

5237

ea

BIBLIOTECA CENTRAL
Faculdade de Economia, Administração
Contabilidade de Ribeirão Preto - USP

USP
BCRP

26 DEZ 2001

ECONOMIA APLICADA

BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS

Vol. 5 - Nº 4

Outubro - Dezembro 2001

***Redes Neurais Artificiais e Análise de Sensibilidade: Uma
Aplicação à Demanda de Importações Brasileiras***

Alexandre Bandeira Monteiro e Silva, Marcelo Savino Portugal, Adelmo Luis Cechin

Aglomerações Industriais no Estado de São Paulo

Wilson Suzigan, João Furtado, Renato Garcia, Sérgio E. K. Sampaio

***Aplicação de Simulação Computacional em OI: Modelagem de
Estratégias de Gerenciamento de Receitas de Companhias Aéreas***

Alessandro Vinícius Marques de Oliveira, Carlos Müller,
José Maria Ferreira Jardim da Silveira

***Emprego de Indicadores Socioeconômicos na Avaliação
Financeira de Cooperativas Agropecuárias***

Alexandre Hattner Menegário, Paulo Fernando Cidade de Araújo

***O Custo Social da Energia Elétrica: Uma Análise a Partir da
Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco***

José Carrera-Fernandez

***Decisões Críticas em Idades Críticas: A Escolha dos Jovens Entre
Estudo e Trabalho no Brasil e em Outros Países da América Latina***

Carlos Henrique Corseuil, Daniel D. Santos, Miguel N. Foguel

***Primeiro Censo dos Moradores de Rua da Cidade de São Paulo:
Procedimentos Metodológicos e Resultados***

Silvia Maria Schor, Rinaldo Artes

Pesquisa:

***Onde Vender o Peixe? Repercussão das Principais Revistas
Brasileiras de Economia na Virada do Século***

Carlos Roberto Azzoni

Assinatura

Desejo assinar a revista ECONOMIA APLICADA pelo período de um ano (quatro exemplares mais um eventual número especial).

Para tanto, envio anexo o valor de R\$ 40,00 (quarenta reais) em:

- Cheque nominal à FIPE Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, n.º _____
Banco: _____

- Ordem de pagamento ou depósito em conta corrente (anexar comprovante autenticado), à FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, por meio do Bradesco, Agência Butantã, n.º 104P - conta: 199.491-3

Solicito a remessa para:

Nome: _____

Contato: _____

Endereço: _____

ea

ECONOMIA
APLICADA

Vol. 5 - Nº 4

Outubro - Dezembro 2001

ISSN 1413-8050

DEPARTAMENTO DE ECONOMIA FEA-USP/ FIPE



ECONOMIA APLICADA

A Revista ECONOMIA APLICADA é uma publicação trimestral do Depto. de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo e da FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas.

Esta revista está sendo indexada por *Journal of Economic Literature*, versões eletrônicas on line e CD-ROM.

Editor:

Carlos Roberto Azzoni (cazzoni@usp.br)

Conselho Editorial:

Affonso Celso Pastore (USP), Antônio Barros de Castro (UFRJ),
Cássio F. Camargo Rolim (UFPR), Cláudio Monteiro Considera (UFF),
Clélio Campolina Diniz (CEDEPLAR), Denisard C. de Oliveira Alves (USP),
Eleutério F. S. Prado (USP), Fernando de Holanda Barbosa (FGV-UFF),
Geoffrey J. D. Hewings (University of Illinois), Geraldo Sant'ana de Camargo Barros (ESALQ/USP),
Gustavo Maia Gomes (IPEA), José Marcelino da Costa (NAEA/PA),
José A. Scheinkman (Princeton University), Juan Hersztajn Moldau (USP),
Marcelo Portugal (UFRGS), Maria José Willumsen (Flórida International University),
Márcio Gomes Pinto Garcia (PUC/RJ), Mário Luiz Possas (UFRJ), Paulo César Coutinho (UnB),
Paulo Nogueira Batista Júnior (FGV/SP), Pierre Perron (Boston University),
Pedro Cezar Dutra Fonseca (UFRGS), Ricardo R. Araújo Lima (UnB),
Robert E. Evenson (Yale University), Roberto Smith (UFCE), Rodolfo Hoffmann (ESALQ/USP),
Rogério Studart (UFRJ), Russell E. Smith (Washburn University), Sérgio Werlang (FGV/RJ),
Tomás Málaga (FGV/SP), Victor Bulmer-Thomas (University of London),
Werner Baer (University of Illinois), Wilson Suzigan (Unicamp).

Secretaria: Rute Neves

Divulgação: Maria de Jesus Antunes Soares

Revisão: Eny Elza Ceotto (português)

Editoração: Sandra Vilas Boas

Projeto Gráfico: Christof Gunkel

Gráfica: Gráfica Editora Camargo Soares

Endereço para correspondência:

Revista de Economia Aplicada
Depto. de Economia FEA/USP FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 FEA II Departamento de Publicações Fipe
Cidade Universitária São Paulo SP CEP 05508-900
Fone: (011) 3818-5867 e 3818-6072 Fax (011) 3818-6073 E-mail: revicap@usp.br www.fipe.com/revicap

Assinaturas:

Brasil: R\$ 40,00

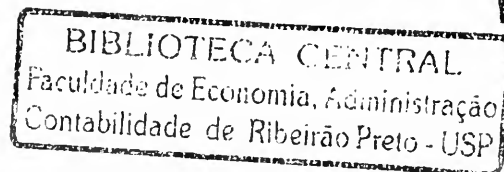
Exterior: Individual - US\$ 80,00 • Instituições - US\$ 100,00 (incluído porte aéreo)

A assinatura anual dá direito a 4 números de revista ECONOMIA APLICADA e a eventuais números especiais. A revista também atende a pedidos

26 DEZ 2001



Sumário



ARTIGOS

- Redes Neurais Artificiais e Análise de Sensibilidade: Uma
Aplicação à Demanda de Importações Brasileiras 645**
Alexandre Bandeira Monteiro e Silva, Marcelo Savino Portugal, Adelmo Luis Cechin
- Aglomerções Industriais no Estado de São Paulo 695**
Wilson Suzigan, João Furtado, Renato Garcia, Sérgio E. K. Sampaio
- Aplicação de Simulação Computacional em OI: Modelagem de Estratégias de
Gerenciamento de Receitas de Companhias Aéreas 719**
Alessandro Vinícius Marques de Oliveira, Carlos Müller, José Maria Ferreira Jardim da Silveira
- Emprego de Indicadores Socioeconômicos na Avaliação Financeira
de Cooperativas Agropecuárias 755**
Alexandre Hattner Menegário, Paulo Fernando Cidade de Araújo
- O Custo Social da Energia Elétrica: Uma Análise a Partir da Bacia
Hidrográfica do Rio São Francisco 789**
José Carrera-Fernandez
- Decisões Críticas em Idades Críticas: A Escolha dos Jovens Entre
Estudo e Trabalho no Brasil e em Outros Países da América Latina 819**
Carlos Henrique Corseuil, Daniel D. Santos, Miguel N. Foguel
- Primeiro Censo dos Moradores de Rua da Cidade de São Paulo:
Procedimentos Metodológicos e Resultados 861**
Sílvia Maria Schor, Rinaldo Artes

PESQUISA

- Onde Vender o Peixe? Repercussão das Principais Revistas
Brasileiras de Economia na Virada do Século 885**
Carlos Roberto Azzoni

Revista Economia Aplicada/Departamento de Economia da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo e Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas.

--v. 5, n. 3 (2001)-

--São Paulo: FEA/USP-FIPE, 2001--

Trimestral

ISSN 1413-8050

1. Economia. I. Universidade de São Paulo. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade. Departamento de Economia. II. Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas.

CDD - 330

Redes neurais artificiais e análise de sensibilidade: uma aplicação à demanda de importações brasileira*

Alexandre Bandeira Monteiro e Silva[§]

Marcelo Savino Portugal[¶]

Adelmo Luis Cechin[†]

RESUMO

Neste artigo são estimadas funções não-lineares de importação para o Brasil, utilizando a metodologia de redes neurais artificiais, a partir de dados trimestrais, no período de 1978 a 1999. As estimações são feitas não apenas para as importações totais, mas também para as importações de bens intermediários, e procuram observar a sensibilidade das saídas das redes a estímulos nas variáveis de entrada, dado a dado e por meio da formação de *clusters*. Os principais resultados mostram que os dados apresentam-se de maneira não-linear, e que ocorreu uma ruptura no comportamento dos dados em 1989 e 1994. Sobretudo a partir dos anos 90, as variáveis que se mostram mais significativas são o PIB e a taxa de câmbio, seguidas da variável utilização de capacidade produtiva, que se mostra com pouca relevância. Para o período de 1978 a 1988, que apresenta um reduzido impacto das variáveis, a taxa de câmbio é relevante, na explicação do comportamento das importações brasileiras, seguida da utilização de capacidade produtiva, que se mostra significativa apenas para a série de bens intermediários.

Palavras-chave: redes neurais, demanda de importação, elasticidades de importação.

ABSTRACT

This paper presents some non-linear estimates for the Brazilian import demand equation using artificial neural networks. The estimations use quarterly data from 1978 until 1999. Estimations are performed for total and intermediate goods imports and try to measure the sensibility of the network output to impulses in the input variables. This sensibility analysis is done using impulses on both each data and clusters of data. The main results show that there exists a non-linear relationship between the variables and that there has been a structural change in 1989 and 1994. Mainly after 1990 the most significant variables are the GDP and the exchange rate, with little relevance for the capacity utilization variable. From 1978 to 1988 all input variables have less significance, but the exchange rate seems to be the most relevant, followed by the capacity utilization, that is important for intermediate goods imports only.

Key words: neural networks, import demand, import elasticities.

JEL classification: F14, C45.

* Os autores agradecem o apoio, revisão, comentários e sugestões dos bolsistas Antônio Souto e Júlio Bion da UNISINOS e Patrícia U. Palermo e André Lenz da UFRGS. Os autores também agradecem os comentários e sugestões de dois pareceristas anônimos desta revista.

§ Doutorando em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul e professor da UNISINOS e do UNILASALLE.

¶ Professor do Programa de Pós-Graduação de Economia da UFRGS e pesquisador do CNPq.

† Professor do Curso de Informática e do Mestrado em Computação da UNISINOS.

Recebido em setembro de 2001. Aceito em junho de 2001.

1 Introdução

Depois de um longo período de fechamento do mercado brasileiro às importações, acentuado pela crise do balanço de pagamentos dos anos 80, o país iniciou seu processo de abertura comercial e elevação de suas importações, até então severamente reprimido pelo governo. Segundo Azevedo e Portugal (1998), o marco inicial do processo de liberalização comercial ocorreu em 1988. Basicamente, as principais medidas pautaram-se na redução de alíquotas de importação e na adoção de medidas tópicas, restringindo determinadas barreiras não-tarifárias. O incentivo à liberalização comercial cresceu a partir daí, e se consolidou nos primeiros anos da década de 90, com a eliminação da maior parte das restrições não-tarifárias e o estabelecimento de um plano de ação com redução gradativa das alíquotas de importação.

Em 1994, foi lançado o Plano Real, indicando definitivamente a irreversibilidade deste processo liberalizante.¹ Nesta nova fase, a política comercial de abertura intensificou-se, elevando consideravelmente o nível total de importações.²

Como fatores explicativos deste aumento são apontados a estabilidade da moeda, a apreciação da taxa cambial real e a utilização das importações como forma de controlar os preços domésticos. Isto tudo, conjugado com a expansão da demanda agregada e da utilização da capacidade produtiva da economia, acabou por ocasionar sucessivos déficits comerciais, a partir de 1995, que culminaram com a crise cambial de janeiro de 1999.

Como conseqüência, a desvalorização cambial estimulou os exportadores a reconquistar e abrir mercados, ao mesmo tempo que induziu a substituição de importações. No entanto, devido ao declínio menos acentuado da quantidade importada, aumento dos preços internacionais do petróleo e estímulo ao aumento do preço interno, o aumento da quantidade exportada não compensou a queda de preços das principais *commodities* que fazem parte da pauta de exportações brasileiras.³ Com isto, houve uma manutenção dos déficits na balança comercial, o que, por si só, já desperta o interesse com relação às variáveis explicativas deste comportamento da demanda brasileira por produtos importados.

1 Em face dos acordos unilaterais, como os de caráter regional no âmbito do Mercosul, e multilaterais, firmados pela adesão à OMC, reduziu-se a margem de manobra do governo em estimular iniciativas protecionistas, sob pena de sofrer represálias e perda de mercados.

2 De maneira geral, o coeficiente de importação elevou-se de 5,2% do PIB (média 90-93) para 7,1% do PIB (média 94-99), refletindo a abertura da economia e os esforços de modernização do setor produtivo.

3 Recentemente surgiram sinais positivos para o desempenho do setor exportador brasileiro em 2000, uma vez que o nível de atividade das economias do leste asiático e da Europa vem se elevando, e os preços das *commodities* exportadas pelo Brasil recuperam-se no mercado internacional.

Aliado a isto, o novo cenário das relações internacionais, caracterizado pela formação e arrefecimento de relações intra e interblocos, além da liberalização dos mercados, trouxe impactos diferenciados sobre os setores econômicos. Cada vez mais, os instrumentos tradicionais de política econômica assumem menor importância, e cada vez mais cresce a interdependência do comportamento da economia nacional e regional ante as mudanças ocorridas no cenário internacional e no comportamento das principais variáveis macroeconômicas (câmbio, renda, juros, inflação, utilização de capacidade produtiva etc...) dos países pertencentes ao bloco.

Dada a não-linearidade presente na trajetória destas variáveis macroeconômicas ao longo do tempo, as implicações práticas deste contexto são as crescentes dificuldades em relação à percepção do real impacto que variações na utilização de capacidade, câmbio e renda⁴ causam no crescimento e desenvolvimento econômico do País ou região em destaque.⁵

Enfim, em função da crescente abertura comercial brasileira, a interdependência de fatores externos, a inter-relação entre as variáveis econômicas e ao processo de integração comercial no Mercosul, torna-se cada vez mais relevante e indispensável a estimação de funções de comércio exterior.⁶

A ampla capacidade de modelagem apresentada por modelos não-lineares, com vistas a analisar funções econômicas e relações entre as variáveis, tem estimulado, nos últimos anos, inúmeros pesquisadores.⁷ Na área de economia, a maioria dos trabalhos desenvolvidos até pouco tempo procurou utilizar os modelos de redes neurais artificiais (RNAs) com o objetivo principal de produzir previsões de séries financeiras.⁸

Recentemente, estudos envolvendo estimações de relações econômicas usando RNAs têm procurado estender os benefícios gerados por este tipo de modelagem.⁹ Seguindo um processo

4 Dadas as influências, tanto internas quanto externas, sobre as importações e a consecutiva relevância teórica mostrada na literatura, optou-se por utilizar como variáveis explicativas o PIB, a taxa de câmbio e a utilização da capacidade produtiva.

5 Os trabalhos existentes na literatura sobre funções de comércio exterior, que apresentam somente estimativas lineares, já avançaram bastante. Existem inúmeros trabalhos, como os de Zini Junior (1988), Portugal (1992, 1993), De Castro e Cavalcanti (1997), Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000).

6 Para os propósitos deste primeiro trabalho, optou-se por trabalhar somente com a demanda por importações brasileiras. Salienta-se, no entanto, que um próximo trabalho sobre as exportações será desenvolvido seguindo a mesma metodologia.

7 De maneira geral, segundo Diaz e Araújo (1998), “os estudos indicam uma maior consistência das classes de modelos não lineares (entre eles os modelos de redes neurais artificiais) em comparação aos lineares.”

8 Ver Swanson e White (1995), Azoff (1994), Portugal (1995) e Fernandes, Navaux, e Portugal (1996).

9 Ver Soto (1996) e Diaz e Araújo (1998).

de aprendizado dos dados, as RNAs procuram identificar as relações existentes entre variáveis econômicas. A idéia principal é buscar, como num modelo de regressão, uma racionalidade nas magnitudes e sinais dos parâmetros obtidos, com vistas a entender o grau de influência ou impacto dos resultados obtidos.¹⁰

O conjunto das dificuldades impostas aos agentes econômicos, via intensificação do processo de liberalização comercial intra e interblocos, e a ocorrência de fenômenos externos e internos à economia brasileira implicaram uma série de mudanças no nível de importações brasileiras diante das variáveis-chaves de comércio exterior. Em particular, tais movimentos, ao longo do tempo, estão ligados a uma característica distinta, mas que influencia, em seu conjunto, o resultado e a precisão das estimativas, qual seja a presença de não-linearidade no comportamento das séries analisadas.

Como forma de fundamentar esta afirmação, existe, portanto, a necessidade de que sejam construídas estimativas para estas funções de importação que levem em conta esta característica.

Para isso, a literatura econômica vem destacando o papel da utilização das RNAs como alternativa à estimação de equações baseadas no método dos mínimos quadrados não-lineares.

Portanto, este artigo pretende desenvolver os principais aspectos dos modelos de RNAs, juntamente com os elementos envolvidos na explicação do comportamento da demanda de importações brasileiras. Pretende-se, também, analisar a sensibilidade das séries de importações em relação às explicativas (renda, utilização de capacidade produtiva e taxa de câmbio) dado a dado e pela formação de grupos que tenham um comportamento semelhante (análise de *cluster*). Isto tudo será feito para o modelo de demanda de importações brasileiras de forma não-linear e, comparativamente, aos principais resultados dos modelos de demanda de importações desenvolvidos em outros estudos.

O trabalho será desenvolvido em seis seções, a partir desta introdução. Na seção 2 serão discutidos, de maneira sintética, os principais resultados alcançados por outros trabalhos de

10 No caso de modelos não-lineares, usando-se redes neurais artificiais, observa-se que estes apresentam uma grande vantagem em relação a outros modelos não-lineares, como os Mínimos Quadrados Não Lineares (MQNL). Isto porque as redes neurais artificiais (RNAs), ao contrário dos MQNL, não necessitam de escolha de uma forma funcional prévia, a qual é encontrada basicamente pela alteração do número de camadas intermediárias da rede neural e do número de neurônios na camada escondida.

demanda de importações brasileiras. A seção 3 apresenta um breve histórico e os conceitos básicos da teoria de RNAs. Em seguida, apresenta-se a metodologia utilizada nos processos de estimação. A seção 5 mostra os resultados obtidos pela estimação das equações, via análise de sensibilidade e análise de *cluster*. A última seção contém as principais conclusões do trabalho.

2 Demanda de importações brasileiras

Conforme apresentado anteriormente, existem inúmeros trabalhos que procuram realizar estimativas sobre a demanda por importações brasileiras de maneira linear. Os mais recentes avanços publicados neste campo são apresentados por Zini Junior (1988), Portugal (1992, 1993), De Castro e Cavalcanti (1997), Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000), que apresentam estimativas de funções de comércio exterior utilizando modelos de correção de erros (pelos métodos de Engle-Granger e Johansen) e modelos com parâmetros que são variáveis no tempo (como forma de captar mudanças estruturais causadas por choques externos e por mudanças de regime de política econômica).

Seguindo uma ordem cronológica, inicialmente, Zini Junior (1988) procura estimar as elasticidades de exportação para o Brasil por grupo de bens. Diversas especificações funcionais são estimadas e um procedimento para testes diagnósticos e seleção de modelo é usado. O estudo detecta que a oferta de exportação é preço-elástica e cresce com o aumento da utilização de capacidade. A demanda externa por exportações e a demanda interna por importações mostram baixas elasticidades-preço e altas elasticidades-renda, possivelmente refletindo o pequeno grau de abertura comercial da economia brasileira antes de 1988. Os dados utilizados por Zini Junior foram trimestrais e submetidos a ajuste para sazonalidade, e são referentes ao período entre o primeiro trimestre de 1970 e o terceiro trimestre de 1986 (67 observações). O procedimento de estimação usado foi mínimo quadrado de dois estágios para todos os modelos de exportação e para os modelos dinâmicos de importação que indicavam a presença de autocorrelação dos resíduos, e mínimos quadrados ordinários para os modelos de importação que não acusaram autocorrelação dos resíduos. De maneira geral, aliado ao pessimismo das elasticidades estimadas, não houve consistência nos resultados das elasticidades alcançadas, e que estão apresentadas na Tabela 1.

Dando seqüência a estes estudos, Portugal (1992) e Ferreira (1994) trabalham com métodos mais sofisticados de estimação, a fim de incorporar a não estabilidade dos parâmetros ao modelo de demanda total de importações. De maneira geral, as diferenças situam-se na metodologia utilizada para análise das instabilidades. Especificamente, Ferreira (1994), devido

à não-confirmação da hipótese de existência de parâmetros fixos no período analisado (1973.1 a 1989.4), utiliza uma estimação com a incorporação de variáveis *dummy* aos coeficientes do PIB e da utilização da capacidade produtiva. Este autor observou uma ruptura dos coeficientes ligados às variáveis preço e renda no quarto trimestre de 1981, a partir do Teste de Chow. Portugal (1992) utiliza um procedimento mais sofisticado para o período 1975 a 1988, baseado no Filtro de Kalman, que permite a estimação dos parâmetros em cada período de tempo. Os resultados gerais alcançados pelos autores são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1
Elasticidades da Demanda de Importações Totais (Trimestral)

Equação	Elasticidade-renda	Elasticidade-preço	Utilização de Capacidade	Período
Zini Junior (1988)	3.28	-0.46		1970 – 1986
Fachada (1990)	1.186	-0.376	1.563	1976.2 – 1988.4
Portugal (1992)	0.344	-0.910	3.865	1976.1 – 1988.4
Ferreira (1994)	-0.212	-1.323	2.210	1981.4 – 1989.4
De Castro e Cavalcanti (1997)	2.03	-0.45	-0.15	1956.1 – 1995.4
Azevedo e Portugal (1998)	-0.173*/2.106#	-0.576	4.554*/2.541#	1980.1 – 1994.4
Resende (2000)	0.54*/3.31#	-1.39&		1978.1 – 1998.4

* com *dummies* até 1989.4.

com *dummies*, a partir de 1990.1.

& com *dummies*, a partir de 1994.3.

- : não significativo

De Castro e Cavalcanti (1997), seguindo igual metodologia, procuram trabalhar com uma especificação das equações de importação semelhantes às utilizadas pela maioria dos trabalhos publicados no Brasil sobre o assunto, como os de Zini Junior (1988), Fachada (1990), Portugal (1992) e Ferreira (1994).

Tabela 2
Elasticidades da Demanda de Importações Intermediárias (Trimestral)

Equação	Elasticidade-renda	Elasticidade-preço	Utilização de Capacidade	Período
Abreu (1987)	1.13	-0.74	1.87	1976.1 – 1988.4
Fachada (1990)	1.16	-0.87	2.88	1976.1 – 1985.4
Portugal (1992)	0.972	-0.908	3.672	1976.1 – 1988.4
De Castro e Cavalcanti (1997)	2.63	-0.55	-0.13	1956.1 – 1995.4
Resende (2000)	0.99*/3.47#			1978.1 – 1998.4

*com *dummies* até 1990.1.

com *dummies* a partir de 1990.2.

