens de transporte).⁶ Na versão corrente, existe

6 O modelo Brasil-Space especifica três modais de transporte (rodoviário, ferroviário e hidroviário) e é composto por cinco macrorregiões endógenas no Brasil, cinco regiões externas e sete setores. (ALMEIDA; GUILHOTO, 2007).

possibilidade de substituição entre as margens de transporte rodoviária e ferroviária. A substituição entre o modal rodoviário e o ferroviário segue a especificação CES, como na substituição entre domésticos e importados. Assim, uma queda de preço do transporte ferroviário comparativamente ao rodoviário gera uma substituição na margem em direção ao modal mais barato.

8 – BASE DE DADOS E PARÂMETROS

O banco de dados central do modelo apresenta dois conjuntos de matrizes representativas do uso de produtos em cada estado e dos fluxos de comércio. A matriz USE representa as relações de uso dos produtos (domésticos e importados) para 40 usuários em cada um dos 27 estados: 36 setores e quatro demandantes finais (famílias, investimento, exportações, governo). O conjunto *trade* representa o fluxo de comércio entre os estados para cada um dos 36 produtos do modelo nas duas origens (doméstica e importada). Nesse conjunto, o fluxo doméstico origem-destino de um determinado produto representa o fluxo monetário entre dois estados, para todos os usos no estado de origem, inclusive exportações. Assim, por exemplo, as exportações de produtos agropecuários do Ceará para o exterior, que saem pelo

porto de Recife (PE), também estão representadas no fluxo com origem no Ceará destinado a Pernambuco. O fluxo importado origem-destino representa a localização do ponto de entrada do produto no país e, como destino, o estado de utilização. Logo, as importações de máquinas do Mato Grosso, por exemplo, que entram pelo porto de Recife (PE) estão representadas no fluxo com origem em Pernambuco e destino no Mato Grosso.

Um grande conjunto de informações primárias foi utilizado na construção desses dois conjuntos de dados. A articulação destas é apresentada na Figura 2.

Os dados primários são as contas completas da matriz de insumo-produto nacional de 2003. (GUILHOTO; SESSO FILHO, 2005). Estes dados foram agregados em 31 setores. Os setores originais Serviços Industriais de Utilidade Pública (SIUP) e Transportes foram desagregados nessa matriz nacional a partir de coeficientes de uso, vendas e produção, obtidos de diversas fontes. Para o setor de produção e distribuição de energia, os coeficientes de uso foram obtidos a partir do Balanço Energético Anual, do Atlas de Energia Elétrica do Brasil e de informações não-publicadas disponibilizadas pela Escola de Pesquisa Energética, estas últimas específicas sobre o uso

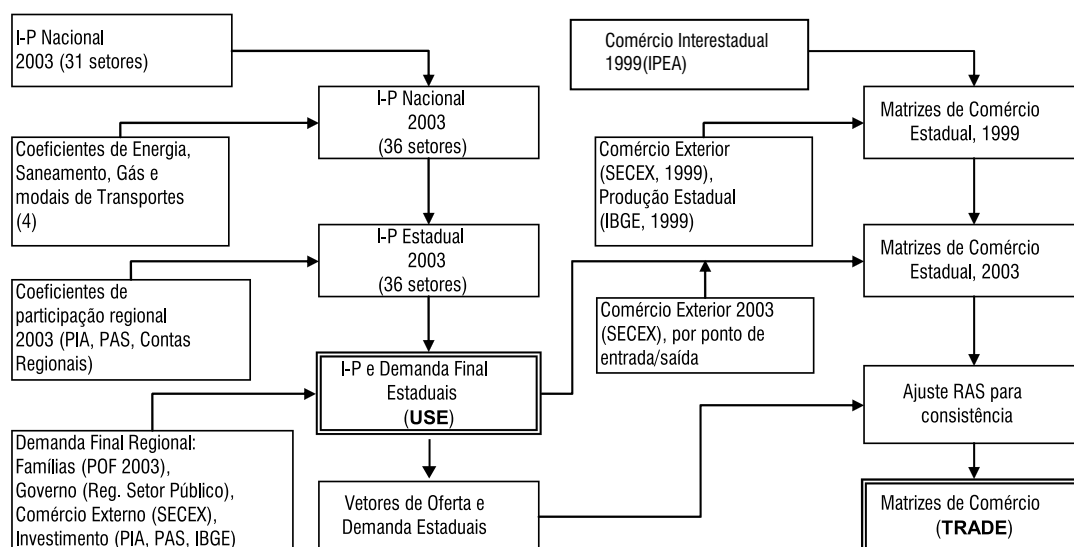


Figura 2 – Construção da Base de Dados do Modelo Imagem-B

Fonte: Elaboração própria dos autores.

de energia elétrica nos setores estaduais.⁷ Os dados de produção e distribuição de gás natural encanado foram obtidos das informações da ANP,⁸ do Balanço Energético Anual e de concessionárias de distribuição. Por fim, os dados de saneamento foram obtidos por resíduo, de forma a se manter a consistência com o total do SIUP.

A desagregação do setor de transportes em quatro modais (rodoviário, ferroviário, aéreo e outros) partiu das informações da Pesquisa Anual de Serviços (PAS) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), especialmente seu Suplemento – 2002/2003, que apresenta informações específicas sobre os modais de transportes. As estruturas de custos dos setores puderam ser obtidas a partir das informações publicadas em Wanke e Fleury (2006).