As variáveis condicionantes das importações são basicamente duas: nível de atividade e preços relativos. Utiliza-se o Produto Interno Bruto como *proxy* para a primeira variável e a taxa de câmbio real para a segunda. As equações de importação procuram analisar as demandas de importações totais e de bens intermediários, além de bens de capital e de consumo durável. Ao longo do trabalho, dadas as diversas quebras estruturais ocorridas no período 1955/1995, faz-se uso de variáveis *dummies*. Os resultados das estimações para a demanda de importações totais e também de bens intermediários encontram-se nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Incorporando dados mais recentes e trabalhando com um modelo de demanda de importação e um período amostral semelhante a Ferreira (1994), Azevedo e Portugal (1998) indicam para a demanda por importações totais dois comportamentos distintos apresentados pelo PIB: uma elasticidade-renda não significativa entre 1980.1 e 1989.4 e uma elasticidade-renda altamente significativa e com valor de longo prazo de 2,106 a partir dos anos 90 - início da abertura da economia brasileira no Plano Collor. Situação semelhante ocorreu com o nível de utilização da capacidade produtiva, com o coeficiente a ela vinculado mostrando uma acentuada variação entre os dois períodos analisados. Durante os anos 80, esta variável registrou um parâmetro de longo prazo positivo e maior que um (4,554). Entretanto, nos anos 90, embora permaneça significativo, seu valor continua maior que um, porém com um valor menor (2,541) que o do período anterior. Na verdade, isto também pode ser explicado pelas distintas orientações da política de importações seguidas nos anos 80 e 90, em que com a maior abertura da economia a utilização da capacidade produtiva foi perdendo importância na explicação das importações. Por fim, em relação à elasticidade-preço, os resultados foram significativos ao longo de toda a amostra, mostrando a inexistência de uma mudança discreta neste parâmetro e uma evolução contínua ao longo do tempo, ao contrário do que ocorre com as variáveis renda, utilização da capacidade produtiva e a constante.

Seguindo idéia similar à de Azevedo e Portugal (1998), Resende (2000) analisa o período recente da demanda de importações, corrigindo o modelo estimado para quebras estruturais dos parâmetros da equação. Neste trabalho, são estimadas equações para importação total, bens intermediários, bens de capital, bens de consumo durável e bens de consumo não durável.

Os coeficientes de longo prazo da equação de importações totais foram obtidos a partir da estimação de um ADL (2) - estimação de equações em defasagens auto-regressivas distribuídas de segunda ordem - e estão reportados na Tabela 1. Foram incluídas *dummies* de impulso em 1986.4, 1989.1 e 1994.3, sugeridas pela análise gráfica dos resíduos da equação. O coeficiente da variável utilização de capacidade não é estatisticamente diferente de zero.

A elasticidade-renda da demanda de importação estimada até 1989.4 é pequena (0,54). Entretanto, a partir de 1990.1, verifica-se uma ruptura neste coeficiente: esta elasticidade torna-se bastante elevada, 3,31. Ou seja, com o processo de abertura comercial na década de 90, a demanda por importações no Brasil tornou-se bem mais sensível às oscilações da renda, *vis-à-vis* o período anterior. A elasticidade-preço relativo da demanda de importação não se mostrou estatisticamente diferente de zero até 1994.3. Após este período, verifica-se uma mudança nesta elasticidade, que se torna significativa e da ordem de -1,39. Isto, segundo o autor, sugere que a estabilização monetária ocorrida após meados de 1994 elevou a sensibilidade dos agentes econômicos em relação às mudanças de preços relativos das importações. No período anterior, em função das elevadas taxas de inflação, estas mudanças eram constantes e inviabilizavam a formação de um quadro de parâmetros relativamente estáveis para a tomada de decisão dos agentes entre importar ou demandar da indústria doméstica. Salienta-se também que este estudo usa uma quarta variável explicativa chamada CM12, que representa o índice de capacidade de importar, a qual foi construída a partir de informações extraídas do Boletim do Banco Central. O coeficiente da variável CM12 é estatisticamente diferente de zero e apresenta-se instável ao longo do período estudado, tendo em vista sua ruptura em 1994.3. Até esta data, a elasticidade da demanda de importação em relação à CM12 estimada é de 0,63.

Deste modo, até então, alterações de 10% na capacidade de importar estavam associadas a alterações da ordem de 6,3% do *quantum* importado. Após o lançamento do Plano Real, esta elasticidade aproximou-se de -0,03. A explicação econômica para isso relaciona-se à estratégia de acúmulo de reservas externas do Banco Central para sustentar a âncora cambial adotada entre 1994.3/1998.4. Segundo Resende (2000), após a mudança da política cambial em janeiro de 1999, provavelmente o coeficiente da capacidade de importar deve ter-se elevado até o nível verificado antes de 1994.3.

Por fim, com relação aos bens intermediários, os coeficientes de longo prazo da equação de importações de bens intermediários foram obtidos a partir da estimação de um ADL (4), e estão reportados na Tabela 2. Foram incluídas *dummies* de impulso em 1986.4 e em 1994.3, sugeridas pela análise gráfica dos resíduos da equação.

Mais uma vez, o coeficiente da utilização de capacidade instalada não foi significativamente diferente de zero a 10%. A elasticidade-preço da demanda de importação dos bens intermediários também não diferiu significativamente de zero a 10%.¹¹

A elasticidade-renda da demanda de importação desta categoria de bens é estimada em 0,99 até 1990.1, e eleva-se para cerca de 3,47 a partir desta data. Segundo o autor, sua elevada magnitude, após 1990.1, deve estar relacionada à liberalização comercial que sucedeu o período de estagnação econômica que marcou o Brasil nos anos 80. Verificou-se, também, uma ruptura no coeficiente estimado da CM12 em 1994.3. Até esta data, este coeficiente era estimado em 0,69, enquanto que a partir de 1994.3 este torna-se negativo, da ordem de -0,06, como provável decorrência da política cambial então adotada.

Especificamente, em relação aos trabalhos de Resende (2000) e Azevedo e Portugal (1998) é interessante destacar que ambos usam metodologias semelhantes para analisar as equações de demanda de importação. Assim, as elasticidades estimadas no trabalho destes artigos podem ser comparadas, embora em Azevedo e Portugal (1998) tenha sido estimada apenas a equação de importações totais, exclusive petróleo e trigo. As diferenças encontradas entre estas e as estimadas em Resende (2000) são aceitáveis, visto que há divergências entre os dois estudos quanto ao período estimado, as variáveis utilizadas etc. Todavia, há pontos em comum entre as estimativas. Em ambos os casos, verificou-se a ruptura de algumas elasticidades em 1990.1. Visto que em Azevedo e Portugal (1998) o período estimado correspondeu a 1980.1/1995.4, provavelmente não foi possível identificar a quebra estrutural dos parâmetros verificada em 1994.3, no citado trabalho. Este é mais um fator que concorre para as diferenças entre as elasticidades estimadas em um e outro trabalho.

Contudo, um dos pontos em comum entre as estimativas em questão refere-se ao coeficiente estimado do PIB na equação de importação total, que, em ambos os estudos, apresenta uma ruptura em 1990.1, e mostra-se elevado a partir de então.

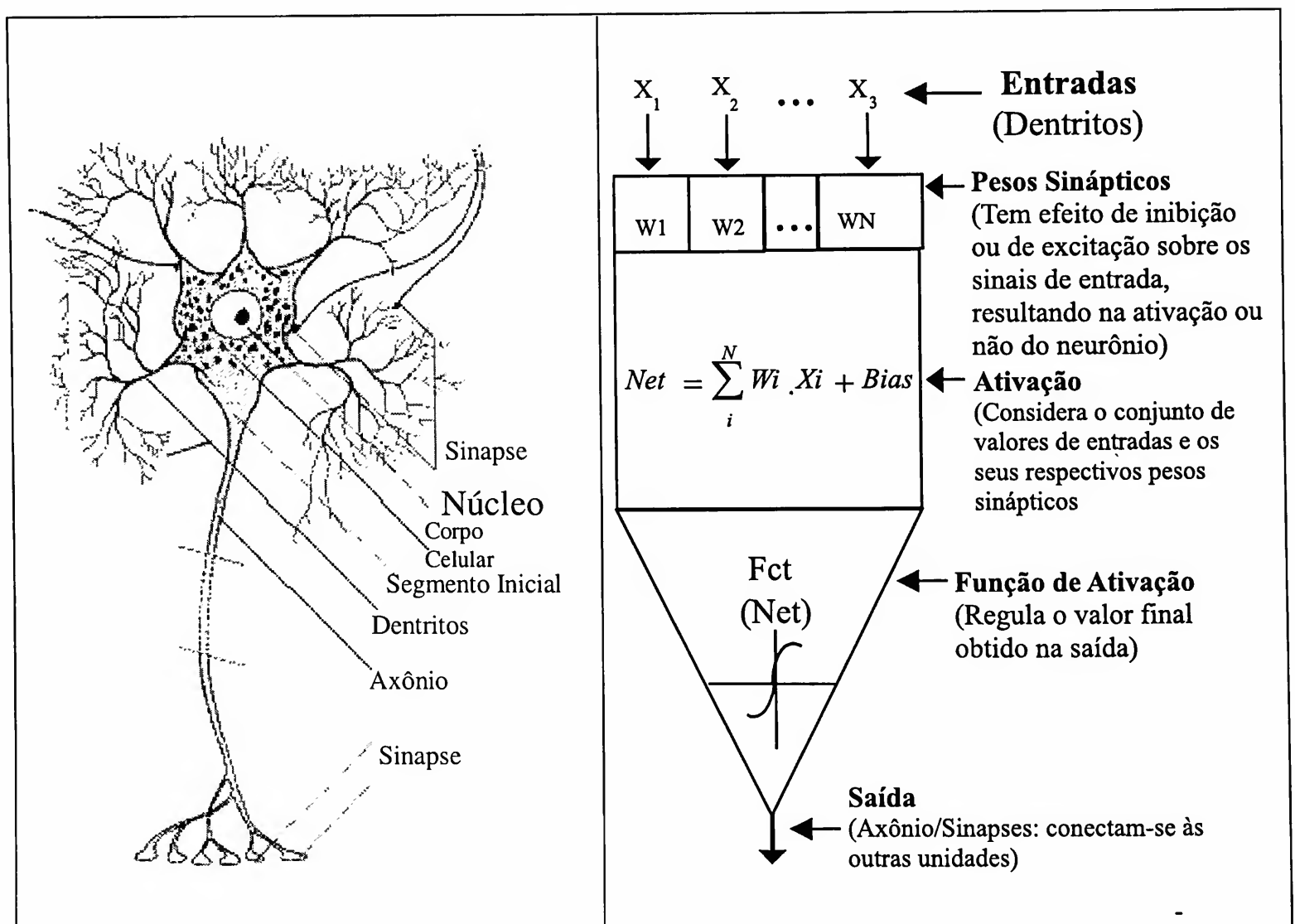
11 Em geral, segundo Resende (2000), “as estimativas para a equação de BI encontram coeficientes significativos para as variáveis preço relativo, renda e utilização da capacidade. Com o uso de dados trimestrais, Fachada (1990) relata -0,87, 1,16 e 2,88 para o período 1976/1988; Abreu (1987) apresenta -0,74, 1,13 e 1,87 para o período 1976/1985, enquanto Portugal (1992), com dados de 1975/1987, obteve -0,91, 0,97 e 3,67. Deste modo, foi estimada outra equação de demanda de importação de BI para o período 1978.1/1998.4, supondo-se a estabilidade de seus parâmetros, conforme procedimento adotado pelos autores supracitados. Isto é, a nova equação de importação de BI não foi modelada para quebras estruturais dos coeficientes, por meio de equação piece-wise. Os coeficientes de longo prazo foram obtidos a partir da estimação de um ADL (4). Revelaram-se significativamente diferentes de zero a 1% os coeficientes das variáveis preço relativo e renda: -1,57 e 3,33, respectivamente. Contudo, os coeficientes da CM12 e do UBI não se mostraram significativos a 10%. Visto que foi rejeitada, por meio de testes de Chow, a hipótese de parâmetros constantes para a equação de BI para o período 1978.1/1998.4, as estimativas para este período que não consideram as prováveis rupturas dos parâmetros podem estar viesadas. Portanto, a despeito dos resultados apresentados sugerirem que as variáveis PBI e UBI não explicam as importações de BI, estes resultados parecem ser mais confiáveis do que aqueles obtidos a partir da hipótese de parâmetros fixos da equação.”

3 Redes neurais artificiais

3.1 Caracterização das redes neurais artificiais

As Redes Neurais Artificiais (RNAs), também conhecidas como métodos conexionistas, são inspiradas nos estudos da mesma maneira como se organiza e funciona o cérebro humano. Este tipo de método possui características peculiares de representação e de aquisição de conhecimentos. De acordo com Osório (1992) e Braga, Ludermir e Carvalho (2000), a representação de conhecimentos nas redes conexionistas, como diz o próprio nome, é fortemente ligada à noção de conexão entre neurônios (elementos processadores de informação) que interagem uns com os outros por meio destas ligações. O modelo conexionista possui sua origem numa grande simplificação das estruturas do cérebro humano. O modelo artificial ou simulado possui elementos similares aos neurônios biológicos e às suas conexões, chamadas de sinapses.

Figura 1
Modelo de Neurônio Natural e Artificial



O conhecimento de uma RNA está codificado na estrutura da rede, na qual se destacam as conexões (sinapses) entre as unidades (neurônios) que a compõe. Nestas redes artificiais, obtidas por simulação em computadores, associa-se a cada conexão um peso sináptico (valor numérico) que caracteriza a força da conexão entre dois neurônios. O aprendizado em uma RNA é realizado por um processo de adaptação dos seus pesos sinápticos. A Figura 1 mostra a relação entre os neurônios naturais e o modelo de neurônio artificial.

Uma vez que o conhecimento da rede está codificado na estrutura de interconexões entre os neurônios e nos pesos associados a estas conexões, fica muito difícil para um ser humano realizar uma análise e interpretação dos conhecimentos adquiridos por uma RNA. Os conhecimentos das redes se resumem a um conjunto de valores numéricos descrevendo as conexões e, por consequência, estes valores descrevem também o comportamento da rede.

3.2 Origem e evolução

Os primeiros estudos sobre as redes neurais artificiais remontam aos anos 40 (McCulloch e Pitts, 1943); entretanto, foi somente na década de 80 que houve um grande desenvolvimento nesta área (Back-Propagation, Hopfield, Kohonen SOFM, ...).

O começo do estudo das redes neurais artificiais pode ser atribuído a McCulloch e Pitts (1943), por meio da criação do *Psychon*, seguido, alguns anos mais tarde, por D. O. Hebb, que em 1949 influenciou vários modelos de RNAs de destaque na atualidade.

Em seguida, Frank Rosenblatt (1959) criou o *Perceptron* (redes de um só nível na época), que tem até hoje uma grande influência sobre os estudos das redes neurais, mostrando que apesar desta área de estudos ter crescido muito na atualidade, suas bases foram estruturadas juntamente com a criação dos fundamentos da ciência da computação. Alguns outros modelos similares ao *Perceptron* foram também desenvolvidos nesta época, como é o caso do *Adaline* (Adaptive Linear Element), criado por Bernard Widrow (1962). Os modelos do tipo *Perceptron*, incluindo o *Adaline*, são baseados no aprendizado supervisionado por correção de erros, uma classe muito importante de RNAs que possui uma larga aplicação na atualidade.

No final da década de 60, os modelos baseados no *Perceptron* receberam uma dura crítica de Minsky e Papert (1969), os quais provaram matematicamente que os modelos de redes neurais baseados no *Perceptron* não eram capazes de aprender uma simples função lógica do tipo “ou-exclusivo” (XOR = *Exclusive Or*). A função XOR possui um padrão de valores de entrada e de saída cuja associação não podia ser aprendida pelos modelos de redes baseados em *Perceptron* disponíveis naquela época. A publicação deste livro abalou profundamente as

pesquisas realizadas nesta área de estudos, e, em virtude das críticas feitas e da falta de uma solução prática para os problemas apresentados, as redes neurais ficaram “esquecidas” por um certo tempo.

Segundo Braga, Ludermir e Carvalho (2000), somente na década de 80 surgiram novos modelos que deram um novo impulso às redes neurais, notadamente o desenvolvido por Hopfield (1982). O modelo que Hopfield criou era baseado em um tipo de rede diferente dos modelos baseados no *Perceptron*, sendo uma rede com conexões recorrentes e com um comportamento baseado na competição entre os neurônios, onde o aprendizado era não supervisionado. Outros modelos similares ao modelo de Hopfield surgiram pouco depois, dentre os quais podem ser citados, por exemplo, a máquina de Boltzmann e o BAM (*Binary Associative Memory*).

A década de 80 ficou também marcada profundamente pelo reaparecimento das redes baseadas em *Perceptrons*. Isto se deveu ao desenvolvimento dos computadores, que se tornaram mais velozes e permitiram realizar melhores simulações das redes neurais, bem como o desenvolvimento de modelos matemáticos que resolveram o problema apontado por Minsky e Papert. Também pode-se associar, em parte, este renascimento das redes neurais ao suposto desencanto com a Inteligência Artificial clássica. O modelo que permitiu o ressurgimento das redes baseadas em *Perceptrons* foi o das redes multinível, onde o novo algoritmo de aprendizado chamado *Back-Propagation* resolveu, em grande parte, os problemas de aprendizado existentes até então. (Rumelhart, Hinton e Williams, 1986) Este algoritmo, o *Back-Propagation*, permitia realizar o aprendizado por correção de erros em uma rede com múltiplas camadas (níveis) e, conseqüentemente, resolveria o problema do XOR.

Portanto, os estudos sobre as redes neurais sofreram uma grande revolução a partir dos anos 80, conforme foi demonstrado acima. E a partir dos anos 80, cada vez mais, esta área de estudos tem se destacado, seja pelas promissoras inovações apresentadas pelos modelos de redes neurais propostos, seja pelas condições tecnológicas atuais de implementação que permitem desenvolver arrojadas implementações de arquiteturas neurais paralelas em *hardwares* dedicados, obtendo, assim, ótimas performances destes sistemas (bastante superiores aos sistemas convencionais).

3.3 Modelos conexionistas

Segundo Kovács (1996) e Braga, Ludermir e Carvalho (2000), as **redes conexionistas** são formadas por um conjunto de unidades elementares de processamento de informações

fortemente conectadas, que se denomina neurônios artificiais. Uma RNA é constituída por um grafo orientado e ponderado. Os nós deste grafo são autômatos simples, os chamados neurônios artificiais, que formam, por meio de suas conexões, um autômato mais complexo, a rede neural, também conhecida como rede conexionista.

Cada unidade da rede é dotada de um estado interno, que se denomina estado de ativação. As unidades podem propagar seu estado de ativação para as outras unidades do grafo, passando pelos arcos ponderados, que chamamos de conexões, ligações sinápticas ou simplesmente de pesos sinápticos. A regra que determina a ativação de um neurônio em função da influência vinda de suas entradas, ponderadas pelos seus respectivos pesos, chama-se regra de ativação ou função de ativação. As mudanças realizadas nos valores dos pesos sinápticos ou na estrutura de interconexão das unidades de uma rede são responsáveis pelas alterações no comportamento de ativação desta rede. Estas alterações nas conexões e na estrutura da rede é o que permite realizar o aprendizado de um novo comportamento. Desta maneira, no aprendizado supervisionado, modifica-se o estado de ativação na saída da rede em resposta a uma certa configuração de entradas. Portanto, a rede é capaz de estabelecer associações de entrada-saída (estímulo e resposta) a fim de se adaptar a uma situação proposta. No caso de uma rede com aprendizado supervisionado, a rede deve adaptar os seus pesos de maneira a passar a responder de acordo com o exemplo dado, ou seja, gerando na sua saída um estado de ativação compatível para com o esperado. O método utilizado para modificar o comportamento de uma rede é denominado de regra de aprendizado.¹²

De acordo com Osório (1999), *“as RNAs podem ser aplicadas a diferentes tipos de tarefas, tais como: o reconhecimento de padrões (reconhecimento de faces humanas), a classificação (reconhecimento de caracteres -OCR), a transformação de dados (compressão de informações), a previsão (previsão de séries temporais, como as cotações da bolsa de valores, ou também, uso para o diagnóstico médico), o controle de processos e a aproximação de funções (aplicações na área da robótica e estimções de funções). De maneira geral, todas estas tarefas podem ser reagrupadas em dois grupos principais, segundo o tipo de saída fornecido pela rede neural e o comportamento que é buscado. Estes dois grupos são:*

12 A grande quantidade de modelos de redes conexionistas existentes torna difícil a descrição de todos os modelos. Um aprofundamento, com mais detalhes sobre os diferentes modelos de RNAs, pode ser encontrado na obra de Arbib (1995), Bishop (1997) e Fiesler e Beale (1997).

Redes para a aproximação de funções: este tipo de redes deve ter uma saída com valores contínuos e usualmente são empregadas para realizar aproximações de funções. Neste tipo de aplicações, as funções são representadas por um conjunto de casos. Este tipo de redes é capaz de aprender uma função de transformação (ou de associação) de valores de entrada em valores de saída, usualmente estimando por interpolação as respostas para os casos que não aparecem na base de exemplos. Este tipo de problemas de aprendizado neural de funções é conhecido por ser uma aplicação de um problema de regressão. Em geral, as funções a serem aprendidas pelas redes possuem tanto as entradas como as saídas indicadas através de valores contínuos (variáveis não discretas).

Redes para a classificação de padrões: este tipo de rede deve atribuir para cada exemplo que lhe é fornecido uma classe ao qual este exemplo pertence. Portanto, a saída da rede é a classe associada ao exemplo e, por consequência, as classes são valores discretos e não contínuos. A classificação é um caso particular da aproximação de funções onde o valor de saída da rede é discretizado e pertence a um conjunto finito de classes. No caso do aprendizado supervisionado, o conjunto de classes é bem definido e conhecido antes de ser iniciado o processo de aprendizado. Uma rede utilizada para fins de classificação deve possuir saídas discretas, ou então, deve implementar métodos de discretização de suas saídas (isto é, aplicação de um limiar de discriminação - activation threshold). As entradas da rede podem ser tanto contínuas, como também podem ser discretas, o que não deve interferir no fato desta rede ser usada para uma classificação.”

Seria muito simplificada a classificação de todos os diferentes modelos de redes neurais em apenas uma destas duas classes descritas acima. No entanto, a maioria dos modelos pode ser adaptado para ser utilizado em um ou em outro tipo de aplicação.

4 Metodologia

4.1 Redes neurais artificiais e modelos não-lineares

A partir da introdução da metodologia de redes neurais artificiais (RNA) à economia, tem crescido o volume de trabalhos publicados, objetivando a estimação de relações não-lineares entre variáveis econômicas.¹³ A grande vantagem na utilização de RNA está na flexibilidade

13 Ver, por exemplo, Soto (1996) e Duffy McNelis (1997).

da especificação da função não-linear a ser utilizada. Na estimação por mínimos quadrados não lineares, deve-se, primeiramente, especificar uma certa forma funcional $f(x, \theta)$ para então obter as estimativas do vetor de parâmetros θ . Em outras palavras, o que se deseja é obter o membro da família de funções $f(x, \theta)$ que fornece o melhor ajuste aos dados. Utilizando-se RNA, ganha-se muito, em termos de flexibilidade, na especificação da família de funções $f(x, \theta)$, conhecida neste contexto como função de saída da rede.¹⁴ Na verdade, a busca de uma forma funcional mais adequada para $f(x, \theta)$ pode ser feita simplesmente por meio da variação no número de camadas ocultas da rede e do número de neurônios alocados em cada camada.

Conforme visto anteriormente, as Redes Neurais Artificiais (RNAs) funcionam conceitualmente de forma similar ao cérebro humano, tentando reconhecer regularidades e padrões de dados. As RNAs são capazes de aprender com a experiência e fazer generalizações baseadas no seu conhecimento previamente acumulado. Embora biologicamente inspiradas, as RNAs encontraram aplicações em diferentes áreas científicas. Neste artigo, explora-se a habilidade das RNAs em gerar estimativas de possíveis relações não-lineares entre variáveis econômicas.