Um procedimento de ajuste de consistência foi implementado para garantir o balanceamento da matriz. Assim, obteve-se uma matriz nacional, para 2003, com os novos setores a preço de mercado. O passo seguinte foi a regionalização dessa matriz a fim de se obterem as matrizes estaduais. Assumiu-se, por hipótese, que os setores estaduais possuem a mesma tecnologia (coeficiente de insumo-produto) do respectivo setor nacional tanto para insumos intermediários (domésticos e importados) como para fatores primários (capital e trabalho). Para energia elétrica, o uso setorial-estadual desse insumo era conhecido e foi incorporado às matrizes regionais. A regionalização dos vetores da demanda final (consumo, investimento, exportações e consumo do governo) partiu de informações específicas de cada um desses componentes. Para o gasto do governo, foram utilizadas as informações da Regionalização das Transações do Setor Público do IBGE (as três esferas municipal, estadual e federal foram agregadas). Assim, o total do consumo do governo por bens da Administração Pública (setor 35) foi dividido por estado e assume-se que a oferta destes produtos é local.

O vetor nacional do investimento representa a Formação Bruta de Capital Fixo da Economia. O

modelo requer que uma matriz de investimento seja construída, indicando seu destino setorial/estadual e sua composição. Adotou-se a hipótese de que o destino setorial-estadual do investimento segue a estrutura da matriz de produção setorial/estadual e que a composição segue a unidade-padrão da Formação Bruta de Capital Fixo. O vetor nacional do consumo das famílias foi regionalizado utilizando os dados da Pesquisa de Orçamento Familiar (POF) 2002/2003 do IBGE e da renda *per capita* estadual. (IBGE, 2011a). A utilização destas informações permitiu que a estrutura de consumo das famílias em cada estado seguisse a estrutura da respectiva POF estadual e a participação do consumo estadual no consumo total seguisse a distribuição da renda.

A regionalização do vetor nacional de exportações utilizou os dados da Secex para a agropecuária e indústria. No caso do modelo Imagem-B, a regionalização requer a informação das exportações pela região de saída e não de produção. Assim, tabulações especiais do Sistema Aliceweb, da Secretaria de Comércio Exterior (Secex), foram realizadas especificando tanto o estado de produção das exportações como o estado de saída. O Aliceweb informa um conjunto de 146 pontos de saída por quatro vias: rodoviário, ferroviário, aéreo e portuário. Estes pontos de saída foram mapeados para os respectivos estados, de forma a se obterem matrizes de exportação que indicassem a origem das exportações (estado produtor) e o destino (estado de saída). A agregação dessas matrizes por estado produtor forma o vetor regional das exportações. O mesmo procedimento foi empregado para as importações.

A informação primária para a construção das matrizes de comércio são os dados de comércio interestadual de 1999, publicados em Vasconcelos e Oliveira (2006). Estes dados tiveram que ser trabalhados de forma que todos os estados estivessem representados nas matrizes (o dado original não fornece informações para cinco unidades da federação).⁹

7 Disponíveis em: <<http://ben.epe.gov.br>> e Aneel (2011).

Agradecemos a colaboração da Escola de Pesquisa Energética na disponibilização dos dados para o modelo.

8 Disponível em: <http://www.anp.gov.br/petro/dados_estatisticos>.

9 Vide Magalhães (2006) para um detalhamento dos procedimentos e resultados.

Uma distinção do modelo Imagem-B é a especificação de quatro margens de transporte que captam os principais modais de transporte: rodoviário, ferroviário, aéreo e outros (basicamente dutoviário e hidroviário). A especificação do modelo permite que a substituição entre modais de transporte ocorra, um avanço significativo na modelagem de transportes em modelos de equilíbrio geral. Além disso, as margens podem ser produzidas pelos respectivos setores modais tanto na origem quanto no destino, o que aproxima da realidade econômica (usualmente, modelos EGC tratam as margens como produzidas na região de origem). A calibragem das margens de transporte foi feita de acordo com as informações das matrizes de fluxos de comércio entre estados, descritas acima, e dados específicos de fretes e usos intermodais para o Brasil.

Um extenso conjunto de parâmetros é necessário para a calibragem do modelo. Em geral, foram utilizadas estimativas correntes na literatura para o Brasil, e algumas estimativas próprias. Por exemplo, existem poucas estimativas na literatura para o parâmetro de Frish, que é utilizado na calibragem da demanda das famílias. Os modelos Orani e Monash-MRF utilizam valores em torno de -1.82. No Brasil, o modelo Sparta utilizou -3.7 para São Paulo e -5,6 para o resto do Brasil. (DOMINGUES, 2002). Grosso modo, quanto maior este parâmetro, em módulo, menor o grau de consumo de “luxo” e maior o grau de consumo de “subsistência”. Dada a calibragem do modelo, este parâmetro, conjuntamente com as elasticidades-gasto, determina a resposta do consumo das famílias a variações de preço e de riqueza. Este parâmetro é importante na determinação do comportamento do consumo das famílias e nos resultados das simulações com o modelo. Para este projeto foi empreendida uma estimativa econométrica para o Brasil, utilizando dados da POF e das Contas Nacionais. Os resultados permitiram a estimativa de um parâmetro médio de Frish de -2,48 para o Brasil, o que o coloca, de acordo com a definição original no extrato de consumo de renda média. (FRISH, 1959, p. 189).

A elasticidade de substituição entre margens de transporte rodoviária e ferroviária controla a possibilidade de alteração no modal de transportes de bens. A estimativa deste parâmetro foi realizada a

partir das informações sobre a propensão a trocar de modais declarada pelos transportadores. (BRASIL. RESOLUÇÃO ANTT Nº 794/04, 2011). A maior possibilidade de substituição ocorre nos seguintes setores do modelo: Agropecuária, Extrativa, Minerais não-metálicos, Metalurgia, Outros metalúrgicos, Químicos e farmacêuticos, Alimentos e Produtos de madeira e mobiliário (elasticidade por volta de 2). Nos demais setores, a elasticidade é definida em 0.2, indicando o baixo grau de substituição intermodal no transporte destes produtos.

Para as elasticidades de Armington entre doméstico e importado, utilizaram-se as elasticidades estimadas em Tourinho; Kume e Pedroso (2003). Para as elasticidades de Armington entre estados, adotou-se a hipótese de elasticidades moderadas, como apontado em Haddad (2004). A elasticidade é mais elevada para os setores industriais (2,079), seguido da agropecuária (1,570) e instituições financeiras (1,385). Para energia, saneamento e gás encanado é de 1,159. Nos demais setores, foi fixada em 0,2. A elasticidade-preço das exportações segue as estimativas utilizadas no modelo Sparta (DOMINGUES, 2002), atualizadas, em alguns casos, com informações recentes da Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior (Funcex) para variação de quantidade e preço das exportações. Em geral, estas elasticidades são próximas a 1 para *commodities* e acima de 1 para manufaturados e bens de capital (máquinas, equipamentos). A elasticidade de substituição entre regiões produtoras de margens permite que uma margem de transporte possa ser produzida em qualquer uma das regiões do modelo, envolvidas ou não num respectivo fluxo de transporte. O padrão na literatura é a hipótese da produção das margens na origem; mas, no modelo Imagem-B, a produção de margem foi atribuída proporcionalmente aos fluxos de comércio origem-destino. Assim, diversas regiões podem participar na produção da margem de transporte em uma rota específica, uma hipótese mais realista. Uma especificação CES permite que ocorra substituição entre as regiões produtoras de margem para cada modal e fluxo específico de comércio. Como inexistem informações ou parâmetros para este tipo de substituição, foi adotada uma elasticidade comum igual a 0.5 para todos os modais.

O modelo Imagem-B possui um módulo de decomposição microrregional que permite que os resultados estaduais sejam projetados para as microrregiões que constituem cada unidade da federação. A especificação desse módulo garante que os indicadores microrregionais são consistentes tanto com os resultados estaduais como com os setoriais ou nacionais. A especificação teórica do módulo microrregional segue a extensão ORES do modelo Orani. (DIXON et al., 1982). Esse sistema de equações parte da classificação dos produtos em duas categorias: “microrregional” e “estadual”. Um setor “microrregional” é aquele cuja dinâmica (crescimento) na microrregião segue as variações da demanda local (microrregião). Um setor “estadual” cresce à mesma taxa em todas as microrregiões de um estado, de forma que sua dinâmica está conectada ao nível de atividade do setor estadual. Neste caso, não há alteração da participação do setor microrregional na economia do estado. No caso dos setores definidos como “microrregionais”, há alteração da participação do setor na economia do estado. Os seguintes setores foram definidos como “microrregionais”: água e saneamento, construção civil, comércio, serviços prestados às famílias, serviços prestados às empresas, aluguel de imóveis e serviços privados não-mercantis. Os demais setores são definidos como “estaduais”. Apenas o componente do consumo das famílias é distinto entre as microrregiões de um estado. Assim, o efeito diferencial na demanda local, que gera a alteração na demanda dos setores “microrregionais”, não é gerado por outros componentes da demanda final (investimento, gastos do governo e exportações).

Os dados utilizados na calibragem da extensão microrregional são as participações de cada microrregião nos setores do modelo. Portanto, o módulo requer uma matriz de dimensão 558 x 36, representando a participação de cada microrregião nos 36 setores do modelo. Uma matriz de mapeamento 558 x 27, das microrregiões para os estados, também é necessária para relacionar a microrregião ao respectivo estado. Os dados para a construção dessas matrizes foram o PIB municipal-setorial do IBGE, dados setoriais-microrregionais de emprego da Relação Anual de Informações Sociais (RAIS), e o mapeamento de

estados, microrregiões e municípios, também do IBGE (todos referentes a 2003).

Todo o procedimento de geração do banco de dados do modelo e teste de consistência foi implementado no Gempack Release 9.0, de forma que sua atualização para novas informações (e.g., Contas Regionais, Censo Agropecuário e Contas Nacionais) pode ser facilmente realizada.

9 – SIMULAÇÕES E RESULTADOS

A escolha do conjunto de variáveis endógenas e exógenas define o modo de operação do modelo numa simulação e é referido na literatura como o “fechamento” do modelo. Este fechamento representa hipóteses de operacionalização associadas ao horizonte temporal hipotético das simulações, que se relacionam ao tempo necessário para a alteração das variáveis endógenas rumo ao novo equilíbrio, como, por exemplo, o ajustamento do mercado de fatores primários, capital e trabalho. Neste artigo, foram implementadas dezoito simulações, uma para cada um dos nove agrupamentos de investimentos, em dois fechamentos distintos do modelo: curto e longo prazos.

Nas simulações de curto prazo, as hipóteses adotadas seguem o padrão na literatura de modelos de equilíbrio geral computável, com algumas adaptações para o caso brasileiro. O período de curto prazo implícito nas simulações é de quatro anos, referente ao tempo necessário para que os investimentos sejam implementados.