Explora-se ainda a ligação entre RNAs e os modelos econométricos tradicionais, e procura-se mostrar que as RNAs são, basicamente, equivalentes ao problema de ajustamento de uma função não-linear a um conjunto de dados, onde a forma desta função não-linear é dada pela arquitetura da rede.

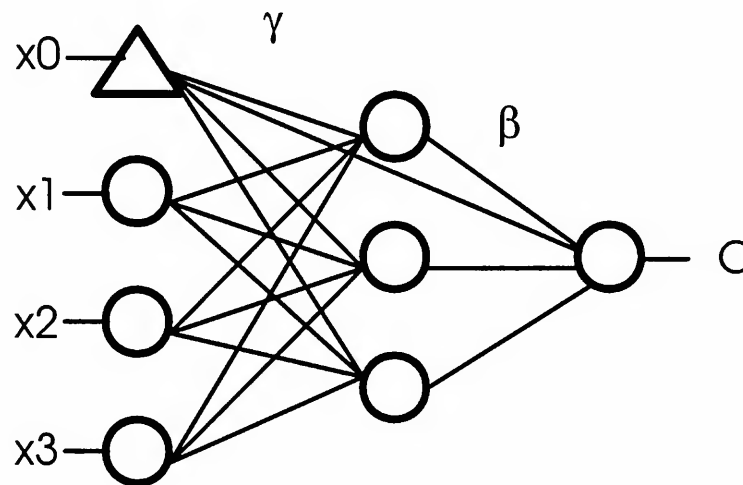
De maneira a simplificar a linguagem, uma RNA pode ser definida como uma forma de mapear um grupo de entradas $(x_1, x_2, x_3 \dots x_r)$ em um grupo de saídas $(o_1, o_2, o_3 \dots o_p)$. Para simplificar, imagine que $p = 1$, isto é, existe apenas um neurônio na camada de saída (Figura 2).

Em cada neurônio j da camada oculta, a entrada corresponde a uma soma ponderada representada por:

$$\sum_{i=0}^r \gamma_{ji} x_i = \gamma_{j0} + \gamma_{j1} x_1 + \gamma_{j2} x_2 + \dots + \gamma_{jr} x_r$$

14 Para mais detalhes, ver Portugal e Fernandes (1996).

Figura 2
Representação Gráfica de uma RNA



O primeiro elemento da soma pode ser visto como o “viés”, que aparece em função da existência de um neurônio ligado a todos os demais neurônios da rede, cujo sinal de saída é sempre igual a unidade ($x_0 = 1$). Assim, após a aplicação da função de ativação G , que pode ser uma função de distribuição acumulada, como a logística, tem-se a saída de cada neurônio j da camada oculta dada por

$$h_j = G\left(\sum_{i=0}^r \gamma_{ji} x_i\right)$$

Assumindo-se a existência de q neurônios na camada oculta e fazendo $h_0 = 1$, tem-se então a entrada do neurônio da camada de saída representada por

$$\sum_{j=0}^q \beta_j h_j = \beta_0 + \beta_1 h_1 + \beta_2 h_2 + \dots + \beta_q h_q$$

Neste sentido, o sinal de saída da RNA pode ser obtido como

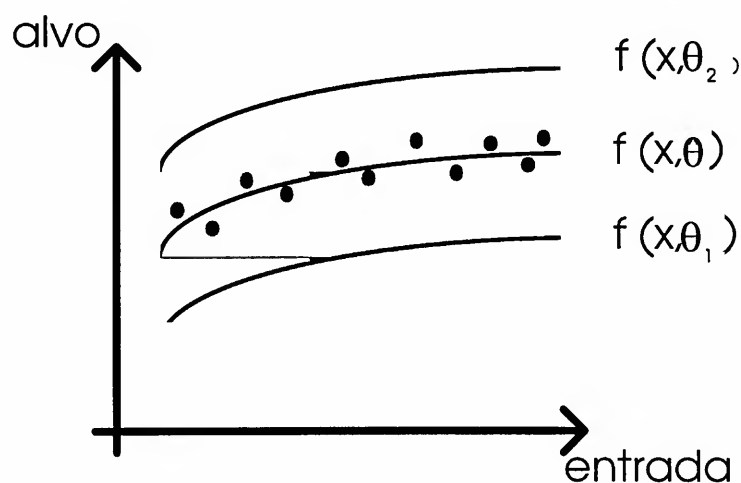
$$O = G\left(\sum_{j=0}^q \beta_j h_j\right)$$

ou, simplesmente,

$$O = G \left[\sum_{j=0}^q \beta_j \quad G \left(\sum_{i=0}^r \gamma_{ji} x_i \right) \right] = f(x, \theta) \tag{1}$$

Na Figura 2, tem-se a representação gráfica de uma RNA com quatro neurônios na camada de entrada, onde o triângulo representa o “viés”, três neurônios na camada intermediária ou oculta e um neurônio na camada de saída. O vetor de pesos γ estabelece as ligações entre as camadas de entrada e oculta, enquanto o vetor β estabelece as ligações entre as camadas oculta e de saída. Na equação (1) observa-se a saída da RNA como uma função das entradas da rede e dos diversos pesos. Pode-se escrever resumidamente $f(x, \theta)$, onde x representa o vetor de entradas e θ é o vetor que representa os pesos γ 's e β 's. A função f pode ser chamada de “função de saída da rede”, e sua forma vai depender da arquitetura usada na rede. Neste sentido, pode-se dizer que a procura por uma arquitetura ótima para uma RNA resume-se à procura da forma funcional f apropriada. Existem então duas questões a serem resolvidas: a escolha da forma funcional f , que está associada à arquitetura da rede, isto é, ao número de camadas da rede e ao número de neurônios em cada camada, e a estimação do vetor de parâmetros θ , que é feita pela utilização do método de retropropagação.¹⁵

Figura 3
Ajuste de Mínimos Quadrados Não-Lineares



Considere agora o problema econométrico usual de estimar-se uma regressão não-linear. Em uma regressão não-linear, a expressão $f(x, \theta)$, na qual x é o vetor de variáveis exógenas e θ é o vetor de parâmetros, representa uma família de curvas cuja forma funcional é definida a

15 Detalhes sobre o método de retropropagação e os vários tipos de algoritmos de retropropagação podem ser obtidos em Wasserman (1989), Freeman e Skapura (1992), Schiffmann, Joost e Werner (1995) e Riedmiller e Braun (1993).

priori, e o problema consiste em obter-se o estimador $\hat{\theta}$ ótimo, isto é, aquele que minimiza a soma dos quadrados dos resíduos. Em outras palavras, o problema consiste em obter um membro específico desta família de curvas $f(x, \hat{\theta})$, que apresenta o melhor ajuste aos dados (Figura 3).

Em White (1992), é mostrado que o estimador de mínimos quadrados não-lineares ($\hat{\theta}$) tende assintoticamente para os pesos ótimos aprendidos pela RNA (θ^*). É neste sentido que pode-se afirmar que a grande novidade introduzida pelas RNAs consiste em focalizar a atenção na forma funcional f . As RNAs têm se mostrado extremamente úteis na resolução de problemas de reconhecimento de padrões, classificação, previsão, entre outros, pois elas possuem a propriedade de serem “aproximações universais” Vale dizer, uma RNA, com um número suficiente de neurônios na camada oculta e uma função de ativação tipo logística, consegue aproximar, com o grau de precisão desejado, qualquer mapa de um espaço dimensional finito em um outro espaço dimensional finito qualquer.¹⁶ Já os procedimentos de aprendizagem utilizados para obter os pesos consistem em um processo de estimação usual em estatística. Nas palavras de White (1992): “*neural networks procedures are inherently statistical techniques.*”¹⁷ O algoritmo de retropropagação é utilizado simplesmente para determinar o mínimo local da superfície de erros.¹⁸

4.2 Representação da regressão como uma RNA e análise de sensibilidade

No caso do modelo de regressão, por exemplo, tem-se uma variável dita endógena sendo explicada por diferentes variáveis exógenas. Nas RNAs, as variáveis exógenas podem ser vistas como os sinais que entram nos neurônios da camada de entrada, enquanto que a variável endógena é representada pelo sinal de saída desejável para a rede. Em outras palavras, a variável endógena é o padrão que é objeto do aprendizado da RNA. Na verdade, uma RNA que tenha apenas uma camada de entrada e outra de saída (*perceptron*) pode ser facilmente relacionada ao modelo de regressão linear.

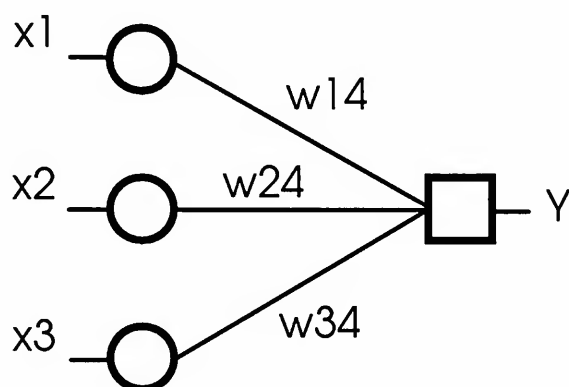
16 A prova pode ser encontrada em White (1992, capítulo 3).

17 White (1992, p. 87).

18 Na verdade, o algoritmo de retropropagação não passa de uma variação do método de Newton-Raphson.

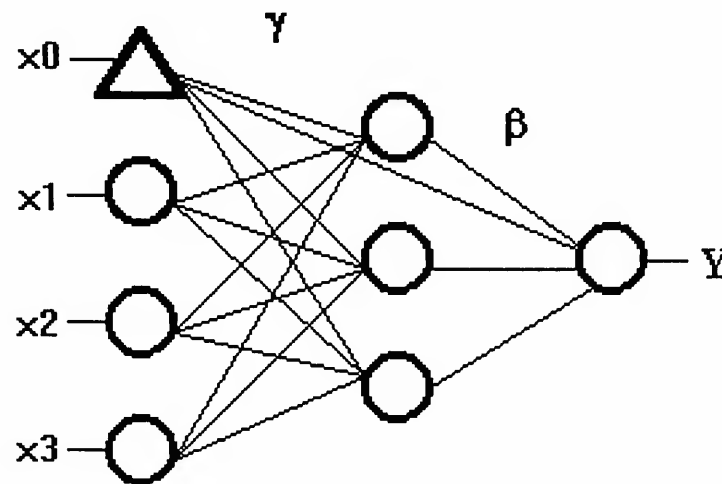
Neste caso, o vetor de pesos da RNA da Figura 4 (w_{14} , w_{24} , w_{34}), que não tem nenhuma camada oculta, nada mais é que o vetor de parâmetros do modelo de regressão. Eles indicam, assim como os parâmetros da regressão, a importância de cada sinal de entrada no que diz respeito à explicação do padrão de saída. Contudo, quando se utiliza uma camada oculta (*perceptron multi-camada*), como é comum na literatura de RNA, introduz-se não-linearidades na relação entre as entradas x_1 , x_2 , x_3 e a saída y . Portanto, a relação entre as variáveis exógenas e a variável endógena deixa de ser linear, e a comparação, então, tem de ser feita com modelos de regressão não-lineares.

Figura 4
Modelo Linear



A Figura 5 mostra uma relação não-linear entre as entradas x_1 , x_2 , x_3 e a saída y . Neste caso, os parâmetros que medem os impactos de variações nas variáveis exógenas sobre as variáveis endógenas são uma combinação dos parâmetros γ e β . Para obter estes valores, pode-se gerar um impulso nas variáveis exógenas e medir seu impacto na variável endógena. A obtenção explícita das elasticidades é de difícil implementação, em função do elevado grau de não-linearidade que pode surgir da rede. Neste sentido, pretende-se calcular, dado a dado e por pontos representativos de grupos da amostra, a sensibilidade da saída da rede a estímulos sobre as camadas de entrada. Espera-se, também, para efeitos deste trabalho, caracterizar dentro desta análise de sensibilidade as elasticidades médias, a partir de uma análise tipo funções de impulso-resposta.

Figura 5
Modelo de RNA Não-Linear para as Equações de Comércio Exterior



No caso das equações de demanda por importações brasileiras, o ponto de partida são as funções f abaixo

$$M_t = f(Y_t, E_t, U_t)$$

$$M_{BIt} = f(Y_t, E_{BIt}, U_t)$$

onde: M_t = volume de importações totais;

M_{BIt} = volume de importações dos bens intermediários;

Y_t = produto interno bruto;

E_t = taxa de câmbio real, utilizando o índice geral de preços como preço interno e o índice de preços de importação total como preço externo;

E_{BIt} = taxa de câmbio real, utilizando o índice geral de preços como preço interno e o índice de preços de importação de bens intermediários como preço externo;

U_t = taxa de utilização da capacidade produtiva.

A questão passa a ser então a procura pela forma funcional mais adequada para as funções f , que será feita por meio de variações no número de neurônios e de camadas ocultas a serem utilizadas.¹⁹ As informações têm periodicidade trimestral, totalizando 88 observações trimestrais

¹⁹ Conforme visto no tópico 2, a maioria dos trabalhos realizados para demanda de importações brasileiras acabaram por limitar sua análise a particularidades ao longo dos períodos estudados. Assim, na grande maioria das vezes chega-se à conclusão de que os choques pelos quais passou a economia durante a década de 80 e 90 acabam por introduzir comportamentos que dificilmente são passíveis de tratamento pelos métodos lineares convencionalmente utilizados para estimação das relações econômicas.

compreendidas entre o primeiro trimestre de 1978 e o quarto trimestre de 1999. Todos os dados foram obtidos perante a FUNCEX e o IPEA e tiveram como base o último trimestre de 1994 igual a 100.

Neste sentido, para a importação, os neurônios da camada de entrada podem ser representados pelas variáveis exógenas relevantes, a saber, a taxa de câmbio real, o PIB e a taxa de utilização da capacidade produtiva.

A determinação do número de camadas ocultas e o número de neurônios em cada camada oculta é, basicamente, uma questão empírica. Novamente, pode-se fazer uma analogia com o modelo de regressão, no qual a teoria econômica é usada para identificar as variáveis exógenas envolvidas, mas a determinação das relações dinâmicas entre estas e a variável endógena é uma questão empírica. Para a obtenção de uma arquitetura adequada para a RNA deve-se utilizar algum critério de poda. Assim como ocorre no modelo de regressão, em que se aplica o procedimento *general to specific*²⁰ para o estabelecimento das relações dinâmicas, também nas RNAs é usual começar-se com uma rede “grande”, que sofre então um processo sucessivo de poda até que se atinja a arquitetura ideal. O processo de poda consiste em eliminar aquelas ligações que mostrem pouca contribuição para a capacidade de generalização da RNA.²¹

Antes de se passar diretamente à estimação das equações de demanda de importações com aplicação de RNA, deve-se destacar que a simples visualização acerca da presença de não-linearidades certamente não é condição suficiente para garantir que a estimação de um modelo não-linear, qualquer que seja a sua especificação, deva apresentar resultados mais adequados do que os obtidos por meio de um modelo linear. Na verdade, o procedimento mais adequado consiste sempre na aplicação preliminar de um teste sobre os dados, com o intuito de verificar se a hipótese de linearidade pode ser rejeitada no caso sob foco de análise. Além disso, neste trabalho procurou-se, também, apresentar os resultados de uma regressão linear e uma rede

20 Para mais detalhes, ver Hendry (1995, capítulos 7 e 8).

21 Todas as formas de modelar auto-organizadas, em particular as redes neurais, podem ser usadas para extrair as variáveis macroeconômicas relevantes de modelos propostos. Por meio dos computadores e das redes neurais artificiais há uma trituração, purificação e limpeza dos dados, de maneira a deixar visível a informação. No entanto, antes de modelar e escolher quais variáveis incluir, é muito produtivo fazer uma “arqueologia” dos dados. Ou seja, antes de escolher as variáveis que serão usadas como entradas das redes pode-se incluir dezenas de entradas candidatas em uma rede auxiliar e com o treinamento intensivo, observar quais são as principais. As não-linearidades podem ser geradas pela omissão de alguma variável pertinente não considerada nos modelos. Contudo, deve-se destacar que, neste estudo, isto não é feito, em virtude da opção de utilizarmos variáveis que comprovadamente e tradicionalmente, em outros trabalhos, têm sido relevantes na explicação do comportamento das importações.

linear contra um modelo não-linear por meio da aplicação de RNAs, com vistas a verificar a soma do quadrado dos resíduos. Isto porque, na presença de não-linearidade nos dados, espera-se uma grande redução do erro.

Segundo Diaz e Araújo (1998), “a literatura sobre esta categoria de testes tem se desenvolvido nos últimos anos, especialmente na direção de incorporar conceitos da teoria de redes neurais. A este respeito vale citar Lee, White e Granger (1992) e Teräsvirta, Lin e Granger (1993). Este último, em particular, trabalha com um teste do tipo Multiplicador de Lagrange, que corresponde a uma alternativa superior ao proposto por Lee, White e Granger. A conclusão acerca desta superioridade foi baseada em resultados obtidos a partir de experimentos de Monte Carlo.”

Aplicando-se o teste proposto por Teräsvirta, Lin e Granger (1993) encontram-se três resultados básicos. Inicialmente, estima-se uma regressão básica entre o vetor da variável explicativa, no caso M_t e a matriz de explicativas. A seguir, estima-se a regressão auxiliar entre o vetor dos resíduos gerados na regressão básica e a matriz de explicativas acrescida de j regressores auxiliares, que representam, neste caso, as combinações de termos não-lineares e, finalmente, calcula-se a estatística do teste, a partir da soma de quadrados de resíduos obtida tanto na regressão básica como na auxiliar.

Seguindo a idéia apresentada por Teräsvirta, Lin e Granger (1993), o teste proposto neste trabalho parte de uma definição de modelo univariado. Sendo assim, na matriz de explicativas constata-se apenas a variável dependente (M_t) com vários níveis de defasagens, ou seja, M_{t-1} , M_{t-2} .

Quadro 1

Regressores Auxiliares para os Testes da Presença de Não-Linearidades para a Série de Importação Total

Teste	Regressores Auxiliares
Original – V23	M_{t-1}^2 $M_{t-1}M_{t-2}$ M_{t-2}^2 M_{t-1}^3 $M_{t-1}^2M_{t-2}$ $M_{t-1}M_{t-2}^2$ M_{t-2}^3
Adaptado	PIB^2 $PIB \cdot Tx\text{Câmbio}$ $PIB \cdot CAPPRODUTIVA$ $TxC\text{âmbio}^2$ $TxC\text{âmbio} \cdot CAPPRODUTIVA$ $CAPPRODUTIVA^2$ PIB^3 $PIB^2 \cdot Tx\text{Câmbio}$ $PIB^2 \cdot CAPPRODUTIVA$ $PIB \cdot Tx\text{Câmbio}^2$ $PIB \cdot Tx\text{Câmbio} \cdot CAPPRODUTIVA$ $PIB \cdot CAPPRODUTIVA^2$ $TxC\text{âmbio}^3$ $TxC\text{âmbio}^2 \cdot CAPPRODUTIVA$ $TxC\text{âmbio} \cdot CAPPRODUTIVA^2$ $CAPPRODUTIVA^3$

Tabela 3.1

Resultados dos Testes da Presença de Linearidade para a Série de Importação Total

Cálculo da Estatística do Teste	Teste Adaptado	Teste Artigo – V23
SQRE – BASE	34727.54	9767.25
SQRE – LIMITADA	2932.58	5813.29
Regressores – j	16	7
Total de elementos	88	86
Número de Explicativas	3	2
Graus de liberdade do numerador	16	7
Graus de liberdade do denominador	68	76
Estatística do teste – F	46.07	7.39
Hipótese nula: coeficientes quadráticos e cúbicos = 0 ⇒ presença de linearidade		
Probabilidade de cometer erro tipo 1 (nível de significância)	0.0000001%	0.0009%

Quadro 2

Regressores Auxiliares para os Testes da Presença de Não-Linearidades na Série de Bens Intermediários

Teste	Regressores Auxiliares
Original – V23	M_{t-1}^2 $M_{t-1}M_{t-2}$ M_{t-2}^2 M_{t-1}^3 $M_{t-1}^2M_{t-2}$ $M_{t-1}M_{t-2}^2$ M_{t-2}^3
Adaptado	PIB^2 $PIB \cdot Tx\text{Câmbio}$ $PIB \cdot CAPPRODUTIVA$ $TxC\grave{a}mbio^2$ $TxC\grave{a}mbio \cdot CAPPRODUTIVA$ $CAPPRODUTIVA^2$ PIB^3 $PIB^2 \cdot Tx\text{C\grave{a}mbio}$ $PIB^2 \cdot CAPPRODUTIVA$ $PIB \cdot Tx\text{C\grave{a}mbio}^2$ $PIB \cdot Tx\text{C\grave{a}mbio} \cdot CAPPRODUTIVA$ $PIB \cdot CAPPRODUTIVA^2$ $TxC\grave{a}mbio^3$ $TxC\grave{a}mbio^2 \cdot CAPPRODUTIVA$ $TxC\grave{a}mbio \cdot CAPPRODUTIVA^2$ $CAPPRODUTIVA^3$

Seguindo os passos de Diaz e Araújo (1998), este teste foi realizado inicialmente, conforme sugerem Teräsvirta, Lin e Granger (1993), a partir da definição acima, dada a inexistência de uma forma de especificação não-linear prévia. Por meio de uma adaptação do teste, optou-se, também, por considerar na regressão básica a variável dependente contra as combinações não-lineares das variáveis explicativas PIB, utilização da capacidade produtiva e taxa de câmbio, substitutas da variável dependente defasada. O resumo para o teste proposto e para o teste adaptado são apresentados no Quadro 1 (importação total) e Quadro 2 (bens intermediários); e na Tabela 3.1 (importação total) e Tabela 3.2 (bens intermediários) encontram-se os resultados dos testes para a presença de linearidade.

Tabela 3.2
Resultados dos Testes da Presença de Linearidade
para a Série de Bens Intermediários

Cálculo da Estatística do Teste	Teste Adaptado	Teste Artigo – V23
SQRE – BASE	26681.69	10924.63
SQRE – LIMITADA	3735.622	6146.994
Regressores – j	16	7
Total de elementos	88	86
Número de Explicativas	3	2
Graus de liberdade do numerador	16	7
Graus de liberdade do denominador	68	76
Estatística do teste – F	26.11	8.84
Hipótese nula: coeficientes quadráticos e cúbicos = 0 \Rightarrow presença de linearidade		
Probabilidade de cometer erro tipo 1 (nível de significância)	0.00001%	0.00085%

Verifica-se que em ambos os testes não se pode aceitar a hipótese nula de presença de linearidade, considerando, inclusive, níveis de significância inferiores a 1%. Fica, deste modo, justificada a estimação de um modelo não-linear, e conforme já destacado anteriormente, dadas as vantagens da teoria de redes neurais, será este o modelo a ser estimado no tópico 5. Aliado a estes resultados indicativos de não-linearidade, observa-se, também, que na presença de uma rede linear contra uma não-linear a queda significativa do MSE (*mean squared error*) fortalece a caracterização de não-linearidade nas séries de dados analisadas (Tabela 4).

Tabela 4
Resultados das Redes Lineares Contra Redes Não-Lineares

REDES	MSE	
	Importação Total	Bens Intermediários
Linear (Standardizado)	0.281689	0.180565
Não-Linear 3-3-1	0.02277	0.02343
Não-Linear 3-6-1	0.02117	0.02054

Como forma de introduzir o próximo tópico, com os resultados alcançados pelas redes, cabe destacar, a princípio, que a elaboração e estimação de uma rede neural, dada a relativa complexidade da relação existente entre as variáveis, dificulta a utilização de um *software* padronizado. Para tanto, vários foram os passos para realizar as estimações dos dados, a validação dos mesmos e a análise de sensibilidade. Para a estimação, utilizou-se o *software*

SNNS (*Stuttgart Neural Network Simulator*), juntamente com o sistema operacional LINUX. O algoritmo de treinamento escolhido foi o RProp, que se assemelha ao algoritmo de retropropagação, com a vantagem de reduzir a amplitude de pulso do erro perante um mínimo local e, assim, alcançar mais rapidamente o mínimo da função,²² ou seja, ele tem excelentes qualidades em termos de sensibilidade, adaptando-se aos parâmetros de treinamento, à medida que o treinamento decorre.

Para a validação dos dados e a análise da sensibilidade, dadas as características específicas de cada processo, foram utilizados *softwares* específicos para obtenção dos resultados intitulados *pattern.cc*, *report.cc*, *plot.cc*, e *cubo.cc*.²³ A validação procurou identificar o número de camadas ocultas associadas com o número de épocas ou ciclos necessários para o treinamento da rede com 88 observações *vis-à-vis* um processo gerador que incorporasse apenas 90% dos dados em 10 experimentos. Para a análise de sensibilidade discutida no próximo tópico, tornou-se de extrema relevância a imposição de pequenos choques nas variáveis de entrada, uma vez que isto permitiu dar uma visão acerca do impacto de cada variável de entrada sobre a variável de saída. Ainda dentro da sensibilidade, trabalhou-se com a análise de *clusters*, com vistas a agrupar os dados de entrada em grupos com características semelhantes ou homogêneas. O objetivo centrou-se em identificar pontos centrais ou representativos do grupo de entrada que pudessem sofrer os estímulos e, assim, demonstrar a sensibilidade da variável de saída. Vista de uma outra forma, a análise de *cluster* procurou identificar pontos centrais dos grupos onde a rede seria colocada, com vistas a efetuar a análise de sensibilidade. O método utilizado foi o de *K-Means*, onde a idéia básica é relacionar os dados das variáveis de entrada e, assim, formar grupos, onde o ponto central de cada grupo ou *cluster* tenha a menor distância entre os pontos pertencentes ao grupo e a maior distância entre os pontos centrais pertencentes aos outros *clusters*.

5 Estimação da demanda de importações brasileiras

Para realizar as estimações das equações de demanda de importações brasileiras foram estimadas várias versões de redes multinível, a fim de partir de um modelo geral para alcançar

22 Na verdade, o RPROP assemelha-se ao *momentum* do BACKPROP, que procura amenizar os desvios ocorridos por parte dos dados durante a procura dos mínimos locais.

23 Estes programas, desenvolvidos em linguagem cc, podem ser requisitados pelos seguintes e-mails: abms@mercado.unisinos.br, cechin@exatas.unisinos.br ou mvp@vortex.ufrgs.br.

um modelo específico e consistente com o comportamento dos dados das séries. Essencialmente, a distinção entre as redes estava no número de camadas e no número de neurônios da(s) camada(s) oculta(s). A função de ativação escolhida foi a sigmóide, em razão do melhor ajustamento dos resultados obtidos.²⁴ Segundo Chechin (1998), esta função de ativação, conhecida também como *S-shape*, apresenta-se de diversos modelos. Uma das funções *sigmoidais* mais importantes e utilizada neste trabalho é a tangente hiperbólica ($\tanh(x)$) definida pela equação 2.

$$y = \frac{(e^x - e^{-x})}{(e^x + e^{-x})} \quad (2)$$

Um outro ponto que merece destaque é o pré-processamento dos dados. Dentre os vários métodos de pré-processamento dos dados optou-se pela padronização dos mesmos. Segundo Diaz e Araújo (1998), “*algum tipo de transformação dos dados é inevitável quando as entradas apresentam ordens de grandeza discrepantes. Se não houvesse uma transformação, os efeitos numéricos gerados pelos valores maiores iriam polarizar a rede, “apagando” totalmente os valores pequenos*” Dentre as várias formas de transformação e padronização dos dados que não eliminam a variação relativa do instante t para o instante $t+1$ da série tem-se a normalização pelo desvio padrão da série.

Assim, a partir das entradas da rede no instante t , dadas por $x_t^1, x_t^2, x_t^3, x_t^4$ ($x_t^4 = 1, \forall t$), faz-se uma padronização dos dados. A fórmula para isto é dada por: $X_t^i = (x_t^i - \mu) / \sigma$ para $i = 1, 2, 3$ e $X_t^4 = 1$ para qualquer t , sendo X_t^i igual a entrada padronizada pelo desvio padrão e X_t^4 representando a constante ou o *bias* que dispara o sinal 1 para a camada intermediária e de saída.

Deve-se mencionar, também, que o treinamento da rede incorporou o processo de validação onde não foram utilizadas todas as observações da amostra para determinar o melhor modelo. Embora o objetivo deste artigo não seja realizar previsões sobre valores

24 Cabe observar que em todas as especificações e iniciações da rede os pesos sinápticos foram gerados aleatoriamente.

futuros da variável de saída, é de extrema relevância a utilização da validação,²⁵ com vistas a identificar o número de épocas adequado no processo de treinamento que forneça uma boa capacidade de generalização da rede.

A validação foi feita da seguinte forma. Após a padronização dos dados, rodou-se o *pattern.cc*. Por meio dele fez-se 10 extrações com 8 *patterns* (três entradas mais uma saída de dados), a fim de serem utilizados para a validação da rede. Os outros 80 *patterns* foram utilizados para o treinamento. Em seguida, rodou-se o programa *report.cc*, que treinou, para cada topologia, 10 redes, verificando o erro quadrático médio ou *mean squared error* (MSE) de validação época a época ou ciclo a ciclo. Estes passos serviram para verificar a rede com maior número de épocas. Durante o processo de treinamento, a rede com menor MSE foi salva, juntamente com o seu número de ciclos (época). Após as 10 redes terem sido treinadas, verificou-se a rede com maior número de épocas. Por fim, utilizando a rede inicial padrão, treinaram-se os 88 *patterns*, com o maior número de épocas escolhido, alcançando-se os resultados que são apresentados nas Tabelas 5 e 6 para as séries de importação total e de bens intermediários, respectivamente.

Conforme relatado acima, foi utilizado como critério para a seleção do modelo mais adequado a minimização de uma função erro, expressa por:

$$MSE = \sum_{t=1}^T (y_i^* - y_i)^2$$

onde y_i representa o valor observado da variável explicada e y_i^* o valor gerado pela rede.

Após a validação com a identificação do número de épocas, os melhores modelos foram: Importação Total 3-12-1 e Bens Intermediários 3-3-1. Nas Tabelas 5 e 6 são mostradas as matrizes de pesos das redes escolhidas.

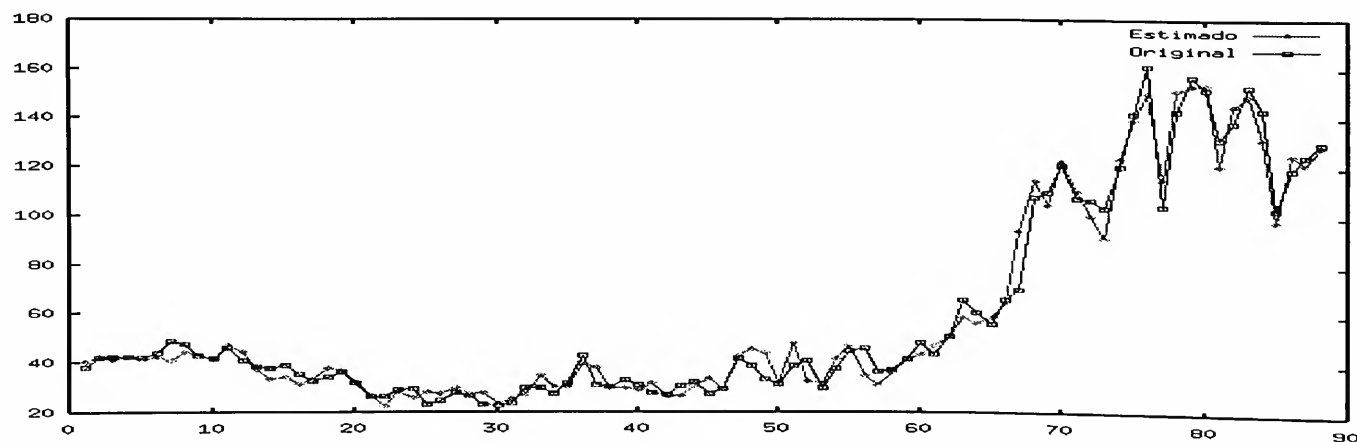
25 O processo de validação visa impedir que a rede “decore os dados” e com isto perca capacidade de generalização. Não utilizar a validação seria o mesmo que gerar uma superparametrização (*overfitting*) em um modelo econométrico.

Tabela 5
Matriz de Pesos da Importação Total

Da camada de entrada –input – para a camada oculta						
PIB	Cap. Produtiva	Tx De Câmbio	Bias			
0.61734	-1.19928	0.36637	0.92333	Da camada de input para o neur. 1 da camada 2		
-0.53985	0.06437	0.95846	-0.40131	Da camada de input para o neur. 2 da camada 2		
-0.07809	0.97577	-0.29991	0.70154	Da camada de input para o neur. 3 da camada 2		
2.69194	-0.23458	-0.61937	-3.71598	Da camada de input para o neur. 4 da camada 2		
0.21278	0.98115	-0.62599	1.23768	Da camada de input para o neur. 5 da camada 2		
0.58482	-0.08258	-0.78495	-1.04948	Da camada de input para o neur. 6 da camada 2		
0.65473	-0.40048	0.63210	-1.04438	Da camada de input para o neur. 7 da camada 2		
0.76366	1.70425	0.92461	-0.26011	Da camada de input para o neur. 8 da camada 2		
0.07300	0.07344	0.89034	0.54335	Da camada de input para o neur. 9 da camada 2		
0.25041	0.55801	0.38973	-0.16378	Da camada de input para o neur. 10 da camada 2		
0.60966	-0.00672	0.31286	2.24112	Da camada de input para o neur. 11 da camada 2		
-0.51561	0.55821	0.64273	-0.76973	Da camada de input para o neur. 12 da camada 2		
Da camada oculta para a camada de saída						
-0.32142	0.99327	-0.60910	0.62789	0.34879	0.85303	Da camada oculta para o neurônio de saída
-0.62689	-0.13334	-0.70460	0.76512	0.57591	-0.76343	

Na Figura 6 é possível verificar o ajustamento da rede treinada à série padronizada da importação total. O mesmo é visualizado na Figura 7 para a série padronizada da importação de bens intermediários. A partir destas figuras foram também realizados testes de má especificação, os quais não indicam a presença de não normalidade dos resíduos (teste Jarque-Bera), heterocedasticidade (teste Goldfeld-Quandt) e autocorrelação serial (teste LM).²⁶

Figura 6
Ajustamento da Rede Treinada à Série Padronizada da Importação Total



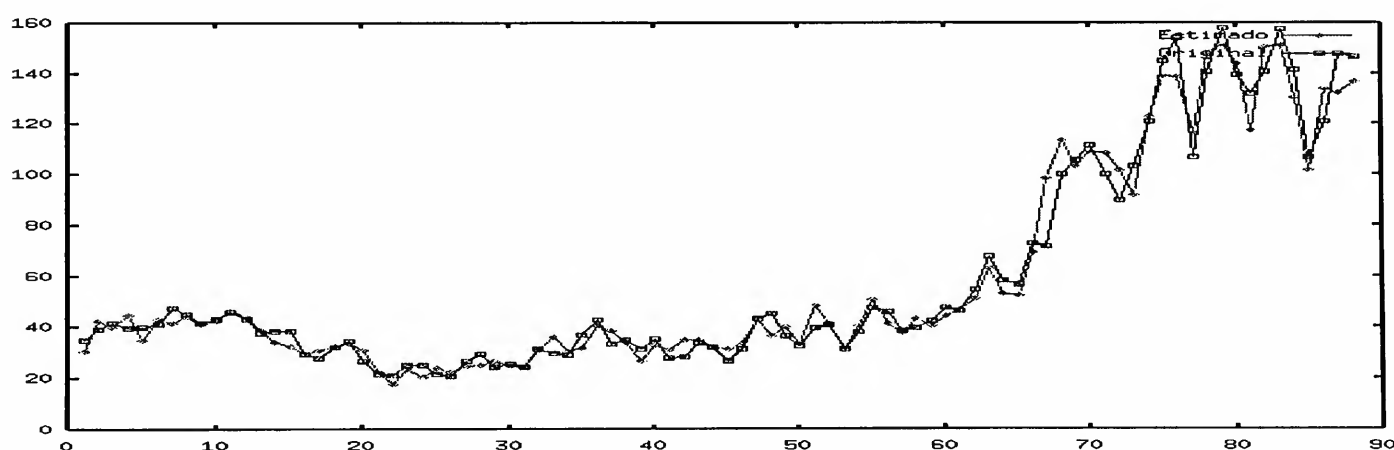
26 Dadas as hipóteses nulas de normalidade, homocedasticidade e não autocorrelação dos resíduos estas foram aceitas para um nível de significância de 5%.

Dada a complexidade de relações existentes em uma RNA, os pesos gerados pela rede não podem ser interpretados diretamente como sinalizadores do impacto e grau de importância das variáveis de entrada sobre a variável de saída. Isto porque os pesos representam estímulos e não um conceito de derivada parcial da variável explicada em relação às explicativas.²⁷ Uma opção válida, no entanto, é a análise de sensibilidade que, conforme discutido anteriormente, implica verificar o efeito sobre os resultados da saída da rede decorrentes de variações de 1% em cada uma das variáveis de entrada.

Tabela 6
Matriz de Pesos dos Bens Intermediários

Da camada de entrada –input – para a camada oculta				
PIB	Cap. Produtiva	Tx De Câmbio	Bias	
0.10962	-0.70601	0.31922	0.99073	Da camada de input para o neur. 1 da camada 2
-1.07261	0.15612	0.60924	1.86105	Da camada de input para o neur. 2 da camada 2
-0.39512	0.60967	-1.12782	2.25064	Da camada de input para o neur. 3 da camada 2
Da camada oculta para a camada de saída				
-0.34207	-1.59650	0.31110		Da camada oculta para o neurônio de saída

Figura 7
Ajustamento da Rede Treinada à Série Padronizada de Bens Intermediários



27 Para se fazer esta análise seria necessário conhecer e montar a função que relaciona as variáveis explicativas e a explicada. Dada a complexidade de relações existentes em uma RNA, isto se torna extremamente difícil.

Em relação aos resultados da análise de sensibilidade, vale ressaltar que a influência de alterações no nível de renda, utilização da capacidade produtiva e taxa de câmbio ocorre de maneira diferenciada e em momentos distintos ao longo do período analisado. Isto pode ser melhor visualizado nas Figuras 8 e 9, que mostram uma visão clara acerca da magnitude e importância dos referidos impactos.

Figura 8
Sensibilidade da Importação Total a Acréscimos de 1% em cada Entrada

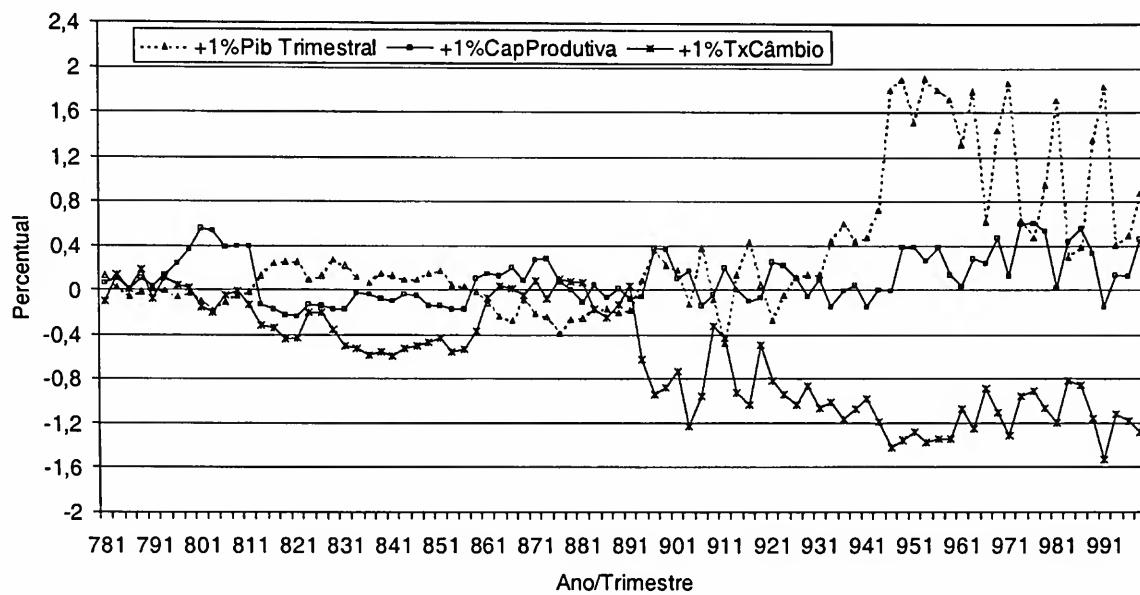
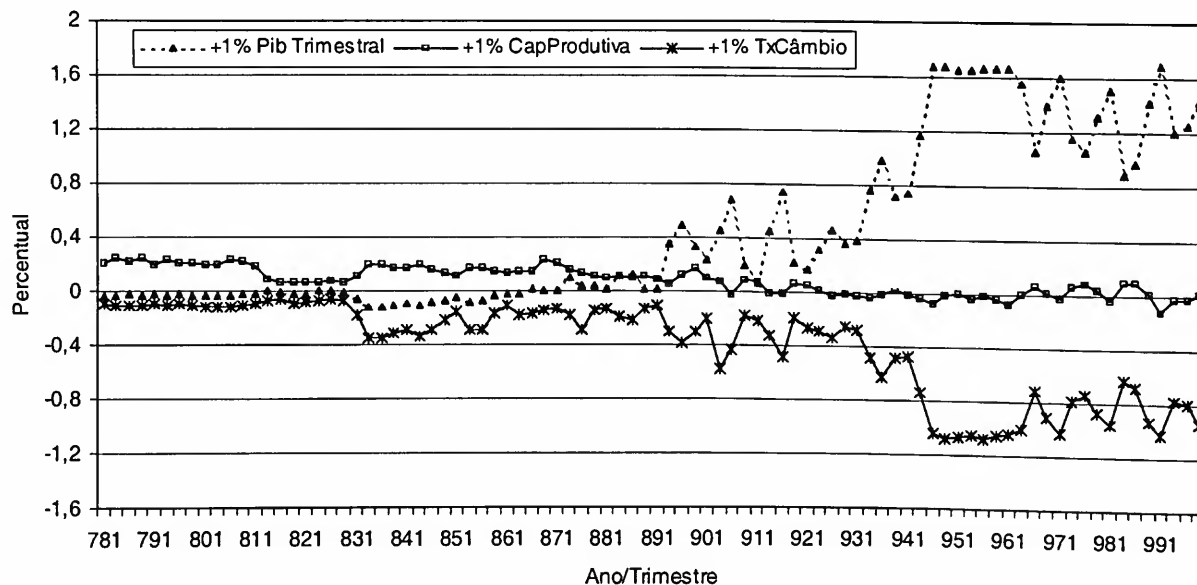


Figura 9
Sensibilidade dos Bens Intermediários a Acréscimos de 1% em cada Entrada



5.1 Resultados da análise de sensibilidade

Para se fazer uma análise mais detalhada dos resultados, optou-se por dividir o período de análise em três subperíodos de maior significância: do primeiro trimestre de 1978 ao quarto trimestre de 1989, do primeiro trimestre de 1990 ao segundo trimestre de 1994 e, finalmente, do terceiro trimestre de 1994 ao quarto trimestre de 1999.²⁸ A escolha destes subperíodos pode ser visualizada pela representação gráfica apresentada anteriormente, que indica as mudanças estruturais ocorridas mais significativamente, ao longo do período 1978/1 a 1999/4.

Como pode ser percebido para as três séries de entrada, o impacto destas sobre as séries de importações apresentadas no primeiro período é muito reduzido. Basicamente, para o período de 1978/1 até 1989/3 não parece haver uma importância elevada das séries do PIB, da utilização da capacidade produtiva e da taxa de câmbio. Com relação à importação total e aos bens intermediários, as duas variáveis que demonstram um maior poder explicativo são a utilização de capacidade produtiva e a taxa de câmbio, enquanto o PIB, ao longo deste período, basicamente não tem uma influência considerável sobre estas duas séries de saída. No segundo período, verifica-se uma mudança qualitativa relevante nas variáveis PIB e taxa de câmbio, seguida da utilização de capacidade com um menor poder explicativo, sobretudo para a série de bens intermediários.²⁹ A característica principal deste período é o processo de abertura econômica iniciado em 1989, antecedendo o governo Collor, dando uma maior liberdade de influência das variáveis de entrada sobre as importações brasileiras.

Por fim, o último subperíodo destaca-se como o de maior significância na resposta das séries de importações às variáveis de entrada. Tanto para o PIB, quanto para a taxa de câmbio, a sensibilidade é extremamente elevada, comparativamente com os outros dois subperíodos. Já a utilização de capacidade, apresenta-se como entrada irrelevante, sobretudo para a série de bens intermediários. Um efeito mais positivo é encontrado na série de importações totais, com um patamar médio de 0,29%; no entanto, ainda aquém do aumento alcançado pelas outras entradas. Neste período, a concretização do processo de abertura econômica, como bem salienta Azevedo e Portugal (1998), surge como dinamizadora do aumento de compras no exterior, seja via aumento da renda, seja via mecanismo cambial.

28 Com vistas a proporcionar uma comparação com os resultados de outros trabalhos, será feito um cálculo do impacto médio das sensibilidades dos dados de entrada para os períodos analisados e mais adiante um impacto individual de um ponto representativo dos dados, em cada período por meio de uma análise de *clusters*.

29 Os impactos negativos, ou seja, contrários ao esperado, das variáveis de entrada sobre a de saída para as duas séries de importações não se mostram significantes, dada a sua pequena magnitude.

Analisando individualmente cada uma das entradas e suas influências, têm-se algumas observações interessantes. Em relação ao PIB, sem dúvida alguma, o seu poder de influência pode ser dividido em dois subperíodos: um anterior ao período de 1989/4 e outro a partir de 1990, com o início do processo de abertura econômica. Separadamente, em relação aos resultados obtidos para as duas séries de importações até o início da década de 80, o PIB não se apresenta significativo. Esta falta de relevância irá permanecer ao longo dos anos subsequentes, inclusive com alguns impactos negativos, mas não significantes, ao longo do período anterior a 1989/3. A explicação para isto reside, como bem destacam Portugal (1992), Ferreira (1994), Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000), nos inúmeros instrumentos tarifários, não-tarifários e controle, via licença de importações, que restringiam o acesso aos produtos importados. Com isto, o crescimento da renda doméstica era direcionado para o mercado interno, tendo pouco efeito sobre a compra de bens produzidos no exterior.