As hipóteses de curto prazo podem ser assim resumidas:

- i. Mercado de Fatores: oferta de capital e terra fixas (nacionalmente, regionalmente e entre setores) para todos os setores, a não ser o de construção civil. A mobilidade de capital na construção civil permite que a implementação dos investimentos simulados desloque o estoque de capital inter-regionalmente nesse setor;
- ii. Mercado de Fatores: emprego regional e nacional endógeno (responde a variações no salário real regional);

- iii. Salário real regional fixo – salário nominal indexado ao Índice de Preços ao Consumidor (IPC);
- iv. Consumo real ajusta-se endogenamente para acomodar as necessidades de investimento;
- v. Saldo comercial externo como proporção do PIB é endógeno;
- vi. Gasto real do governo exógeno.

Assim, nessa etapa de implementação dos investimentos, há uma elevação na formação bruta de capital fixo e parte dos recursos da economia deve ser direcionada aos setores e regiões onde estes estão ocorrendo. Assume-se que há rigidez na oferta de capital (a não ser na mobilidade inter-regional do setor de construção civil) e de terra. A oferta de trabalho se ajusta endogenamente em resposta a variações no salário real estadual. Do lado do dispêndio, o consumo do governo é fixo, de forma que a expansão exógena do investimento é acomodada pela variação no consumo das famílias. Assim, dada a variação do PIB pelo lado dos fatores (trabalho, no curto prazo), o consumo das famílias se ajusta para assegurar a identidade macroeconômica básica da economia. Note-se que o ajuste endógeno do consumo ocorre em todos os estados, não apenas naqueles que recebem os investimentos (no caso das simulações deste trabalho, os investimentos destinados à região Nordeste). A hipótese implícita nesse mecanismo é que as famílias em todo o Brasil compram participações nos retornos dos novos investimentos e, para isso, diminuem seu consumo corrente.

Outro componente das simulações de curto prazo são os choques aplicados a variáveis exógenas. Estas variações correspondem ao valor dos investimentos em cada estado. A construção dos choques partiu das seguintes hipóteses:

- i. Todos os investimentos são implementados em quatro anos;
- ii. Elevação da demanda final estadual (investimento) no valor do agrupamento em um ano típico de construção, deflacionado para o ano-base do modelo: 2003. A variação percentual correspondente ao investimento é calculada tendo como base a matriz de investimentos do modelo;

- iii. Como o modelo não possui um setor de construção dos agrupamentos específicos das simulações, assume-se que a composição do investimento é intensiva em construção civil, utiliza-se o setor de aluguel de imóveis do modelo para representar o estímulo sobre o investimento. A composição do vetor de investimento deste setor é idêntica em todos os estados do Nordeste, composta basicamente por construção civil (98%).

As simulações de longo prazo buscam capturar os impactos dos investimentos após a construção dos projetos, portanto, a partir do momento em que estes passam efetivamente a operar dentro de cada economia regional e na economia nacional. O fechamento do modelo no longo prazo segue as hipóteses tradicionais em modelos EGC inter-regionais:

- i. Mercado de Fatores: oferta de capital elástica em todos os setores e estados, com taxas de retorno fixas;
- ii. Mercado de Fatores: emprego nacional exógeno e o salário real nacional endógeno. Há mobilidade interestadual do fator trabalho, movida pelos diferenciais de salário real entre os estados;
- iii. Investimento nacional endógeno, obtido pela soma dos investimentos setoriais estaduais;
- iv. Consumo real das famílias e gasto real do governo endógenos. O consumo nominal das famílias segue a variação da renda nominal em cada estado (remuneração dos fatores). O gasto do governo se move na proporção do crescimento estadual da população (variação do emprego).
- v. Saldo comercial externo exógeno como proporção do PIB.

Os choques de longo prazo buscam capturar características específicas dos investimentos, como seus efeitos sobre a elevação no estoque de capital setorial e produtividade dos fatores. Assim, os estados mais beneficiados com os investimentos passam a ter uma vantagem relativa no sistema inter-regional, seja por via da produtividade de fatores ou do aumento na participação na produção.

As alterações na produtividade dos fatores decorrentes dos investimentos são calibradas a partir de quatro elementos: 1) volume dos investimentos do agrupamento; 2) taxa de retorno; 3) remuneração dos fatores primários no ano-base; e 4) parâmetros de distribuição setorial dos efeitos de produtividade. O retorno monetário dos investimentos é utilizado para refletir as variações na produtividade dos fatores capital e trabalho a partir da remuneração-base presente no banco de dados. Os fatores de distribuição servem para deslocar estes aumentos de produtividade, em cada estado, na direção dos setores que se supõe, *a priori*, mais beneficiados com os investimentos.

As taxas de retorno utilizadas refletem condições típicas de projetos de investimento de longo prazo da economia brasileira, sendo relativamente superiores para os investimentos privados (Telecomunicações, 16%) em comparação aos investimentos públicos (demais agrupamentos, 12,9%).

A simulação do agrupamento Habitação segue o descrito acima, mas não se trabalha com a elevação de produtividade de fatores, apenas com a ampliação do estoque de capital do setor Aluguel de Imóveis em cada estado. Assim, os investimentos deste agrupamento geram diretamente aumento da oferta de imóveis e a consequente queda de preços de aluguéis. O montante de expansão do estoque de imóveis em cada estado foi calculado a partir de estimativas do estoque de capital do setor em cada estado e do montante de investimento previsto na carteira.