No entanto, a partir do terceiro trimestre de 1989, com a continuidade do processo de redução do grau de intervencionismo do regime comercial, iniciado timidamente em 1988, elevou-se significativamente a parcela da renda destinada a compras externas. Isto se dá, segundo Azevedo e Portugal (1998), via, sobretudo, dispensa do cumprimento de prazos mínimos para pagamentos de financiamentos para as importações de bens de capital e intermediários destinados às indústrias de máquinas, produtos têxteis e de confecções, com as importações atingindo um nível de 4,48% do PIB.³⁰ Portanto, a partir de 1990, os resultados demonstram que, com a intensificação do processo de liberalização comercial iniciado ainda em 1988, ocorre uma mudança estrutural no impacto da variável PIB sobre as importações. Esta elevação da elasticidade-renda mantém-se, na média, em torno de 0,18% e 0,49% para as séries importação total e bens intermediários, respectivamente. Para o terceiro subperíodo sugerido na análise, ou seja, 1994.3 a 1999 4, fica nítida a supremacia do PIB como dinamizadora da demanda de importações brasileiras, diante da intensificação e consolidação do processo de abertura econômica. Os patamares de resposta a estímulos de 1% atingidos pelas redes neurais situaram-se, na média, em torno de 1,23% e 1,41% para as séries de importações totais e bens intermediários, respectivamente. Isto corrobora os resultados alcançados pelos outros autores, e apresentados no tópico 2, que identificam o PIB como variável de extrema relevância no período posterior ao início do Plano Real. Destaque deve ser dado para Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000), que alcançaram coeficientes de

30 Ou seja, o desempenho das importações durante esta primeira fase do processo de liberalização comercial está extremamente relacionado com o início da flexibilização das restrições comerciais e com o desempenho macroeconômico verificado no período.

2,106 e 3,31 para importações totais e 3,47 (Resende 2000) para bens intermediários, respectivamente.

Importância semelhante foi alcançada pelas séries de taxas de câmbio estendida para toda a amostra. Especificamente, do primeiro trimestre de 1978 ao terceiro trimestre de 1989, a taxa de câmbio mostrou-se significativa e coerente com os sinais tradicionalmente apresentados pelos modelos teóricos.³¹ Embora não sejam tão expressivos, estes resultados sinalizam o que vai se tornar visível, sobretudo na década de 90: uma evolução contínua e crescente desta variável em estimular o aumento das importações brasileiras. O valor da elasticidade-preço eleva-se, portanto, para as séries de importações totais e de bens intermediários, aproximando-se de -1,3 e -1,0% no final do período amostral.³² De maneira geral, o patamar médio situou-se em torno de -1,2 e -0,9% ao longo do período pós-Plano Real.

Por fim, a utilização de capacidade instalada mostrou-se de pouca importância na explicação do comportamento das importações, com patamares que, no máximo, atingiram 0,6 % e 0,3% para as séries de importações totais e de bens intermediários.³³ Com relação ao primeiro subperíodo não é possível identificar um padrão de importância contínua desta variável, dadas as suas oscilações freqüentes e seus valores muito baixos para as importações totais. Os resultados mais expressivos encontram-se nos bens intermediários, com todos os sinais de acordo com o esperado e com um valor médio de 0,2%. Já para os outros dois subperíodos, compreendendo, sobretudo, o período dos Planos Collor e Real, a pouca significância desta variável aumenta, sendo praticamente zero para a série de bens intermediários. A maior capacidade de resposta só acentua-se a partir de 1995 para as séries de importações totais; no entanto, ainda com patamares ínfimos, que se situam em torno de 0,3%.

31 Conforme já destacado, a exceção está no período que cobre o ano de 1978 até o início da década de 80, onde a taxa de câmbio, possivelmente em face do segundo choque do petróleo e do maior direcionamento da política econômica para exportação, não se mostra relevante na explicação do comportamento da importação.

32 Resultados semelhantes são alcançados pelos autores citados, com destaque para Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000), que encontraram elasticidades-preço de longo prazo de -0,58 e -1,39 % para as importações totais, respectivamente.

33 Na verdade, a série de utilização capacidade produtiva mostrou-se diferenciada diante dos resultados alcançados pelos outros autores, com exceção de Resende (2000). De maneira geral, tem-se identificado a utilização de capacidade como principal variável explicativa do comportamento das importações brasileiras, a qual, neste trabalho, demonstrou-se relevante apenas para o primeiro subperíodo (1978/1 a 1989/3) da série de bens intermediários e terceiro subperíodo da série de importações totais.

Em parte, estes resultados gerais da utilização de capacidade produtiva podem ser explicados pelas distintas orientações da política de importações seguidas nos anos 80 e 90. Durante os anos 80, segundo Azevedo e Portugal (1998), em face do momento recessivo da indústria nacional, as políticas de restrições não-tarifárias, a preocupação com o aspecto de controle inflacionário e ao próprio volume de bens importados da economia brasileira, observou-se uma certa estagnação do comportamento da utilização de capacidade em estimular as importações, inclusive com momentos de impactos negativos, como os percebidos na série de importações totais no período de 1981 a 1986. Com a eliminação das restrições não-tarifárias, a partir de 1989, aumenta o poder explicativo das outras variáveis, e a utilização de capacidade, sobretudo para a série de bens intermediários, passa a ter uma influência praticamente nula. Somente a partir de 1995, para a série de importações totais, começa a acontecer uma nova e pequena escalada da utilização de capacidade, possivelmente explicada pela nova fase de flexibilização da política de importações do Plano Real.

Uma outra explicação reside nas séries analisadas, que são novas e, portanto, diferentes dos períodos até então analisados,³⁴ e também no aspecto não-linear trabalhado pelas redes neurais.³⁵

Uma última explicação estaria no tipo de dado analisado. Dada a padronização dos dados, exclui-se qualquer disparidade de amplitude dos dados ao longo da amostra, além de gerar uma mesma distribuição de probabilidade para os dados. Isto difere dos outros estudos, que tendo alcançado resultados satisfatórios e coerentes apresentam-se com diferenças nos seus desvios padrões, perdendo, portanto, um certo grau de comparação.

Como forma de visualizar melhor os resultados das elasticidades médias alcançadas para cada período mais relevante e para as séries de importações brasileiras, são apresentadas, a seguir, as Tabelas 7.1 e 7.2.

34 Nota-se que em estudos como o de Azevedo e Portugal, as estimativas alcançadas para as importações totais não consideraram petróleo e trigo no somatório do *quantum*, procedimento que diverge do adotado neste trabalho. Paralelamente a isto, Resende (2000), com a inclusão destas duas variáveis em sua série, obteve, semelhantemente a este trabalho, coeficientes próximos a zero para a variável utilização de capacidade produtiva.

35 Isto porque, como pode ser percebido ao longo de todo o período da série de utilização de capacidade, não existem variações muito significativas, o que faz com que esta série, comparativamente às outras, possa ser analisada de forma linear.

Tabela 7.1
Elasticidades Médias da Série de Importação Total, Alcançadas para os Períodos 1978.1/1989.3, 1989.4/1994.2 e 1994.3/1999.4

Importação Total	Elasticidades Médias		
	1978.1 a 1989.3	1989.4 a 1994.2	1994.3 a 1999.4
PIB	-0.006097	0.179801	1.227445
Capacidade Produtiva	0.050331	0.04423	0.290725
Taxa de Câmbio	-0.225738	-0.90537	-1.175467

Tabela 7.2
Elasticidades Médias da Série de Bens Intermediários, Alcançada para os Períodos 1978.1/1989.3, 1989.4/1994.2 e 1994.3/1999.4

Bens Intermediários	Elasticidades Médias		
	1978.1 a 1989.3	1989.4 a 1994.2	1994.3 a 1999.4
PIB	-0.00546	0.49522	1.41413
Capacidade Produtiva	0.15147	0.02308	-0.0006
Taxa de Câmbio	-0.17100	-0.37772	-0.91990

5.2 Análise de *clusters*

Conforme descrito anteriormente, a análise de *cluster* é um procedimento multivariado para detectar grupos nos dados. Por meio da clusterização dos dados pode-se classificar um conjunto de objetos dentro de grupos ou categorias.³⁶ Dentre os diversos métodos utilizados para isto destaca-se o clássico método de *K-Means*. Este método consiste em usar os valores dos primeiros n casos em um arquivo de dados, como estimativas temporárias das médias dos k *clusters*, onde k é o número de *clusters* especificado pelo usuário.³⁷ Assim, o centro do *cluster* inicial é formado para cada caso em torno dos dados mais próximos e, então,

36 Entre outros benefícios, a clusterização dos dados é uma boa técnica para ser usada na exploração de uma amostra em que se suspeita não existir homogeneidade.

37 Apesar das inúmeras técnicas que procuram selecionar o número de *clusters* ótimos para os valores de entrada da rede neural, destaca-se, ainda, como agente fundamental de decisão, o *feeling* do pesquisador com relação à mudança no padrão dos dados ocorrida ao longo da amostra.

comparados com os pontos mais distantes e os outros *clusters* formados. A partir daí, dentro de um processo de atualização contínua e de um processo iterativo encontram-se os centros dos *clusters* finais.

Em face da imposição do número de *clusters* pelo pesquisador, aliado ao conhecimento do período analisado e o comportamento das variáveis de entrada e saída, o número de *clusters* que melhor representou o período amostral da série de importações foi três. A divisão dos grupos para as três séries de importações pode ser visualizada nas Figuras 10 e 11.

Figura 10
Formação de *Clusters* para Importação Total

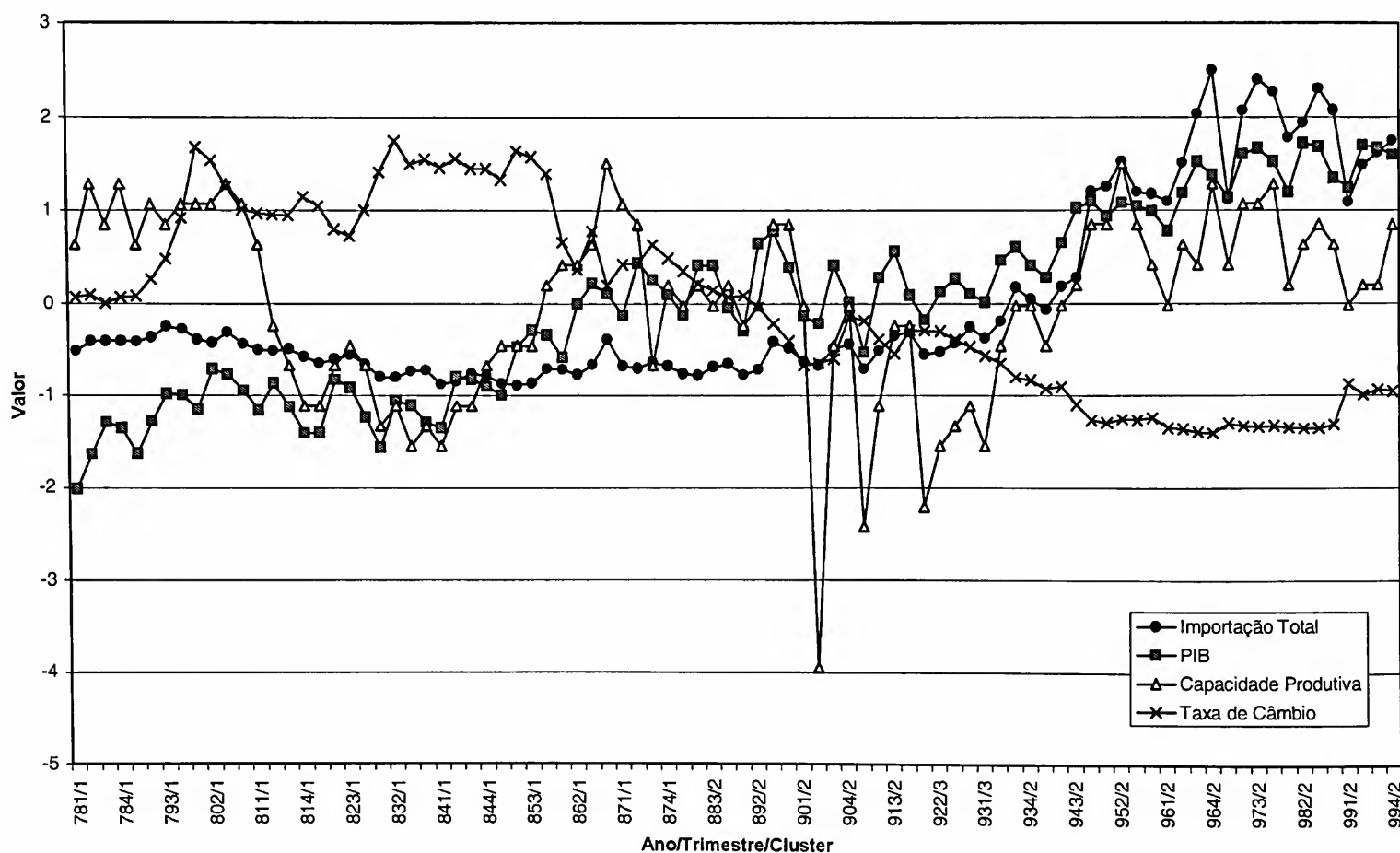
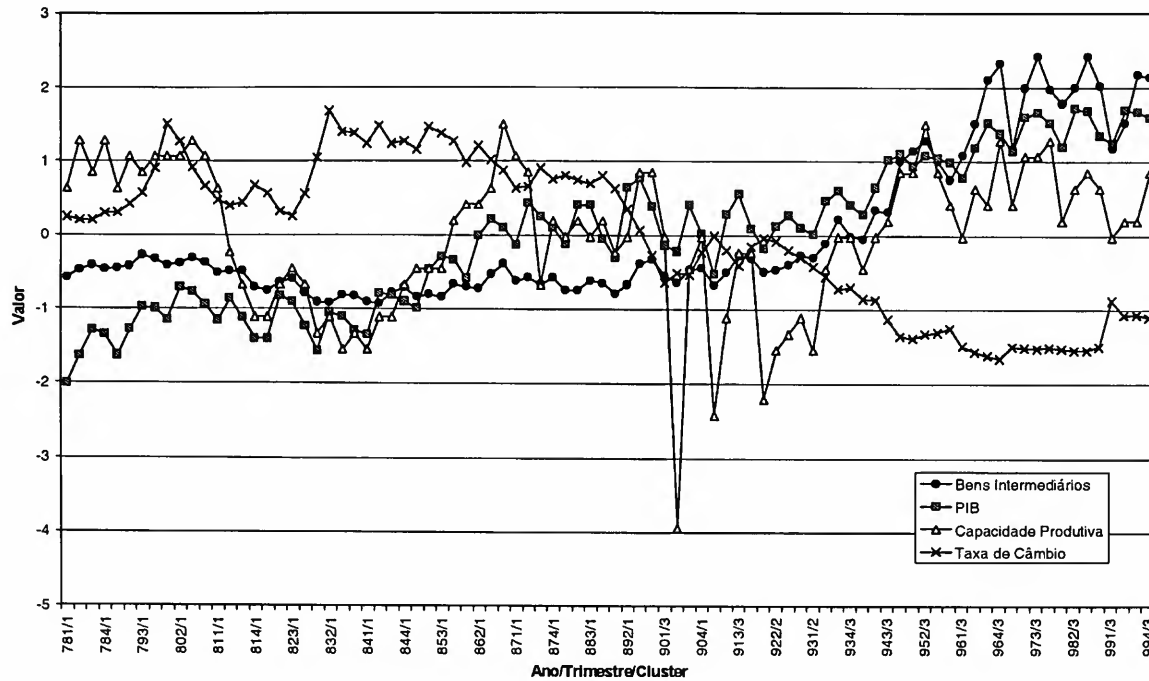


Figura 11
Formação de *Clusters* para Bens Intermediários



Estes dados também podem ser vistos dentro de um cubo, dado pelas 3 variáveis de entrada, onde, comparativamente com as Figuras 10 e 11, fica visível, dentro da economia brasileira, a mudança de comportamento das importações no período que antecede o governo Collor e que advém do Plano Real. De maneira geral, visualizado no cubo, fica perceptível uma mudança qualitativa mais forte dos dados do padrão 1 para o 2 na série de importação total (Figura 12) e do padrão 1 para o padrão 3 na série de bens intermediários (Figura 13).

Figura 12
Cubo das Entradas de Importação Total Associado ao Número de *Clusters*

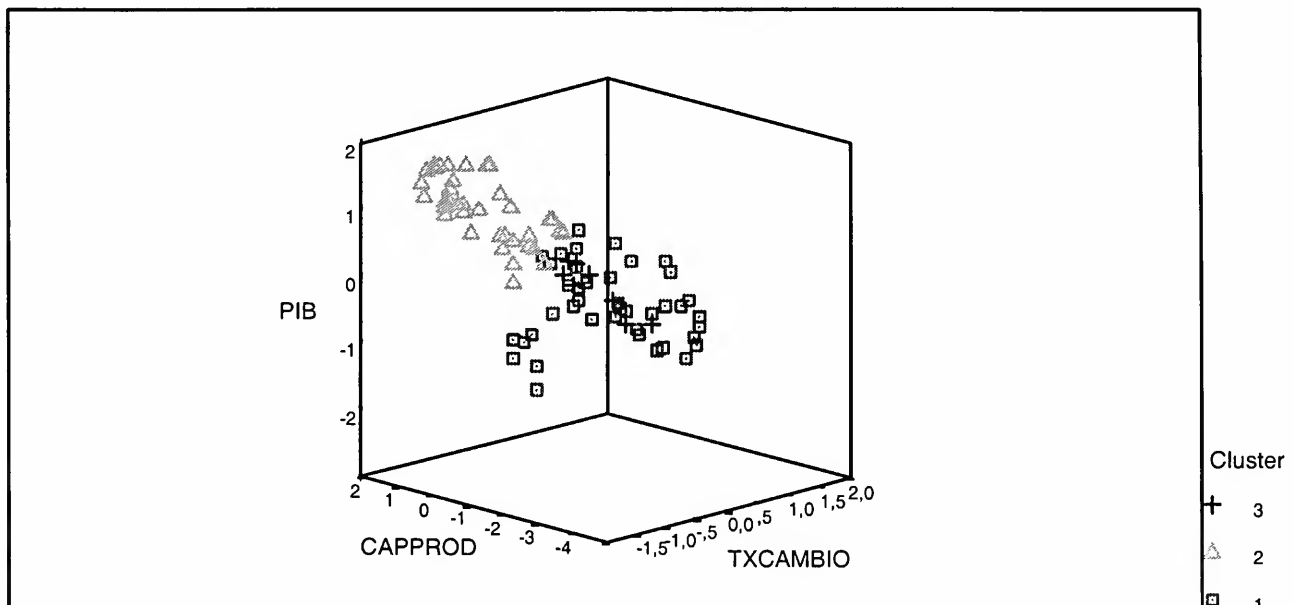
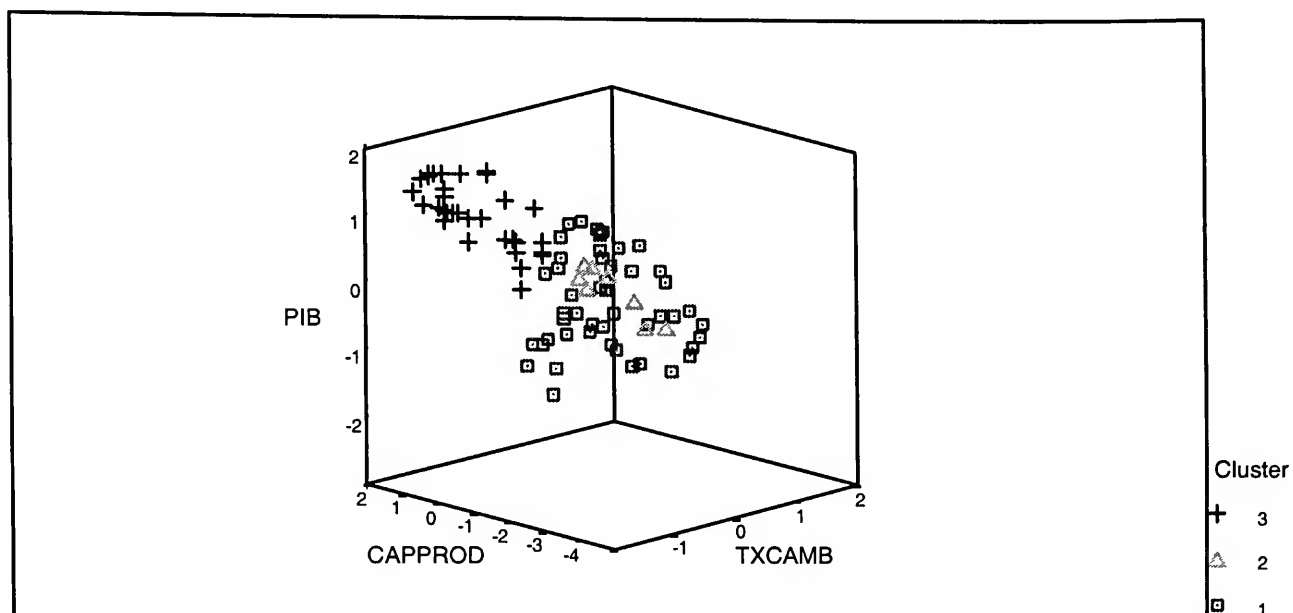


Figura 13
Cubo das Entradas de Bens Intermediários Associados ao Número de *Clusters*



Dois a dois, os resultados apresentados nas Figuras 14 a 19 corroboram as afirmações feitas. Para o PIB, conforme pode ser visto nas Figuras 14 e 17, torna-se visível a importância da inclinação desta variável, diante das séries de importações totais e bens intermediários para a década de 90. Quanto à taxa de câmbio, mostrada nas Figuras 16 e 19, esta também se mostra relevante em quase toda a amostra, com inclinação mais significativa no período final da amostra que representa a década de 90. Por fim, a utilização da capacidade produtiva também se mostrou relevante, com uma inclinação mais significativa na década de 90.