A Tabela 2 resume os impactos macroeconômicos nacionais dos investimentos nos dois tipos de simulação. Os resultados ilustram as diferenças nas hipóteses de curto e longo prazo das simulações e são obtidos a partir da agregação dos resultados regionais. No curto prazo, o consumo das famílias se ajusta para financiar o investimento adicional, que se expande em 3,28%. O efeito positivo sobre o PIB reflete a expansão do emprego, apesar da suposição do estoque de capital fixo. No longo prazo, a expansão do PIB ocorre com a expansão do estoque de capital, apesar da hipótese de que a oferta de trabalho esteja fixa. O aumento do nível de atividade com a oferta de trabalho fixa implica na elevação do salário nominal. As exportações crescem acima das importações para a manutenção do saldo

comercial como proporção do PIB, o que requer uma queda do deflator do PIB, como forma de redução dos custos domésticos.

Tabela 2 – Impactos Macroeconômicos Nacionais (Var. %)

	Curto Prazo	Longo Prazo
PIB	0,23	0,45
Consumo das Famílias	-0,56	0,48
Investimento	3,28	0,32
Consumo do Governo	—	0,48
Exportações	0,10	0,24
Importações	0,41	0,18
Emprego	0,46	—
Salário real	—	0,90
Salário nominal	-0,65	0,51
Estoque de capital	—	0,28
Deflator do PIB	0,21	-0,25
IPC	-0,65	-0,36

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

Nota: *Curto prazo: efeito para um ano típico de construção dos projetos.

**Efeito com a operação dos novos investimentos.

Os impactos regionais de curto prazo estão representados no quadro abaixo. O método de solução do modelo permite que o impacto total dos investimentos seja aproximado pela soma dos impactos de cada agrupamento, que representam simulações isoladas do modelo. Assim, a contribuição de cada tipo de investimento (agrupamento) ao resultado total pode ser analisada. Neste trabalho, serão discutidos apenas os resultados sobre o nível de atividade em cada estado, embora outros resultados permitam explorar impactos dos investimentos em outros componentes da atividade econômica (como comércio regional e externo, consumo das famílias, competitividade regional e externa, emprego etc.).

Há uma relação entre o impacto total dos investimentos e o volume destes investimentos, embora os vazamentos tenham diluído ou ampliado os impactos em alguns casos. Os estados mais impactados no curto prazo (Piauí e Ceará) são aqueles em que os investimentos são mais significativos como proporção do PIB estadual. (Vide Tabela 3). Entretanto, no Maranhão e Alagoas, embora os investimentos

sejam significativos, o impacto é relativamente menor. O caso oposto é o da Bahia: embora relativamente pouco beneficiada com os investimentos no Nordeste, o impacto sobre o PIB é significativo no curto prazo. Contribui para esse resultado o fato de o estado ser um importante fornecedor de insumos industriais na região. Como os maiores investimentos são os agrupamentos de Saneamento e Habitação, estes representam a maior contribuição para o impacto total nos estados.

Em termos macrorregionais, há um pequeno vazamento de efeitos de curto prazo, especialmente para as regiões Norte, Sul e Sudeste. Deve-se ressaltar que a mobilidade de capital no setor de construção civil limita os efeitos inter-regionais de vazamentos e amplia os efeitos de internalização.

O Gráfico 1 apresenta a relação entre o impacto sobre as economias estaduais no Nordeste e o montante do investimento total, na simulação de longo prazo. Como esperado, há uma relação positiva entre investimento e impacto local: os estados mais beneficiados apresentam as maiores taxas de crescimento do PIB. Esta relação decorre principalmente da forma como foram modeladas as simulações de longo prazo, que projetavam os ganhos de produtividade proporcionais aos investimentos.

Estes ganhos de produtividade tendem a causar vantagens competitivas relativas nos estados receptores dos investimentos.

A Tabela 4 explicita os ganhos competitivos da economia nordestina no longo prazo, relativamente aos demais estados do Brasil (que, por hipótese, não recebem investimentos de infraestrutura nas simulações). Os resultados para os demais estados do Brasil foram agregados em macrorregiões, de forma a facilitar a exposição. O Centro-Oeste é a região mais afetada pelo efeito de longo prazo dos investimentos no Nordeste, seguida do Sudeste e Sul. Os investimentos em infraestrutura representam uma elevação de 5,65% do PIB nordestino no longo prazo, acima do que ocorreria se estes investimentos não tivessem ocorrido. Como o resultado para o resto do Brasil é ligeiramente negativo, os investimentos contribuiriam para a redução da desigualdade regional.

A Tabela 5 resume a alteração da participação das macrorregiões no PIB decorrentes dos investimentos. Os impactos de curto e longo prazo das simulações foram acumulados de forma a se obter uma estimativa agregada dos resultados. A base de comparação é a participação macrorregional em 2003. Os resultados indicam que o Nordeste ganharia 1,3 ponto percentual

Tabela 3 – Impacto de Curto Prazo sobre o PIB Estadual e Macrorregional, no Ano Típico de Implementação dos Investimentos (Var % a.a.)

	Elétric	Luz para Todos	Logística	Rec. Hídricos	Rodovias	Telecom.	Transp. Urb.	Sanea	Habitação	Total
Maranhão	0,21	0,16	0,03	0,02	0,00	0,05	0,00	0,26	0,06	0,78
Piauí	0,25	0,68	0,01	0,55	0,00	0,10	0,00	0,91	0,45	2,94
Ceará	0,04	0,22	0,16	0,19	0,04	0,09	0,11	0,57	0,44	1,86
RGNorte	0,05	0,06	0,02	0,06	0,16	0,07	0,01	0,24	0,04	0,68
Paraíba	0,01	0,07	0,00	0,08	0,28	0,07	0,00	0,36	0,20	1,06
Pernambuco	0,18	0,07	0,05	0,18	0,13	0,07	0,04	0,34	0,18	1,22
Alagoas	0,09	0,12	0,00	0,25	0,25	0,08	0,00	0,27	0,09	1,15
Sergipe	0,00	0,02	-0,01	0,09	0,10	0,02	0,00	0,05	0,00	0,26
Bahia	0,05	0,23	0,02	0,23	0,15	0,07	0,05	0,33	0,14	1,26
Nordeste	0,09	0,17	0,04	0,18	0,13	0,07	0,04	0,36	0,18	1,25
Norte	0,04	0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,00	0,08	0,02	0,24
Centro-Oeste	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	—	0,00	0,00	0,01
Sudeste	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,06
Sul	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,07
Brasil	0,02	0,03	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,06	0,03	0,23

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

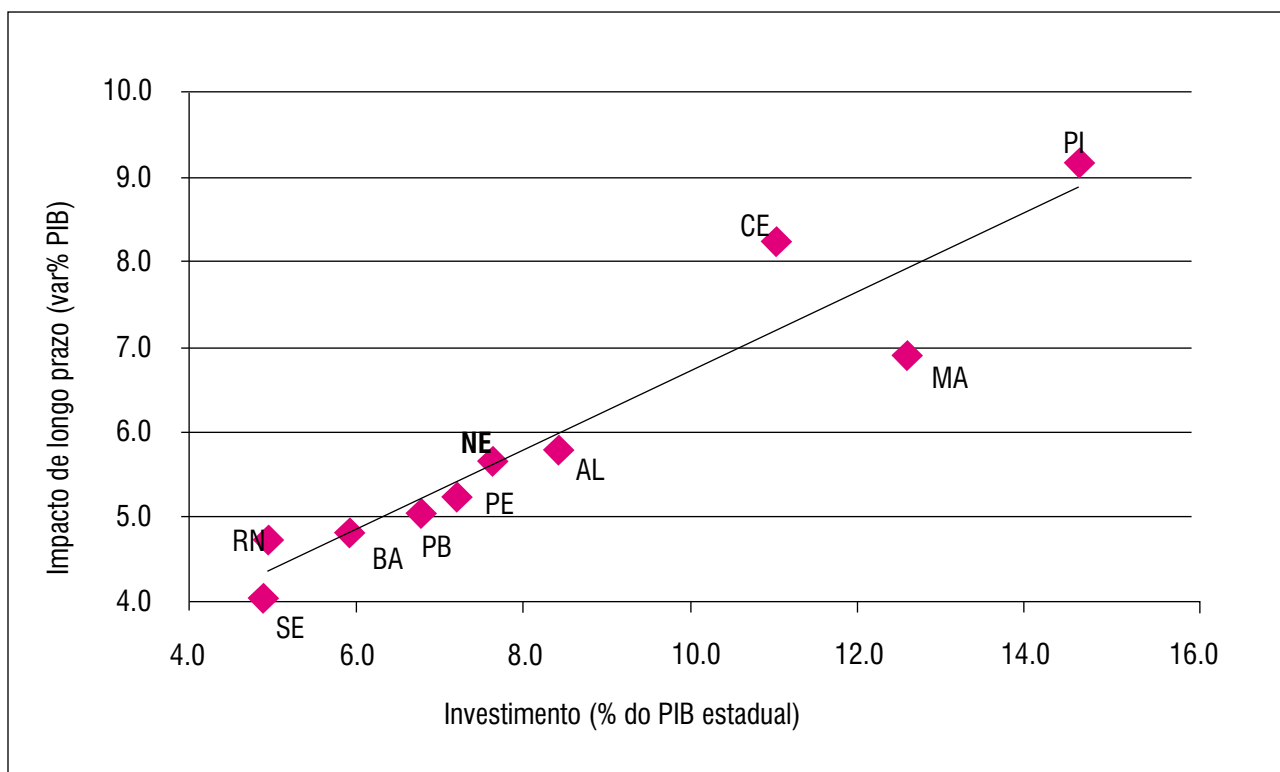


Gráfico 1 – Impacto Estadual de Longo Prazo e Investimento em Infraestrutura no Nordeste

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

Tabela 4 – Impacto de Longo Prazo sobre o PIB Estadual e Macrorregional (Var. %)

	Elêtric.	Luz para Todos	Logística	Rec. Hidricos	Rodovias	Telecom.	Transp. Urb.	Sanea.	Habitação	Total
Maranhão	0,66	1,73	0,45	0,17	-0,01	0,85	0,00	2,73	0,32	6,89
Piauí	0,45	1,92	0,15	1,68	0,00	0,96	0,02	2,55	1,44	9,15
Ceará	0,18	0,68	1,74	0,65	0,03	1,05	0,39	1,81	1,70	8,24
RGNorte	0,31	0,29	0,26	0,29	1,01	1,05	0,03	1,47	0,00	4,71
Paraíba	0,56	0,25	0,10	0,30	0,90	0,91	0,02	1,24	0,76	5,03
Pernambuco	0,90	0,20	0,53	0,54	0,34	0,85	0,14	1,04	0,72	5,25
Alagoas	0,59	0,51	0,04	1,05	1,00	1,03	0,01	1,16	0,39	5,79
Sergipe	0,22	0,29	0,02	1,02	0,99	0,74	0,01	0,66	0,08	4,04
Bahia	0,38	0,73	0,18	0,69	0,43	0,76	0,15	1,01	0,49	4,81
Nordeste	0,48	0,63	0,46	0,64	0,44	0,87	0,14	1,32	0,68	5,65
Norte	0,10	-0,04	-0,02	-0,04	-0,03	-0,04	-0,01	-0,08	-0,08	-0,25
Centro-Oeste	-0,01	-0,06	-0,03	-0,05	-0,04	-0,06	-0,01	-0,12	-0,10	-0,49
Sudeste	-0,01	-0,04	-0,03	-0,05	-0,03	-0,04	-0,01	-0,09	-0,09	-0,38
Sul	-0,02	-0,03	-0,03	-0,04	-0,02	-0,03	-0,01	-0,08	-0,09	-0,33
Brasil	0,06	0,05	0,04	0,05	0,04	0,08	0,01	0,10	0,02	0,45

Fonte: Elaboração Própria dos Autores.

maior benefício relativo das microrregiões no sul do Maranhão e do Piauí.