Figura 14
Relação entre Importação Total e PIB, Associado ao Número de *Clusters*

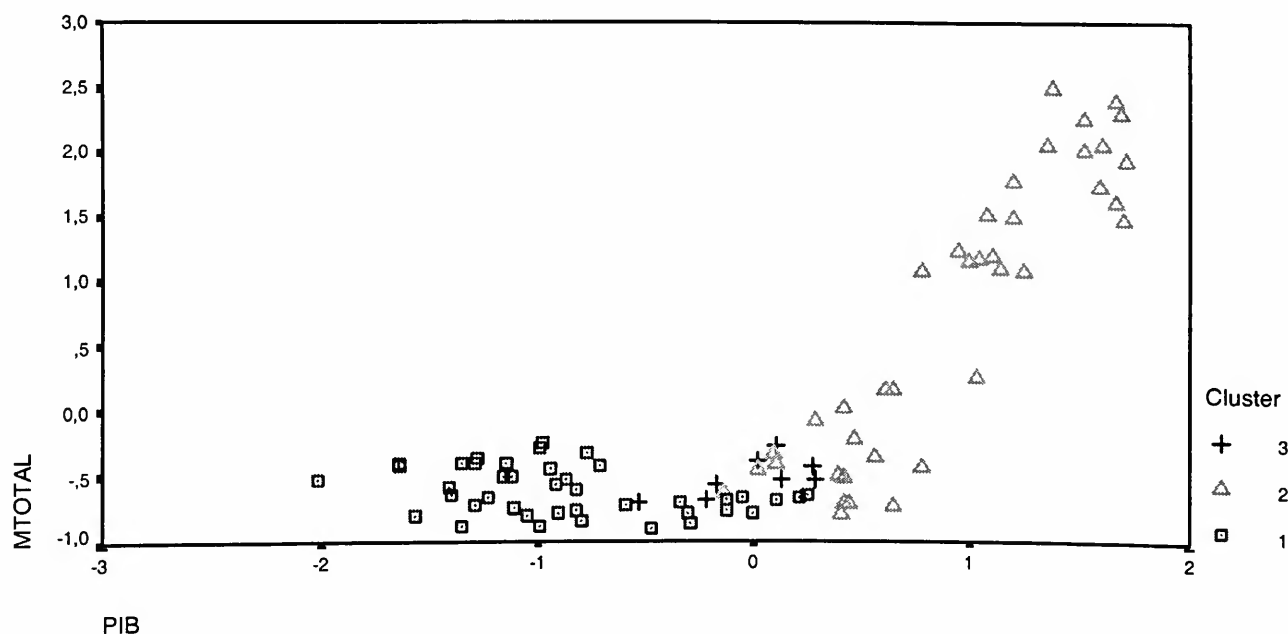


Figura 15
Relação entre Importação Total e Capacidade Produtiva, Associado ao Número de Clusters

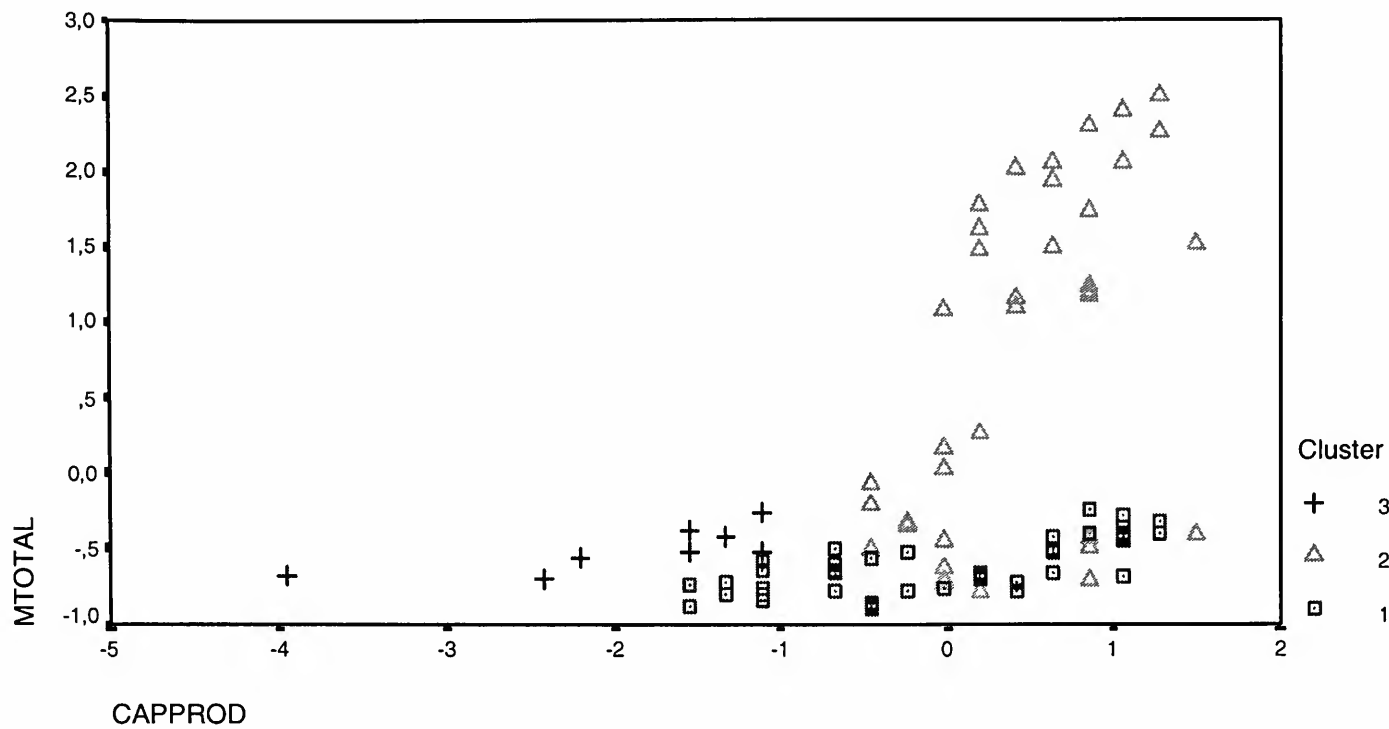


Figura 16
Relação entre Importação Total e Taxa de Câmbio, Associado ao Número de Clusters

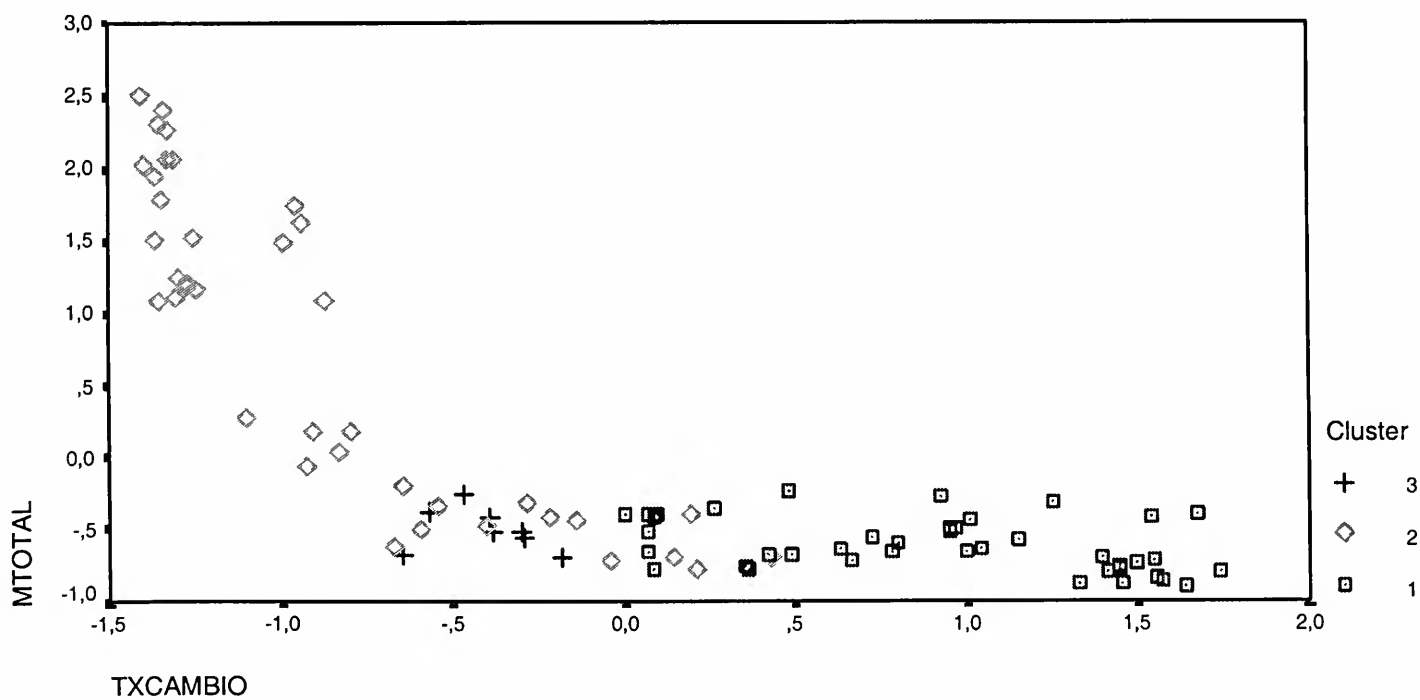


Figura 17
Relação entre Bens Intermediários e PIB, Associado ao Número de *Clusters*

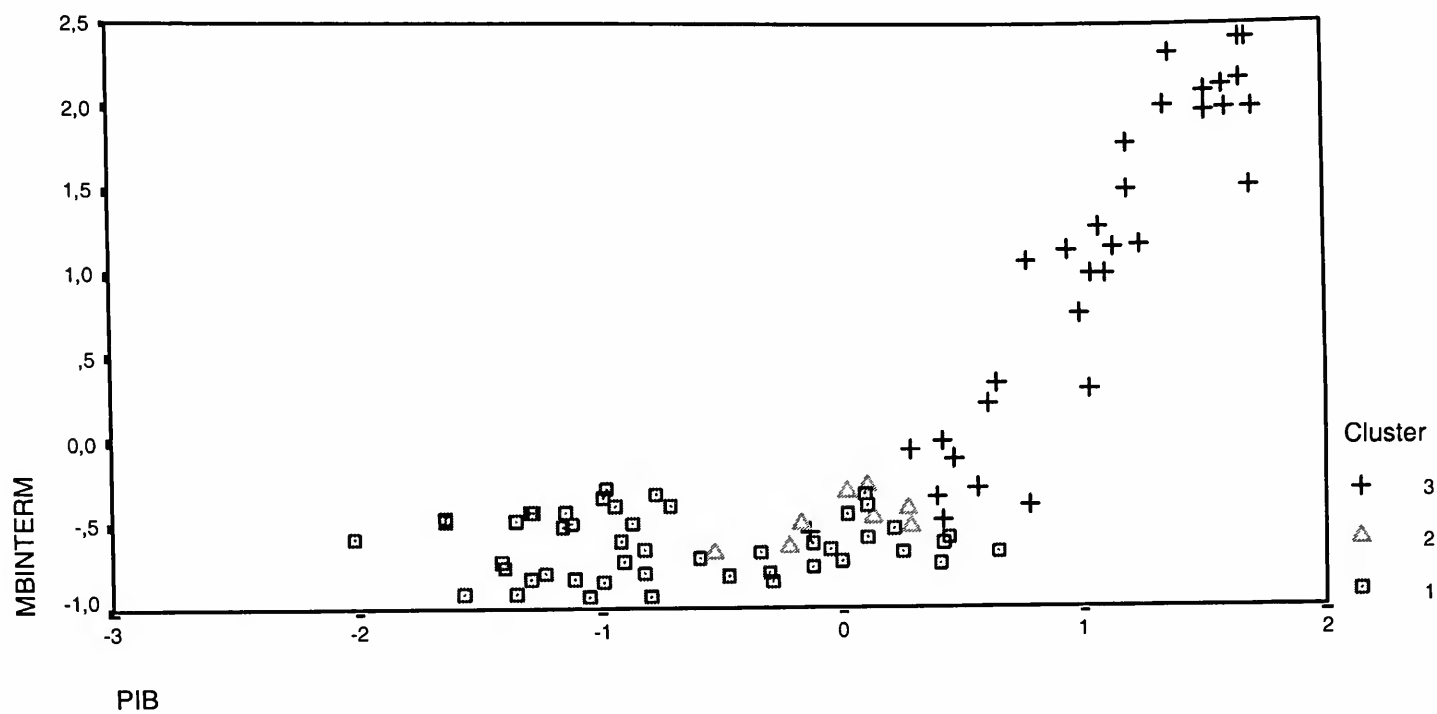


Figura 18
Relação entre Bens Intermediários e Capacidade Produtiva, Associado ao Número de *Clusters*

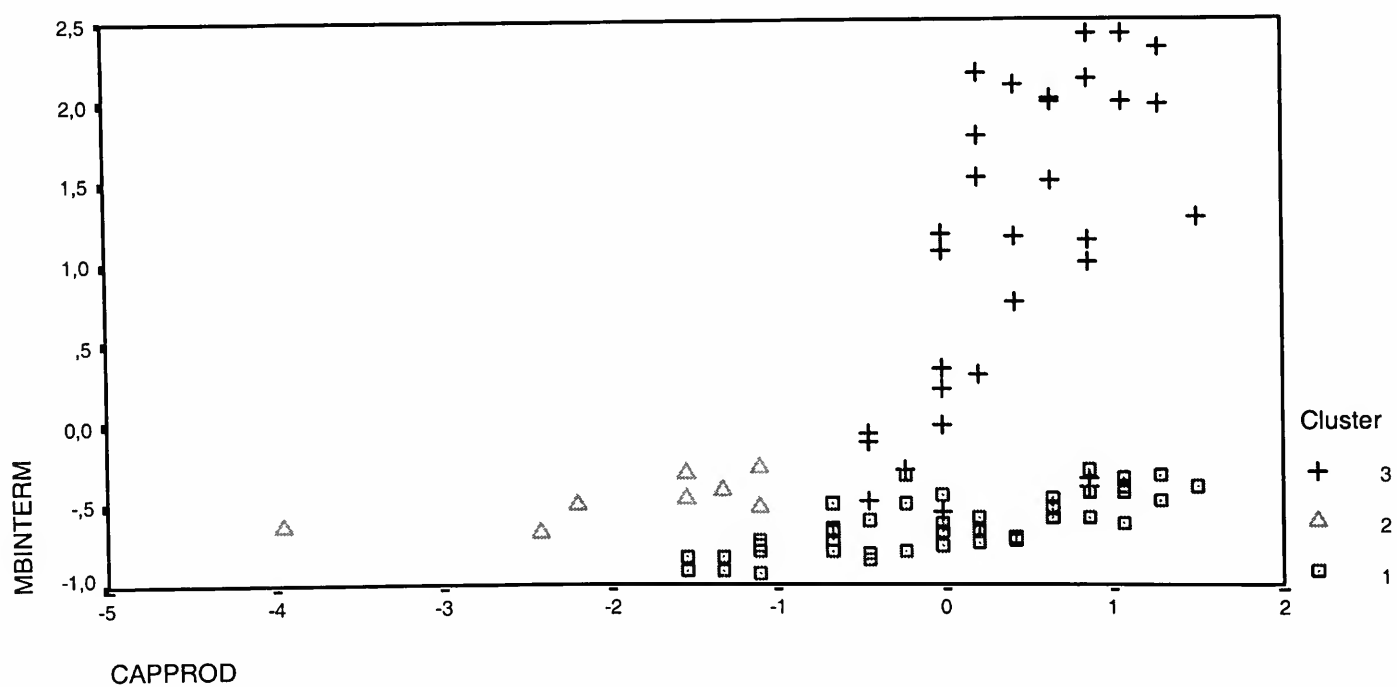
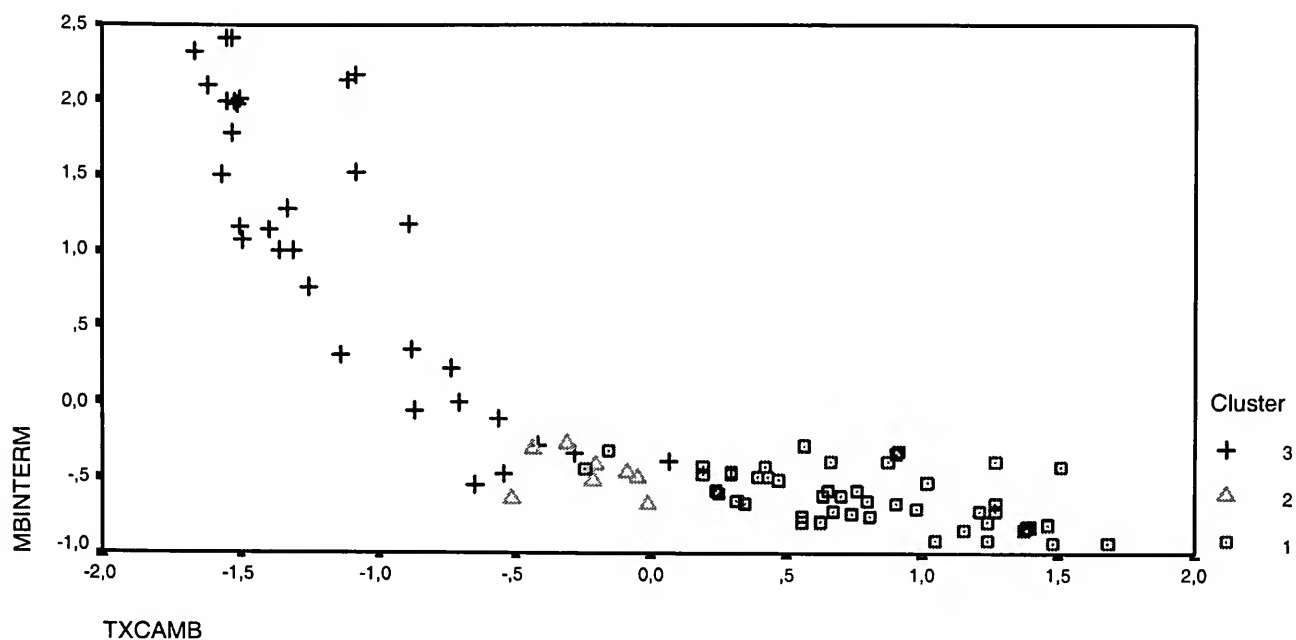


Figura 19
Relação entre Bens Intermediários e Taxa de Câmbio,
Associado ao Número de *Clusters*



A seguir, com vistas a quantificar estas afirmações, extraídas da análise gráfica, procedeu-se a pequenos choques ou estímulos de 1% sobre os pontos representativos das variáveis de entrada para as duas séries de importações. Ou seja, para cada uma das séries de importações, e dada a existência de 3 *clusters*, obtiveram-se 3 coeficientes estimados que representam a elasticidade alcançada para aquele período de abrangência do *cluster*.

Tabela 8
Elasticidades Médias para a Série de Importação Total,
Associadas à Seleção de 3 *Clusters*

	Elasticidades Médias		
	1978.1-1986.3; 1987.3-1988.1; 1988.4-1989.1	1986.4-1987.2; 1988.2-1988.3; 1989.2-1990.1; 1990.3-1990.4; 1993.2-1999.4	1990.2; 1991.3-1991.2; 1992.1-1993.1
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
PIB	0,061813	1,223692	-0,07532
Capacidade Produtiva	-0,0602	0,16239	0,247269
Taxa de Câmbio	-0,28404	-1,41919	-1,0239

Conforme pode ser visto, nas Figuras 20 e 21 e nas Tabelas 8 e 9, os coeficientes alcançados refletem, de maneira aproximada, as observações feitas anteriormente, quando da

implementação da análise de sensibilidade, dado a dado.³⁸ Ou seja, foram obtidos coeficientes de elasticidade média, que permitem identificar uma ruptura no padrão das importações brasileiras no período envolvendo o Plano Collor e o Plano Real, sendo esta mais forte e perceptível no Plano Real.³⁹

Tabela 9
Elasticidades Médias para a Série de Bens Intermediários,
Associadas a Seleção de 3 Clusters

Bens Intermediários	Elasticidades Médias		
	1978.1-1989.2; 1990.4; 1991.4	1990.2; 1991-1-1991.2; 1992.1-1993.1	1989.3-1990.1; 1990.3; 1991.3; 1993.2-1999.4
	Cluster 1	Cluster 2	Cluster 3
PIB	-0,01518	0,309588	1,657073
Capacidade Produtiva	0,10366	0,005635	-0,04284
Taxa de Câmbio	-0,09258	-0,28048	-1,05168

38 Deve-se destacar que não é possível comparar diretamente as Tabelas 7.1 e 7.2 com as Tabelas 8 e 9. Os subperíodos analisados para as elasticidades-médias nas Tabelas 7.1 e 7.2 são diferentes dos subperíodos analisados para as elasticidades médias associadas aos *clusters* nas Tabelas 8 e 9. Somente em alguns aspectos mais gerais, como os momentos de menor ou maior ruptura do padrão das importações envolvendo o Plano Collor e, sobretudo, o início do Plano Real, a comparação fica mais perceptível. Para as duas primeiras tabelas, usando o conhecimento e fatos econômicos de todo o período analisado, optou-se por dividir e analisar as elasticidades médias em três subperíodos: 1) 1980-1989, englobando o período anterior ao Plano Collor, onde se iniciou o processo de abertura econômica; 2) 1989-1994, representando o período pré-Plano Real; e 3) 1994-1999, mostrando o processo de consolidação da abertura da economia brasileira. Já as análises de *clusters* observadas nas duas últimas tabelas referem-se a resultados estatísticos, onde os subperíodos encontrados baseiam-se em padrões de proximidade dos dados, de tal forma a agrupá-los, ou seja, formar os *clusters*.

39 Com a execução de uma série de planos econômicos, a partir de 1986, observa-se uma grande oscilação no padrão de resposta dos dados para a série de importações totais. Dado que as importações totais, neste trabalho, incorporam o petróleo e o trigo, é previsível que os choques econômicos iniciados em 1986 tivessem impactos sobre o padrão de comportamento dos dados, gerando respostas diferenciadas para vários *clusters* na presença de mudanças estruturais na economia. No entanto, ainda assim, fica visível a maior importância do período envolvendo o Plano Collor e o Plano Real, uma vez que há uma maior continuidade das respostas neste período. Já para os bens intermediários, este processo de heterogeneidade dos dados se dá de forma mais amena, devido à maior estabilidade e autonomia da política de importação de bens intermediários, ante os choques econômicos. Claramente, fica perceptível a ruptura no padrão dos dados no período 1988-1990 (início do processo de abertura econômica e de medidas liberalizantes) e no período do Real (consolidação deste processo de abertura), de maneira mais intensa.

Figura 20
Sensibilidade da Importação Total a Acréscimos de 1% em
cada Ponto Representativo dos *Clusters*

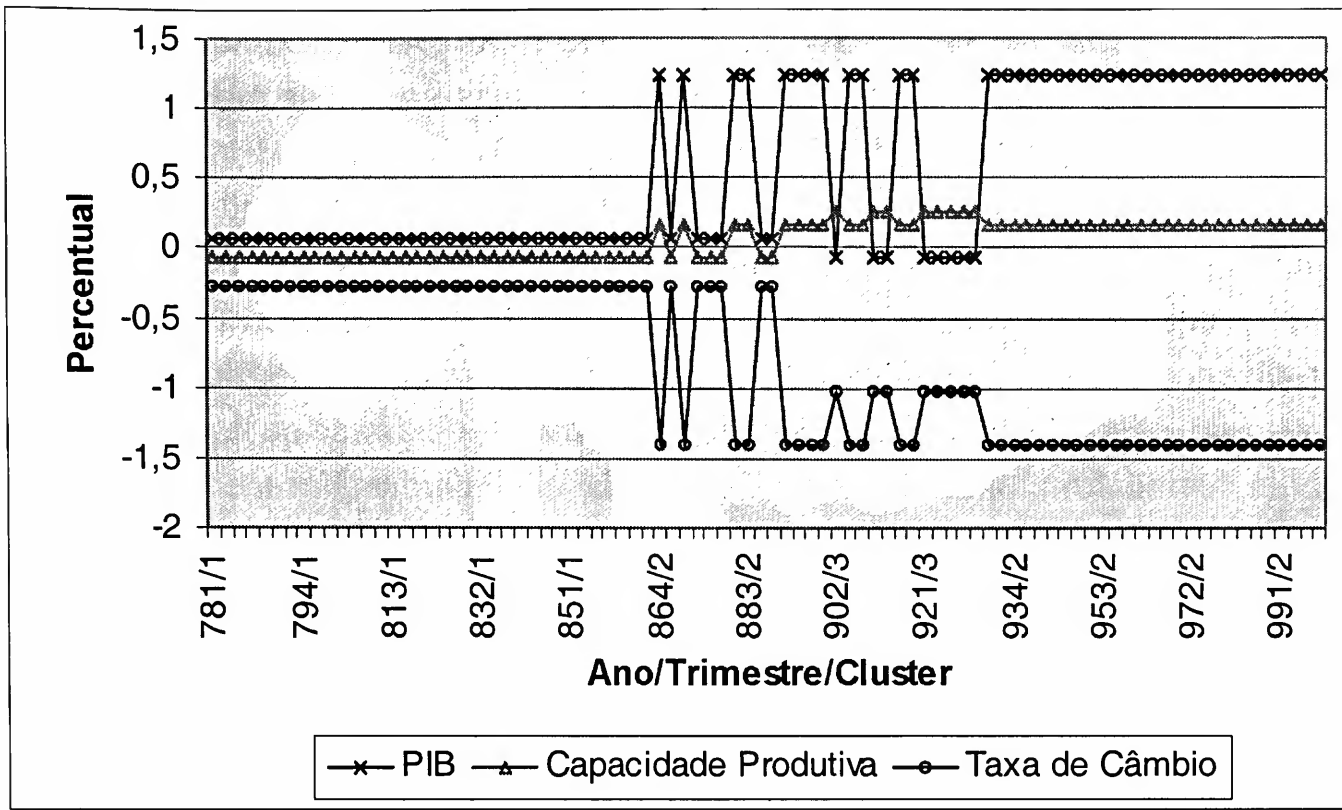
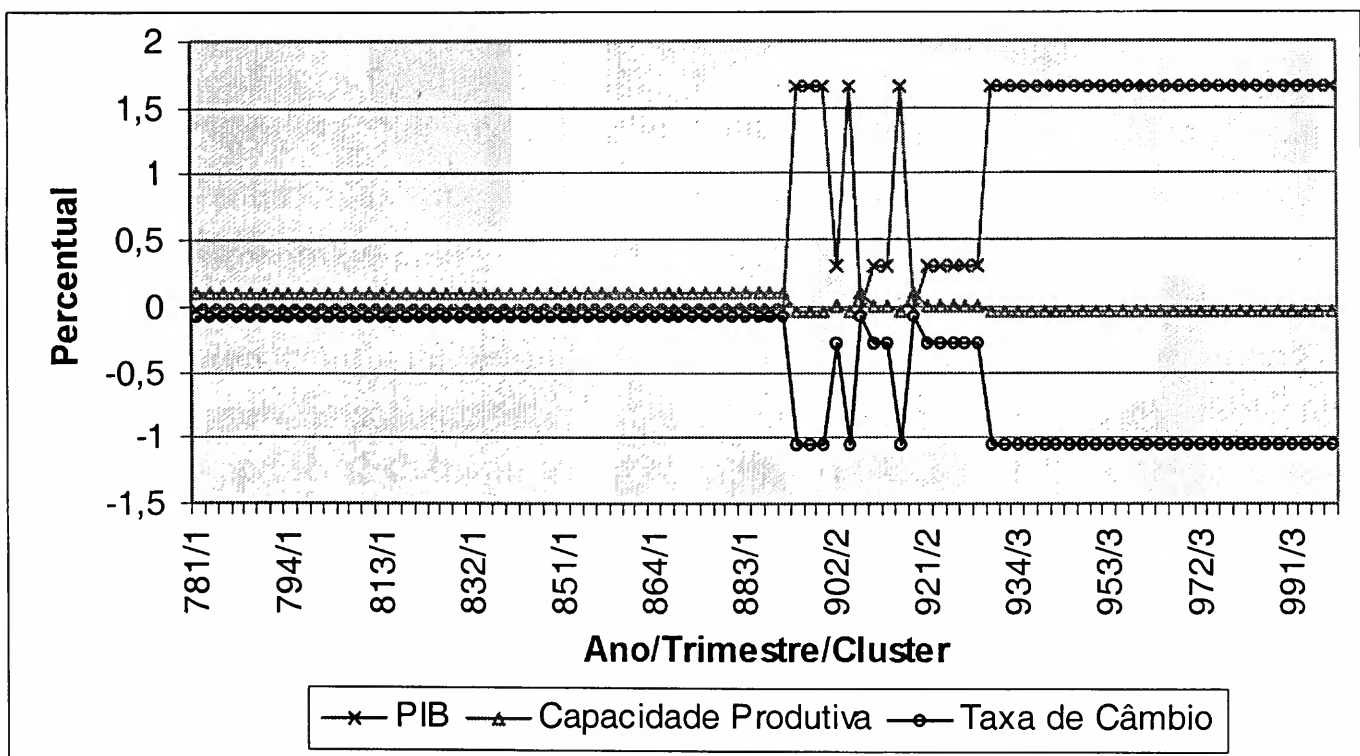


Figura 21
Sensibilidade dos Bens Intermediários a Acréscimos de 1% em cada Ponto
Representativo dos *Clusters*



6 Conclusão

Este trabalho representa uma estimação não-linear da demanda de importações brasileiras utilizando a análise de sensibilidade dado a dado e por formação de *clusters*, via arquitetura das redes neurais. As redes neurais artificiais são modelos computacionais baseados na estrutura e no funcionamento do sistema nervoso humano e têm se mostrado eficientes na resolução de problemas de difícil solução para a computação convencional. Ao contrário dos modelos computacionais e métodos de estimação comumente utilizados, as redes neurais aprendem a resolver problemas por meio da sua interação com o meio externo, de maneira semelhante à que ocorre no aprendizado de seres humanos. Comparativamente à opção de se utilizar mínimos quadrados não-lineares, a grande vantagem desta categoria de modelos é a de permitir a estimação de parâmetros de modelos, sem a imposição de qualquer tipo de restrição acerca da forma funcional não-linear utilizada ou da normalidade de distribuição de probabilidades dos parâmetros. Além disso, com a incorporação de processos seletivos de grupos, como clusterização dos dados que procuram encontrar padrões de homogeneidade dos dados, fica mais fácil visualizar os possíveis pontos de rupturas existente no comportamento das séries estudadas. Isso facilita, também, a percepção da importância do impacto médio destes grupos sobre as variáveis de saída, tendo em vista a localização de pontos centrais ou representativos que serão submetidos à análise de sensibilidade.

A partir dos testes de não-linearidade empregados para as duas séries, observou-se que o comportamento das importações brasileiras apresenta uma não-linearidade em seus movimentos ao longo do período 1978.1 a 1999.4.⁴⁰ Estes resultados, alcançados pelo teste de Terasvirta, Lee e Granger (1993), foram corroborados, também, pelo comparativo do MSE (*Mean Squared Error*) alcançado para modelos lineares e modelos não-lineares, via redes neurais.

Dada a utilização de todas estas ferramentas, e tendo em vista a reduzida capacidade de irreversibilidade da abertura econômica, observam-se dois momentos distintos dentro da economia brasileira. O primeiro que antecede o governo Collor, com relativa estabilidade nos reduzidos coeficientes de elasticidade estimados, e instabilidades, ainda que não significantes, nos sinais esperados de variáveis como o PIB e utilização da capacidade produtiva. E outro, mais destacado e iniciado no ano de 1989, com maior mobilidade de resposta das variáveis de saída a estímulos nas variáveis de entrada. A exceção situa-se em torno da utilização de

40 Os dois principais períodos em que fica visível uma mudança de ruptura no comportamento dos dados de importações foram 1989.3 e 1994.3

capacidade que, dado o seu aspecto linear ao longo de toda a amostra e perda de influência sobre as importações, em face do processo de abertura econômica, apresenta-se com menor impacto.

No que tange à abrangência do processo, merece destaque a redução das restrições tarifárias e não-tarifárias e o seu impacto no volume e valor das importações brasileiras ao longo dos últimos anos. Como foi visto, após um período de queda observado entre 1978 e 1988, o valor das séries de importações passou a apresentar uma tendência de crescimento bastante definida.

A abrangência e rapidez do processo de abertura comercial sugeriam a possibilidade de uma ruptura dos coeficientes de longo prazo das variáveis explicativas da demanda de importações brasileiras. Isto foi comprovado, em consonância com trabalhos recentes, como o de Azevedo e Portugal (1998) e Resende (2000), via análise de sensibilidade dado a dado e por clusterização dos dados de entrada, que mostraram uma mudança significativa no comportamento das séries de importações, a partir do terceiro trimestre de 1989, e sobretudo muito elevada a partir de 1994.

A estimação da demanda de importações brasileiras, abrangendo o período entre 1978 e 1999, mostrou que a elasticidade-renda das importações não era significativa ao longo dos anos 80. Isto porque os anos 80 foram caracterizados pela imposição de uma série de controles e restrições não-tarifárias sobre as importações, o que, por sua vez, reduziu substancialmente a relevância das variações da renda doméstica para explicar a evolução das importações. Já a partir da abertura comercial dos anos 90, com a redução gradativa das barreiras comerciais, a variável renda novamente assumiu um papel-chave na determinação do comportamento das importações brasileiras. A elasticidade média para este período foi 1,23% e 1,41% para as séries de importações totais e de bens intermediários, respectivamente. Ao mesmo tempo, o coeficiente ligado ao patamar da taxa de câmbio mostrou um comportamento de evolução gradual ao longo da década de 80 e 90 para as séries de importação total e bens intermediários, atingindo um patamar médio de -1,2% e -0,9% no período pós-Plano Real. Finalmente, a elasticidade da variável utilização de capacidade produtiva mostrou-se de pouca significância no período. Os resultados mais expressivos encontram-se na série de bens intermediários, no período que envolve o primeiro trimestre de 1978 a 1989, com um valor médio de 0,2%, e para o ano de 1995 para a série de importações totais, atingindo um valor médio de 0,3%.

Por fim, e de maneira geral, os resultados indicaram que ao longo do período compreendido entre o primeiro trimestre de 1978 e quarto trimestre de 1999 muitas foram as

transformações sobre as importações brasileiras totais e de bens intermediários, e o bom ajustamento da rede estimada permite concluir que, sobretudo em função do processo de abertura econômica iniciado em 1989 e intensificado no Plano Real, ocorreram rupturas no padrão estrutural dos dados, não existindo razão para que estas influências possam ser incorporadas de forma linear. Diferentemente disto, as evidências indicam que os efeitos são, na realidade, não-lineares, conforme se verifica pelas oscilações nas elasticidades-renda, preço e utilização de capacidade, sobretudo a partir do ano de 1989, e fortemente no ano de 1994.

Referências bibliográficas

- Abreu, M. P. Equações de demanda de importações revisitadas: Brasil, 1960-1985. Rio de Janeiro, PUC-RJ, *Texto para Discussão* n. 148, 1987.
- Arbib, Michael A. *The handbook of brain theory and neural networks*. MIT Press, 1995.
- Azevedo, A. F. Z., Portugal, M. S. Abertura comercial brasileira e instabilidade da demanda de importações. Belo Horizonte: *Nova Economia*, v. 8, n. 1, julho 1998.
- Azoff, E. M. *Neural network time series forecasting of financial markets*. John Wiley & Sons, 1994.
- Bishop, C. Classification and regression. In: *Handbook of neural computation*. 1997
- Braga, A. P.; Ludermir, T. B.; Carvalho, A. C. P. L. F. *Redes neurais artificiais: teoria e aplicações*. Rio de Janeiro: LTC, 2000, 262p.
- Chechin, A. L. *The extraction of fuzzy rules from neural networks*. Aachen: Shaker Verlag, Informatik, PhD. Dissertation, 1998.
- De Castro, A. S., Cavalcanti, M. A. F. H. Estimção de equações de exportação e importação para o Brasil: 1955-1995. Rio de Janeiro: IPEA, *Texto para Discussão* n. 469, 1997
- Diaz, M. D. M.; Araújo, L. J. S. Aplicação de redes neurais à economia: demanda por moeda no Brasil. São Paulo: *Economia Aplicada*, v. 2, n. 2, p. 271-298, abr./jun. 1998.
- Duffy, J.; McNelis, P. D. Approximating and simulating the real business cycle: parametrized expectations, neural networks and genetic algorithm. *Anais do XIX Encontro Brasileiro de Econometria*, Recife, 1997, p. 505-525.

- Fachada, M. S. J. F. *Um estudo econométrico da balança comercial brasileira: 1975-1988*. 1990. Dissertação (Mestrado) - PUC-RJ, Rio de Janeiro.
- Fernandes, L. G. F.; Navaux, P. O. A., Portugal, M. S. Previsão de séries de tempo: redes Neurais e modelos estruturais. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 26, n. 2, p. 253-276, 1996.
- Ferreira, A. H. B. Testes de estabilidade para a função demanda de importações. *Revista Brasileira de Economia*, n. 48, 1994.
- Fiesler, E., Beale, R. *Handbook of neural computation*. New York, NY - U.S.A.: Institute of Physics and Oxford University Press, 1997.
- Freeman, James A.; Skapura, David M. *Neural networks: algorithms, applications and programming techniques*. 1ª ed. Reading: Addison-Wesley, 1992, 401p.
- Hendry, D. F. *Dynamic econometrics*. Oxford: Oxford University Press, 1995.
- Hopfield, J. J. Neural networks and physical systems with emergent computational abilities. *In: Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 79, Washington, USA, p. 2554-2558, April 1982.
- Kovács, Z. L. *Redes neurais artificiais: fundamentos e aplicações*. São Paulo: Collegium Cognitio, 1996, 174p.
- Lee, T. H., White, H., Granger, C. W. J. Testing for neglected nonlinearity in time series models: a comparison of neural network methods and alternative tests. *Journal of Econometrics*, 56, p. 269-290, 1993.
- McCulloch, W. S.; Pitts, W. A logical calculus of the ideas imminent in nervous activity. *Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5, p. 115-133, 1943.
- Minsky, M., Papert, S. *Perceptrons: an introduction to computational geometry*. Cambridge: MIT Press, 1969.
- Osorio, F. S. Simulação de redes neurais artificiais de neurônios com aprendizado supervisionado. *Revista Scientia*, Unisinos, v. 3, n. 1, p. 45-66, 1992.
- _____ Redes neurais - aprendizado artificial. *Forum de I.A.*, 1999
- Portugal, M. S. Um modelo de correção de erros para a demanda de importações brasileira. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 22, n. 3, p. 501-540, 1992.

- _____. Time varying import demand elasticities: the Brazilian case. In: McAleer, M., Jakman, A. (eds.), *Proceedings of the International Congress on Modelling and Simulation*. Perth, Austrália: University of Western Australia, 1993, p. 425-430.
- _____. Neural networks versus time series methods: a forecasting exercise. *Revista Brasileira de Economia*, v. 49, n. 4, p. 611-629, 1995.
- Portugal, M. S.; Fernandes, L. G. F. Redes neurais artificiais e previsão de série de tempo: uma introdução. *Nova Economia*, v. 6, n. 1, p. 51-74, 1996.
- Resende, M. F. C. Crescimento econômico, disponibilidade de divisas e importações totais e por categoria de uso no Brasil: um modelo de correção de erros. Brasília: IPEA, *Texto para Discussão* n. 714, 2000.
- Riedmiller, Martin; Braun, Heinrich. A direct adaptative method for faster backpropagation learning: the RPROP algorithm. *Proceedings of the IEEE International Conference on Neural Networks*. San Francisco - CA - USA, 1993.
- Rosenblatt, R. *Principles of neurodynamics*. New York: Spartan Books, 1959
- Rumelhart, D., Hinton, G.; Williams, R. Learning internal-representations by error propagation. In: Rumelhart; McClelland (eds.), *Parallel distributed processing - explorations in the micro-structure of cognition*. V.1: Foundations. Cambridge: MIT Press, 1986.
- Schiffmann, W.; Joost, M.; Werner, R. *Optimization of the backpropagation algorithm for training multilayer perceptrons*. Technical Report, Deutschland: University of Koblenz, 1995.
- Soto, R. Estimating nonlinear money demand: a neural network approach. *Proceedings of the XIV Latin American Meeting of the Econometric Society*, Rio de Janeiro, 1996.
- Swanson, N. R., White, H. *A model-selection approach to real-time macroeconomic forecasting using linear models and artificial neural networks*. EWP 9503004, 1995.
- Teräsvirta, T.; Lin, C. F.; Granger, C. W. J. Power of the neural network linearity test. *Journal of Time Series Analysis*, v. 14, n. 2, p. 209-220, 1993.
- Wasserman, P. D. *Neural computing: theory and practice*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1989.
- White, H. *Artifitial neural networks: approximation and learning theory*. Oxford: Blackwell, 1992.

Widrow, B. Generalization and information storage in networks of ADALINE neurons. *In: Self-Organization Systems*. Washington: Spartan Books, 1962, p. 435-461.

Zini, Jr., A. A. Funções de exportação e importação para o Brasil. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 18, n. 3, p. 615-662, 1988.

Aglomerações industriais no Estado de São Paulo

Wilson Suzigan[§]
João Furtado[□]
Renato Garcia[†]
Sérgio E. K. Sampaio[◇]

RESUMO

O artigo parte da constatação de que enquanto a Região Metropolitana de São Paulo perde participação no total do emprego industrial do País, o interior do Estado ganha participação, e sugere que parte substancial do melhor desempenho do interior é explicada por aglomerações industriais bem-sucedidas. Neste sentido, busca primeiro identificar aglomerações relevantes com base num índice de especialização das microrregiões que compõem o Estado. Em seguida, seleciona um pequeno número delas, representativo da diversidade de casos, para comentários à luz dos enfoques teóricos disponíveis. Por fim, discute implicações de políticas e possibilidades de ações conjuntas dos agentes econômicos e instituições locais, levando em conta as atuais restrições a uma política industrial de âmbito nacional. Os resultados mostram que as aglomerações industriais apresentam grande diversidade em termos de história, morfologia, características organizacionais, instituições de apoio, contextos sociais e culturais, e políticas públicas. Reconhecer a importância dessa diversidade é um primeiro e fundamental passo para quaisquer iniciativas de políticas públicas e ações conjuntas.

Palavras-chave: aglomeração, economias externas, ações conjuntas, eficiência coletiva, políticas públicas.

ABSTRACT

This paper argues that, contrary to the trend in the Metropolitan Region of the State of Sao Paulo, the interior of the State is managing to increase its share of the country's manufacturing employment because of successful industrial clusters. On the basis of an index of specialization, the paper identifies a number of clusters and selects a few of them for comments in the light of existing theoretical approaches. Finally, policy implications and possibilities for joint action by local economic agents and institutions are discussed, taking into account the existing constraints for national industrial policy-making. The outcome points out that industrial clusters in the interior of São Paulo State are characterized by their diversity in terms of history, morphology, industrial organization, local supporting institutions, social and cultural contexts and public policies. To recognize the relevance of this diversity is the first and most important step for designing any policy or joint action initiatives.

Key words: industrial clusters, external economies, joint action, collective efficiency, public policies.

JEL classification: L23; L52; O18; R12; R58.

§ Professor do Instituto de Economia e membro do NEIT - Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia/UNICAMP.
Email: wsuzigan@eco.unicamp.br.

□ Professor do Departamento de Economia e coordenador do GEEIN – Grupo de Estudos de Economia Industrial, UNESP/Araraquara.

† Economista, professor da Facef/Franca e pesquisador do NEIT/IE/UNICAMP.

◇ Auxiliar de pesquisa, NEIT/IE/UNICAMP

Introdução

O problema econômico a que se refere este trabalho pode ser enunciado da seguinte forma: o Estado de São Paulo vem perdendo participação no valor adicionado e no emprego da indústria de transformação do País desde pelo menos 1985.¹ A região mais afetada no Estado é a Região Metropolitana, que perdeu 8,1 pontos percentuais de sua participação no emprego industrial do País entre 1986 e 1997. Entretanto, o interior do Estado não só evitou um declínio do emprego como conseguiu aumentar em 0,6 ponto percentual sua participação no emprego industrial do País.² Por quê?

É claro que há várias explicações. O Estado de São Paulo foi o mais fortemente afetado pela liberalização do comércio exterior do País. Foi também o grande perdedor na guerra fiscal entre os Estados da Federação, a qual acarretou realocações de muitas fábricas de São Paulo para outros Estados, notadamente do Nordeste. Sendo a indústria de transformação paulista localizada principalmente na Região Metropolitana (RM), é natural que esta tenha sido a mais severamente afetada por essas tendências. Adicionalmente, podem ter ocorrido realocações de plantas industriais da RM para o interior por causa de deseconomias de aglomeração na RM. Entretanto, o melhor desempenho do interior pode também ser explicado por bem-sucedidas aglomerações industriais que se beneficiam de economias externas e incentivos locais. Nossa hipótese de trabalho é a de que aglomerações (*clusters*) industriais bem-sucedidos representam uma parte substancial da explicação do melhor desempenho do interior.³

Portanto, parece relevante fazer uma avaliação da importância dos *clusters* industriais no interior do Estado, assim como estudar a morfologia dessas aglomerações, as características de sua cadeia produtiva, sua organização industrial, as instituições locais e, sobretudo, sua dinâmica. Como um primeiro passo nessa direção, este artigo busca identificar aglomerações

-
- 1 Ver dados de participação no valor adicionado bruto por regiões e unidades da Federação em IBGE (1999). Os dados de emprego são os da RAIS - Relação Anual de Informações Sociais, comentados adiante.
 - 2 Dados de Azevedo e Toneto Junior (1999), com base na RAIS. Essas tendências são confirmadas pelo estudo de Saboia (1999) e pela excelente discussão comparativa dos dados de emprego da RAIS (usados por Saboia) e do IBGE feita por Bonelli (2000). Este último autor comprova que também os dados do IBGE mostram um declínio muito mais acentuado do emprego na Região Metropolitana do que no interior, inclusive nos anos mais recentes, até junho de 1999.
 - 3 Não discutiremos, por razões de espaço e de foco no trabalho, a polêmica sobre descentralização regional da indústria, de modo geral, no período recente. Para esse debate ver, entre outros, Cano (1997), Saboia (1999), Bonelli (2000), Pacheco (1999), Diniz (1999), Azevedo e Toneto Junior (1999) e Andrade e Serra (1999).

relevantes por meio da elaboração de um índice de especialização das microrregiões que compõem o Estado de São Paulo, selecionando um pequeno número delas, representativo da diversidade de casos, para comentários à luz dos enfoques teóricos disponíveis, e finaliza com uma breve discussão acerca das implicações de políticas públicas e possibilidades de ações conjuntas dos agentes econômicos e instituições locais.

Enfoques teóricos

Pelos seus desdobramentos recentes em termos teóricos e empíricos, este é um campo de pesquisa que vem se renovando, tornando-se mesmo fascinante pelos desafios que impõe e pela combinação de enfoques que implica, enfatizando a importância de categorias analíticas nem sempre presentes nas abordagens filiadas puramente ao núcleo duro da economia. Assim, são importantes ingredientes no enfoque teórico deste estudo, entre outras, as seguintes categorias analíticas: (1) **História**. A mera existência de uma aglomeração industrial num determinado local pode ser resultado de um “acidente histórico”. Da mesma forma, a evolução da aglomeração é freqüentemente determinada por processos evolucionários *path dependent*, assim como por engajamento (*lock in*) em trajetórias de sucesso; (2) **Pequenos eventos**, tais como inovações comerciais ou tecnológicas, ou novos desenvolvimentos na organização industrial. Esses eventos podem criar uma quebra de tendência na evolução da aglomeração industrial; (3) **Instituições**. Associações de empresas locais, cooperativas, sindicatos e outras associações de trabalhadores, bem como outros tipos de instituições locais, usualmente têm papel fundamental no desenvolvimento de aglomerações bem-sucedidas; (4) **Contextos sociais e culturais**. Estes contextos geralmente constituem a base para a existência de confiança e de liderança local, que são essenciais para a construção institucional e a cooperação entre os agentes privados e destes com o setor público; e por fim, mas não menos importante, (5) **Políticas públicas**. O apoio do setor público, particularmente, mas não exclusivamente local, é também fundamental para o sucesso de uma aglomeração.

Não há espaço neste trabalho para uma resenha detalhada desses enfoques. Por isso, apenas uma visão geral, com destaque para o autor principal em cada corrente, é apresentada no Quadro 1. Desde logo é bom observar que os enfoques não são alternativos, mas sim complementares. Breves comentários sobre os mesmos são feitos a seguir, e subseqüentemente o artigo se concentra na identificação de *clusters* e na avaliação de alguns casos com base nos enfoques mais promissores.

Quadro 1

Sumário das Abordagens Teóricas

Nova Geografia Econômica (P. Krugman, 1998): Elaborada a partir das contribuições pioneiras de A. Marshall. Aglomerações resultam de causação cumulativa induzida pela presença de economias externas locais. Economias externas são incidentais, e a estrutura espacial da economia é determinada por processos de mão invisível operando forças centrípetas e centrífugas. Pouco espaço para políticas públicas.

Economia de Empresas (M. Porter, 1998): enfatiza a importância de economias externas geograficamente restritas (“concentrações de habilidades e conhecimentos altamente especializados, instituições, rivais, atividades correlatas e consumidores sofisticados”) na competição internacional. Estratégias locais são parte das estratégias dos negócios. Forças de mercado determinam o desempenho dos *clusters*. O governo deve prover educação, infra-estrutura física e regras de concorrência.