O Mapa 1 apresenta um detalhamento dos resultados microrregionais nos estados mais beneficiados, ressaltando as 10 microrregiões com maior impacto no longo prazo. As regiões metropolitanas de Teresina, São Luís e Fortaleza estão entre as mais beneficiadas devido, principalmente, aos investimentos em Saneamento, Habitação e Luz para Todos. O investimento rodoviário beneficia apenas Teresina, Fortaleza e Pacajus (CE), tendo impacto negativo para as demais regiões listadas. Este efeito é explicado a partir da composição estadual do agrupamento de investimento rodoviário, que se localiza principalmente nos estados da Bahia, Paraíba, Sergipe, Pernambuco e Alagoas. Assim, o benefício competitivo nestas economias estaduais ocorre em detrimento dos demais estados do Nordeste e do Brasil, gerando impacto bastante baixo ou mesmo negativo (vide resultados de curto e longo prazos).

10 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo procurou projetar o impacto de um conjunto de simulações de programas de infraestrutura (Saneamento, Habitação, Recursos Hídricos, Transportes, Energia Elétrica etc.) no Nordeste a partir de um modelo de equilíbrio geral computável inter-regional. Os resultados indicam o impacto potencial destes projetos para a região, como elevação do nível de atividade e diminuição da desigualdade regional. Estas estimativas representam os efeitos se nenhum investimento ocorresse no resto do país, em termos de infraestrutura.

Deve-se salientar, entretanto, que investimentos concorrentes, do PAC e privados, também estarão sendo implementados em outros estados do país, o que significa que efeitos competitivos e complementares nessas regiões estarão sendo criados. Vistos pela ótica da dinâmica de crescimento e desenvolvimento regional brasileiro, parece estar claro que os projetos de infraestrutura representam um meio indispensável para que as pré-condições de uma etapa de crescimento acelerado da economia brasileira, com a redução das disparidades regionais, efetivamente ocorram.

A despeito destas dificuldades, torna-se indispensável a continuidade de investimentos como os realizados pelo PAC, pois, embora ainda seja insuficiente para atender a todas as demandas infraestruturais no âmbito nacional e regional, o PAC propiciará o fortalecimento da base produtiva nacional e regional.

O artigo pretendeu também contribuir na apresentação de uma metodologia aplicada capaz de projetar e analisar efeitos de projetos de infraestrutura no Brasil. A utilização de modelos de equilíbrio geral computável para esse fim pode representar uma ferramenta importante para o planejamento de políticas públicas e o estudo *ex ante* de suas implicações, como ocorre em outros países. A apropriação destes modelos e estudos na administração pública pode contribuir para a retomada de atividades de planejamento e gestão, que parecem ter sido deixadas em segundo plano no Brasil nos últimos anos.

ABSTRACT

The article analyzes a set of infrastructure programs simulations (Sewer, Housing, Water, Roads and Energy) in the Northeast region of Brazil, announced by the federal government in the scope of the Growth Acceleration Program (GAP), from an inter regional computable general equilibrium model. The results indicate the potential impact of these projects for the region, as well as some constraints that limit the internalization of these gains.

KEY WORDS

Regional Economics. Regional Inequality. Infrastructure. Computable General Equilibrium.

REFERÊNCIAS

ADAMS, P. D.; HORRIDGE, M.; PARMENTER, B. R. **MMRF-Green**: a dynamic, multi-sectoral, multi-regional model of Australia. Melbourne: Monash University, 2000.

ALMEIDA, E. S. D.; GUILHOTO, J. J. M. O custo de transporte como barreira ao comércio na integração

econômica: o caso do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 38, n. 2, p. 224-243, 2007.

ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/arquivos/PDF/livro_atlas.pdf>. Acesso em: 2011.

ARAÚJO, T. B. **O elogio da diversidade regional brasileira**. [S.l.], 1998. Disponível em: <www.economistas.com.br>. Acesso em: 2011.

ASCHAUER, D. Is public expenditure productive?. **Journal of Economic Growth**, n. 23, p. 177-200, 1989.

BRASIL. Ministério da Fazenda. **Programa de Aceleração do Crescimento (PAC)**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <www.fazenda.gov.br>. Acesso em: 2011.

BRASIL. Resolução ANTT, n. 794/04 de 22 de novembro de 2004. Dispõe sobre a habilitação do Operador de Transporte Multimodal, de que tratam a Lei nº 9.611, de 19 de fevereiro de 1998, e o Decreto nº 1.563, de 19 de julho de 1995. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br/legislacao/Multimodal/Resolu%C3%A7%C3%A3o794.pdf>>. Acesso em: 2011.

CAIADO, A. C. S. **Desconcentração industrial regional no Brasil (1985-1998): pausa ou retrocesso?**. 2002. 227 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2002.

DIXON, P. B. et al. **Orani, a multisectoral model of the Australian economy**. Amsterdam: North-Holland Publishing Company, 1982.

DOMINGUES, E. P. **Dimensão regional e setorial da integração brasileira na área de livre comércio das Américas**. 2002. 222 f. Tese (Doutorado em Economia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FERREIRA, P. C. **Infra-estrutura no Brasil: alguns fatos estilizados**. Rio de Janeiro, 1994a. (EPGE Ensaios Econômicos, n. 251).

_____. **Infra-estrutura pública, produtividade e crescimento**. Rio de Janeiro, 1994b. (EPGE Ensaios Econômicos, n. 246).

FRISH, R. A complete scheme for computing all direct and cross demand elasticities in a model with many sectors. **Econometrica**, v. 27, n. 2, p. 177-196, 1959.

GUILHOTO, J. J. M.; SESSO FILHO, U. A. Estimção da matriz insumo-produto a partir de dados preliminares das contas nacionais. **Economia Aplicada**, v. 9, n. 2, p. 23, 2005.

HADDAD, E. A.; HEWINGS, G. J. D. Market imperfections in a spatial economy: some experimental results. **The Quarterly Review of Economics and Finance**, v. 45, p. 476-496, 2005.

HADDAD, E. A. **Retornos crescentes, custos de transporte e crescimento regional**. 2004. 203 f. Tese (Livre-Docência em Economia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

HADDAD, P. R. A experiência brasileira de planejamento regional e suas perspectivas. In: IPEA. **A política regional na era da globalização**. Rio de Janeiro, 1996. (Debates, n. 12).

HERTEL, T. W. **Global trade analysis: modeling and applications**. New York: Cambridge University Press, 1997.

HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTWER, G. The impact of the 2002-2003 drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, v. 27, n. 3, p. 285-308, 2005.

HORRIDGE, M. **ORANI-G: a general equilibrium model of the Australian economy**. Monash: Monash University, 2000. (Working Paper OP-93). Disponível em: <www.monash.edu.au/policy/elecpr/op93.htm>. Acesso em: 2011.

IBGE. **Censo 2000**. [S.l.], [20--]. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/censo>>. Acesso em: 2011a.

_____. **Contas nacionais**. [S.l.], [200--]. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 2011b.

IPEA. **Contas regionais**. Disponível em: <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 2011.

LESSA, C. **A estratégia de desenvolvimento 1974-1976: sonho e fracasso**. 1978. 291 f. Tese (Professor Titular em Economia) - Faculdade de Economia e Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1978. Mimeografado.

LIMA, J. P. R. Traços gerais do desenvolvimento recente da economia do Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 36, n. 1, p. 20, jan./mar. 2005.

LUCAS, R. On the mechanics of economic development. **Journal of Monetary Economics**, n. 22, p. 3-42, 1988.

MAGALHÃES, A. S. **Relações interestaduais e intersetoriais de comércio no Brasil: uma análise gravitacional e locacional**. 2006. 56 f. Monografia (Graduação em Economia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

NETO, A. L. Lessons from Brazil's regional development programs. In: CHINA CONFERENCE: AN PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA, 11., 2002. [S.l.]. **Proceedings...** [S.l.]: OECD, 2002.

OLIVEIRA, H. C.; DOMINGUES, E. P. Regional inequality and Brazilian constitutional funds. In: CONGRESS OF THE EUROPEAN REGIONAL SCIENCE ASSOCIATION, 46., 2006, Volos-Greece. **Anais...** Volos-Greece, 2006.

PAIVA, S. C. F.; PAIVA, C. C. Planejamento territorial e investimentos em infraestrutura no Brasil: uma discussão sobre as ações do PAC e as diretrizes do estudo da dimensão territorial. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO PARA O PLANEJAMENTO URBANO, REGIONAL, SUSTENTÁVEL, 4., 2010, Algarve. **Anais...** Algarve, 2010.

PETER, M. W. et al. **The theoretical structure of Monash-MRF**. Monash: Monash University, 1996. 121 p.

REBELO, S. Long run analysis and long run growth. **Journal of Political Economy**, n. 99, p. 500-521, 1991.

ROMER. endogenous technological change. **Journal of Political Economics**, n. 98, p. 71-102, 1990.

SEUNG, C. K.; KRAYBILL, D. S. The effects of infrastructure investment: a two-sector dynamic computable general equilibrium analysis for Ohio. **International Regional Science Review**, v. 24, n. 2, p. 261-281, 2001.

SILVA, G. J. C. da; FORTUNATO, W. L. L. Infra-estrutura e crescimento: uma avaliação do caso brasileiro no período 1985-1998. In: FÓRUM BNB DE DESENVOLVIMENTO; ENCONTRO REGIONAL DE ECONOMIA, 12., 2007, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2007.

TOURINHO, O.; KUME, H.; PEDROSO, A. C. **Elasticidade de Armington para o Brasil: 1986-2000: novas estimativas**. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. 21 p. (Texto para Discussão).

VASCONCELOS, J. R. D.; OLIVEIRA, M. A. D. **Análise da matriz por atividade econômica do comércio interestadual no Brasil**: 1999. Rio de Janeiro: IPEA, 2006. (Texto para Discussão, n. 1159).

WANKE, P.; FLEURY, P. F. Transporte de cargas no Brasil: estudo exploratório das principais variáveis relacionadas aos diferentes modais e às suas estruturas de custos. In: NEGRI, J. A. de; KUBOTA, L. C. (Ed.). **Estrutura e dinâmica do setor de serviços no Brasil**. Rio de Janeiro: IPEA, 2006.

Recebido para publicação em 07.10.2010