Economia Regional (A. Scott, 1998): Geografia econômica e desempenho industrial estão interligados. Existe uma tendência endêmica no capitalismo em direção a densos *clusters* localizados. “Esses *clusters* são constituídos como economias regionais intensivas em transação que, por sua vez, são enlaçadas por estruturas de interdependência que se espalham por todo o globo.” Coordenação extramercado e políticas públicas são essenciais na construção de vantagens competitivas localizadas.

Economia da Inovação (D. B. Audretsch, 1998): A proximidade local facilita o fluxo de informação e os *spillovers* de conhecimento. Atividades econômicas baseadas em novo conhecimento têm grande propensão a aglomerar-se dentro de uma região geográfica. “Isto tem desencadeado uma mudança fundamental na política pública voltada aos negócios, afastando-se de políticas que restringem a liberdade de contratar das empresas e direcionando-se a um novo conjunto de políticas capacitantes, implementadas nos âmbitos regional e local.”

Pequenas Empresas e Distritos Industriais (H. Schmitz, 1997; 1999): Além das economias externas locais incidentais ou espontâneas, “existe também uma força deliberada em ação, qual seja, aquela decorrente de cooperação conscientemente buscada entre agentes privados, e do apoio do setor público.” O conceito de eficiência coletiva combina os efeitos espontâneos (ou não-planejados) e aqueles conscientemente buscados (ou planejados), e é definida como “a vantagem competitiva derivada das economias externas locais e da ação conjunta.”

Os dois primeiros enfoques são similares no sentido em que ambos tratam *clusters* como resultado natural das forças de mercado. Não há muito o que fazer além de corrigir imperfeições de mercado e implementar medidas gerais (horizontais) de política. Os outros três enfoques são similares no sentido oposto. Os três enfatizam fortemente o apoio do setor público por meio de medidas específicas de política e a cooperação entre empresas nos *clusters*. O essencial da distinção entre os dois grupos pode ser sumariado pela comparação de três pares de categorias analíticas: economias externas de natureza incidental *versus* deliberada; a caracterização de economias externas como capacitantes (*enabling*) *versus* incapacitantes (*disabling*), e processos de mão invisível *versus* apoio do setor público no desempenho e na dinâmica dos *clusters*. O enfoque da “eficiência coletiva”, de H. Schmitz (1997; 1999), baseia-se, embora não estritamente, nessa comparação.

O enfoque da eficiência coletiva reconhece a importância de economias externas locais marshallianas, mas argumenta que tais economias externas não são suficientes para explicar o crescimento e a competitividade das empresas nos *clusters*. Um segundo e talvez mais importante fator é a ação deliberada, tanto das empresas no sentido da cooperação (entre as próprias empresas e com agentes comerciais e de *marketing*, associações empresariais, sindicatos, centros de pesquisa tecnológica e de *design*, e outros) como do setor público na implementação de políticas. O conceito de eficiência coletiva combina os dois efeitos, i. e., das economias externas locais espontâneas ou não planejadas e das ações conjuntas deliberadas ou planejadas das empresas e do setor público, para explicar as vantagens competitivas de empresas aglomeradas. (Schmitz, *ibid.*)

A estrutura analítica desse enfoque pode ser sumariada como segue. Economias externas locais marshallianas são importantes para explicar a aglomeração (*clustering*) de empresas industriais, mas oferecem uma explicação incompleta. A cooperação privada e o apoio público constituem um segundo fator explicativo dos *clusters*. Por que as economias externas locais são uma explicação incompleta? Primeiro, porque usualmente referem-se apenas à produção. Entretanto, economias externas locais significativas também podem estar presentes na distribuição e em outros serviços especializados, comuns em *clusters*. Segundo, porque economias externas são comumente tratadas como imperfeições de mercado. O enfoque da eficiência coletiva ressalta a característica capacitante (*enabling*) ao invés de incapacitante (*disabling*) ou de *market failure* das economias externas, sobretudo as de natureza tecnológica. (Schmitz, 1997) Além disso, e talvez mais importante, economias externas puras são incidentais enquanto que a cooperação e o apoio público são obviamente deliberados. Fabricantes especializados de produtos diferenciados, cooperando entre eles e com fornecedores, agentes comerciais, empresas de transporte e outros agentes, todos também especializados, beneficiam-se de retornos crescentes de escala similares àqueles derivados de

economias externas marshallianas puras. A cooperação entre empresas geralmente se concentra na produção (cooperação interfirmas, *networks*, cooperação entre grupos distintos de empresas - por exemplo entre uma grande empresa e pequenas empresas fornecedoras), mas é comum também a constituição de consórcios de P & D, de compras, de *marketing*, de exportação e outros. Finalmente, o enfoque da eficiência coletiva enfatiza o papel das organizações de ajuda mútua nas aglomerações. Mas o papel do setor público por meio de políticas específicas é também importante, e deve estar em sinergia com as ações privadas de ajuda mútua. (Schmitz, 1997, p. 23)

Uma questão inevitável é a de como definir *cluster*. Altenburg e Meyer-Stamer (1999) contribuem para responder essa questão ao afirmar que “*em sentido amplo, o termo ‘cluster’ apenas retrata concentrações locais de certas atividades econômicas (...). Aglomerações puras de empresas não relacionadas não dão origem a eficiência coletiva.*” Por isso, é essencial focalizar não só os efeitos de economias externas, mas também as interações entre empresas. Entretanto, continuam aqueles autores, “*dada a complexidade de padrões de interação em clusters, (...) é impossível formular uma definição precisa de cluster ou estabelecer uma separação clara entre aglomerações puras e clusters complexos, com fortes externalidades.*” (Altenburg e Meyer-Stamer, 1999, p. 1694) Apesar dessa dificuldade, os mesmos autores formulam o que chamam de definição operacional de *cluster* baseada em variáveis mensuráveis: “*Um cluster é uma aglomeração de tamanho considerável de firmas numa área espacialmente delimitada com claro perfil de especialização e na qual o comércio e a especialização interfirmas é substancial.*” Eles fazem também uma distinção clara entre *clusters* e distritos industriais. “*Redes locais de negócios onde um denso tecido social baseado em normas e valores culturais compartilhados e uma elaborada rede de instituições facilitam a disseminação de conhecimento e inovação, constituem um tipo específico de cluster e podem ser denominados ‘distritos industriais’*” (Altenburg e Meyer-Stamer, 1999, p. 1694)

Assim, cabe a pergunta: o que se deve esperar encontrar num *cluster*? Além da presença de economias externas locais relacionadas a tamanho de mercado, concentração de mão-de-obra especializada, *spill-overs* tecnológicos e outros fatores que favorecem a especialização local, algumas características costumam estar presentes em *clusters*. As mais importantes podem ser resumidas como a seguir. As empresas locais usualmente interagem por meio de *linkages* de produção, comércio e distribuição. Elas também cooperam em *marketing*, promoção de exportações, suprimento de insumos essenciais, atividades de P & D e outras. Entretanto, a despeito de ações conjuntas e cooperação, as empresas locais procuram manter um saudável equilíbrio entre competição e cooperação. As empresas locais geralmente também se beneficiam do apoio de instituições locais. Lideranças locais usualmente coordenam ações

privadas e públicas. E a existência de algumas formas de identidade política, social ou cultural constitui a base para a existência de confiança e compartilhamento de informações.

Entretanto, essas categorias analíticas não devem ser entendidas como restritivas para a definição de *cluster*. De fato, como afirmam Altenburg e Meyer-Stamer (1999:1694), “*a noção de clustering refere-se a uma variedade de aglomerações industriais.*”

Índices de especialização: resultados preliminares

Com o propósito de identificar e caracterizar aglomerações industriais no interior do Estado de São Paulo, o primeiro passo foi escolher uma base adequada de dados. Além da RAIS, mencionada na Introdução, é possível também usar as bases de dados da Pesquisa Industrial Anual, do IBGE; da Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (PAEP/SEADE), e os dados de valor adicionado fiscal por regiões administrativas da Secretaria da Fazenda do Governo do Estado. A mais completa e imediatamente disponível é a RAIS, e foi esta que serviu de base para a elaboração de índices de especialização, apesar de suas limitações, comentadas brevemente a seguir.

A utilização da RAIS tem sido alvo de diversas críticas. Duas dessas críticas afetam de forma direta este trabalho. A primeira crítica refere-se ao universo coberto, o das relações contratuais formalizadas por intermédio de “carteira assinada”. A segunda crítica está endereçada ao método de coleta da informação primária, por autoclassificação. Trata-se sem dúvida de dois problemas importantes, que afetam a RAIS, assim como, com intensidade diferente, também outras fontes (a PNAD-IBGE, por exemplo).

A seriedade da crítica deve ter pelo menos dois desdobramentos. Deve, em primeiro lugar, servir de advertência contra o uso de resultados de forma absoluta, desconsiderando os possíveis efeitos de tais práticas no produto final. Isto significa que o pesquisador que recorre à RAIS (e a qualquer outra fonte) deveria evitar a tentação ou a prática de simplesmente indicar de forma breve e pontual a existência de um possível problema estatístico, para em seguida esquecer a sua existência ao analisar os resultados. O pesquisador deve, diferentemente, considerar a possibilidade de o problema estatístico afetar as suas conclusões e de julgar que a única solução possível contra o problema é uma utilização criteriosa dos resultados, verificando a cada momento que efeitos ele pode ter na análise que está sendo realizada e como esta seria modificada pelas estatísticas. Mas aquela crítica deveria também, em segundo lugar, servir de estímulo a uma busca de estatísticas mais confiáveis, com metodologia aperfeiçoada, para a qual o empenho coletivo dos pesquisadores e responsáveis

deve partir justamente de uma utilização que explicita as dificuldades tanto quanto as possibilidades de cada fonte e método.

Quais são, então, as fragilidades que a RAIS impõe aos resultados desta análise? Em primeiro lugar, ao considerar apenas os empregos formais, a fonte está, sem dúvida, excluindo uma parcela dos trabalhadores e dos ocupados. Isso coloca a questão do quão importante é essa parcela. Tratando-se de aglomerações produtivas localizadas em São Paulo, é evidente que esse problema é menos sério do que seria em regiões menos desenvolvidas. Mais ainda, tratando-se de municípios e regiões com um número importante de grandes empresas e uma base sindical já implantada, dificilmente se pode conceber que o grau de informalidade das relações seja importante e atinja parcelas significativas dos ocupados. Existe, sim, em alguns casos, o recurso ao trabalho doméstico, remunerado por tarefa e não formalizado. É importante ter isso em mente, sobretudo porque nas aglomerações em que essa possibilidade existe pode ocorrer uma subestimação da importância dessas atividades. Na maior parte dos casos, a contrapartida é uma superestimação da importância relativa das atividades complementares em que a informalidade é menor. Isto afeta, é claro, a importância relativa das atividades básicas e complementares, dependendo do peso relativo que tenha em cada uma delas a informalidade.

A segunda crítica refere-se à possibilidade de que as firmas, operando com diversas plantas em diferentes regiões, lancem os seus trabalhadores sem correspondência com a sua localização espacial efetiva. Assim, uma empresa com unidades em diferentes municípios não pertencentes à mesma microrregião pode estar lançando o conjunto do seu contingente numa mesma unidade, distorcendo os resultados. Esta é uma possibilidade particularmente relevante em setores que operam estruturalmente com multiplantas, como é o caso da indústria de alimentos, bebidas, beneficiamento de matérias-primas e cimento. Para a análise dos *clusters* selecionados neste trabalho, no entanto, apenas um caso pode, parcialmente, estar sendo influenciado por esta ocorrência - curtimento e preparações em couro. Mesmo neste caso, no entanto, a influência seria relevante apenas para a etapa inicial do processamento.

Por fim, existe a crítica endereçada à autoclassificação. O enquadramento setorial e profissional, sendo realizado pela unidade de coleta (a empresa), pode apresentar distorções. Estas distorções devem ser menos importantes em aglomerações industriais com atividades especializadas do que em outros casos em que a pulverização e a dispersão não criam tão facilmente a cultura setorial e profissional que facilita o enquadramento. Sem menosprezar esta

segunda crítica e sem desconsiderar a fragilidade a que ela está associada, parece evidente que a aglomeração produtiva especializada deva ser o local onde ela se aplica com menor intensidade. Em outras fontes, como a PNAD, em que a classificação é feita pelo indivíduo e não pela unidade econômica (empresa ou estabelecimento), este problema seria mais importante.

Feitas estas considerações metodológicas que relativizam a importância das críticas principais à fonte utilizada no caso das aglomerações produtivas e daquelas situadas em São Paulo, em particular, é necessário ter presente a observação inicial - os dados não podem ser usados de forma absoluta e sem qualificações.

Adicionalmente, cumpre notar que nas estimativas realizadas somente a indústria de transformação foi considerada, e nesta deixou-se de incluir setores como os das indústrias processadoras de produtos minerais ou agrícolas, os quais geralmente se localizam próximos da fonte de insumos, bem como indústrias altamente concentradas, que se localizam de acordo com acesso a mercado e outros critérios logísticos. Trabalhou-se com os dados por microrregiões (MR) do Estado, excetuando as MR da capital e da grande São Paulo, além de duas outras que têm problemas de tabulação: Mogi Mirim e Mogi das Cruzes. Por fim, o índice de especialização foi definido como:

$$I_i = \frac{\frac{NL_{i,A}}{\sum_{i=1}^n NL_{i,A}}}{\frac{NL_{i,SP}}{\sum_{i=1}^n NL_{i,SP}}} = \text{índice de especialização}$$

Nº empregados no setor i na microrregião A

Nº empregados em todos os setores na microrregião A

$NL_{i,A}$ = Nº empregados no setor i no Estado de São Paulo

$\sum_{i=1}^n NL_{i,A}$ = Nº empregados em todos os setores no Estado de São Paulo

$NL_{i,SP}$ = Nº empregados no setor i no Estado de *São Paulo*

$\sum_{i=1}^n NL_{i,SP}$ = Nº empregados em todos os setores no Estado de *São Paulo*

Trata-se de um índice bastante simples, como é evidente, mas que tem um propósito também muito simples. Indica a especialização relativa de uma dada MR do Estado em determinada indústria, comparativamente ao grau de concentração da mesma indústria no Estado como um todo. Assim, quanto maior o índice, maior a especialização local. Na realidade, o índice de especialização que é apresentado neste trabalho é idêntico ao QL - Quociente Locacional, bastante utilizado em análises de economia regional, tal como Isard (1960) e Haddad (1989).

Apesar de todas as ressalvas e ponderações já feitas, algumas qualificações adicionais são necessárias quanto ao índice. A primeira é a de que os índices não são estritamente comparáveis entre MRs. Uma região muito pequena em termos de concentração industrial, e na qual uma indústria é preponderante e relativamente concentrada em comparação ao Estado, tende a produzir um índice extremamente elevado para aquela indústria, embora não necessariamente caracterize-se como uma aglomeração. E vice-versa, uma MR grande e diversificada tende a produzir índices menores, embora possa conter aglomerações significativas. Outro problema decorre do fato de que um *cluster* não necessariamente “respeita” fronteiras geográficas, tornando difícil delimitá-lo. Para resolver esses problemas é necessário trabalhar com os dados por municípios, o que será feito em etapa posterior do projeto de pesquisa. Para os propósitos deste artigo serão considerados os casos mais evidentes de MRs com altos índices de especialização.

O volume de informações geradas pelo cálculo do índice pode ser avaliado pelos seguintes parâmetros: 63 MRs, nas quais localizam-se 597 municípios, com 1.124 possibilidades de especialização (classificação industrial de 5 dígitos). Não seria viável discutir os resultados gerais no espaço disponível neste artigo. Assim, optou-se por escolher, dentre as aglomerações identificadas, um pequeno número que represente, na medida do possível, a marcante diversidade de casos, com distintas características históricas, institucionais, organizacionais, etc. (Tabela 1). As aglomerações selecionadas são brevemente comentadas a seguir, embora não se tenha ainda realizado qualquer pesquisa de campo.

Tabela 1
Índices de Especialização nas Microrregiões Seleccionadas no Estado de São Paulo, 1997 e 1999

Microrregiões Geográficas	Índice de Especialização (1997)	Índice de Especialização (1999)	Setor CNAE (5 dígitos)
São José dos Campos	24,32	22,47	29726 Equipamento bélico
	24,33	23,37	35319 Construção e montagem de aeronaves
	53,64	46,38	19313 Calçados de couro
	21,04	17,79	19100 Curtimento e preparações em couro
	13,09	9,07	19321 Tênis de qualquer material
	9,18	2,49	19399 Calçados de outros materiais
Franca	30,72	33,58	29645 Máqs. e eqs. para vest., couro e calçados
	5,90	7,28	24910 Fabricação de adesivos e selantes
	5,37	6,18	25194 Fabricação de artefatos diversos de borracha
	5,13	5,95	18210 Fabricação de acessório do vestuário
Limeira	11,53	13,15	36919 Lapidação de pedras preciosas e fabr. de jóias
Catanduva ⁴	13,36	0,97	29246 Máq. de refrigeração e ventilação de uso ind.
	3,30	11,83	29890 Fabricação de outros aparelhos domésticos
Votuporanga	21,84	20,86	36110 Móveis de madeira
	15,26	21,60	36129 Móveis de material metálico

Fonte: Elaboração própria, com base em RAIS/ MTb.

Comentários sobre os casos seleccionados

Os comentários a seguir baseiam-se em informações disponíveis, tais como artigos, relatórios de pesquisa, estudos de entidades locais, e em dois dos casos (Limeira e Catanduva)

4 O caso da indústria de ventiladores de Catanduva, como mostra a tabela, revela claramente uma das insuficiências da base de dados da RAIS, que é a autoclassificação. A diferença entre os índices de especialização de 1997 e de 1999 deve-se provavelmente à mudança do setor da CNAE em que as empresas se classificaram, sem qualquer controle de consistência por parte dos organismos externos. O setor (ou divisão) Fabricação de aparelhos domésticos inclui ventiladores, produto em que as empresas locais são especializadas, como se verá adiante.

também em informações primárias colhidas em visitas a empresas e instituições locais. O caso de Franca será comentado com mais detalhe por suas características de alta especialização e abrangência de praticamente toda a cadeia produtiva dentro do *cluster*. Note-se, ademais, que nos cinco casos a aglomeração localiza-se na cidade principal que dá nome à microrregião.

O critério básico para a escolha dos casos foi a diversidade, que assegura representatividade. As especializações das aglomerações são mais antigas nos casos de Franca e São José dos Campos, e mais recentes nos de Limeira e Votuporanga; incluem indústrias mais avançadas (São José), bens de consumo duráveis (ventiladores) e bens leves (calçados e jóias). Estão, além disso, dispersas pelo Estado de São Paulo, numa faixa perimetral do centro mais desenvolvido (São José e Limeira) e numa região de desenvolvimento mais recente (Catanduva e Votuporanga). Nenhum dos casos examinados seria, a rigor, insubstituível. No conjunto, eles representam situações concretas diversas, que permitem pensar as possibilidades de desenvolvimento de aglomerações especializadas e os seus diferentes condicionantes. Neste sentido, cumprem inteiramente os propósitos do artigo.

São José dos Campos

A aglomeração de indústrias de alta tecnologia em São José dos Campos começou logo após a Segunda Guerra Mundial, com um projeto da Força Aérea Brasileira, visando desenvolver capacitações tecnológicas em aeronáutica. (Diniz e Razavi, 1995) Com esse propósito, o governo criou uma sofisticada infra-estrutura de ciência e tecnologia naquela cidade, incluindo o curso do ITA - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, um centro de pesquisa tecnológica (CTA - Centro Tecnológico da Aeronáutica) e um centro de pesquisa espacial (INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais). Essa infra-estrutura de C & T é o núcleo do qual se originaram as bem-sucedidas indústrias produtoras de aeronaves civis e militares (EMBRAER) e de armamentos (tanques, mísseis e equipamentos eletrônicos). Essas indústrias se desenvolveram a partir dos anos sessenta, e posteriormente São José dos Campos fortaleceu-se como importante localização de indústrias de transformação em geral. Hoje a cidade e seus arredores apresentam uma ampla e diversificada estrutura industrial. Cabe perguntar, portanto, se é possível classificar a região como um *cluster*. Certamente que sim, no caso das indústrias de alta tecnologia, mas apenas no sentido amplo sugerido por Altenburg e Meyer-Stamer (1999). O conceito de eficiência coletiva dificilmente pode ser aplicado para analisar as relações entre uma grande empresa como a EMBRAER e suas empresas fornecedoras e prestadoras de serviços especializados.

Limeira

A região de Limeira tem uma estrutura de produção industrial bastante diversificada, mas apresenta um elevado índice de especialização numa indústria pouco conhecida e pouco estudada: lapidação de pedras preciosas e fabricação de jóias. Dados e informações locais mostram que, de fato, existem cerca de 350 empresas nessa indústria em Limeira. Algumas dessas empresas são grandes, mas a maioria é de micro/pequenas empresas e, em muitos casos, informais. O número de empregos formais (RAIS, 1999) é de 1.223, mas fontes locais estimam que há aproximadamente 15.000 postos de trabalho (formais e informais) na indústria de pedras e jóias.⁵ A indústria vende principalmente no mercado interno, mas as empresas estão se mostrando mais ativas no propósito de aumentar suas exportações. Consórcios de exportação estão substituindo o antigo sistema de agentes comerciais que viajavam com amostras. Um consórcio já está em operação, e dois outros estão sendo organizados. Dados referentes a 1996 mostram que as exportações locais de pedras e jóias chegaram a US\$ 3 milhões, destinadas principalmente para os Estados Unidos e para alguns países da Europa, da África e do Mercosul.

Este é um caso de *cluster* bem organizado. A infra-estrutura de apoio à indústria abrange uma agência de desenvolvimento local (IDELI - Instituto de Desenvolvimento de Limeira), uma associação empresarial local (Associação Limeirense de Jóias), o sindicato local de trabalhadores (Sindicato dos Trabalhadores da Indústria de Jóias) e a associação empresarial estadual da indústria (Sindicato das Indústrias de Jóias). As relações entre empresas são intensas e variadas. Elas cooperam para exportar, promovem duas feiras por ano, juntam-se para comprar matéria-prima. Um grupo de 17 empresas organizou um “*shopping* de bruto”, i. e., um centro de compras onde micro/pequenas empresas podem comprar peças não acabadas de jóias. As empresas também promovem cursos e treinamento para os trabalhadores. Um desses cursos é apoiado por uma instituição internacional, que exigiu em contrapartida a inclusão de pelo menos 200 crianças de rua no programa. Tais cursos e programas de treinamento são de suma importância, uma vez que parte substancial do trabalho (solda e montagem) é desenvolvida pelos trabalhadores em casa.

A tecnologia de processo de produção não é muito importante nessa indústria, dado que grande parte do trabalho é manual ou, quando muito, mecanizado. No entanto, o *design* é fundamental. As empresas locais frequentemente financiam viagens de especialistas ao exterior, geralmente Itália, para estudar *design*, e pelo menos uma das empresas (Galle, a maior e melhor equipada) tem centro próprio de *design*.

5 Dados e informações do relatório do Projeto PML/SEBRAE/ACIL (1998). Informações adicionais foram obtidas de pessoas entrevistadas no local.

Historicamente, não está claro por que essa indústria acabou se concentrando em Limeira. De acordo com fontes locais, essa indústria estava antes concentrada em São José do Rio Preto e em Caxias (RS). Em dado momento sete empresas se deslocaram de Caxias para Limeira, e algumas empresas de Minas Gerais fizeram o mesmo. As empresas começaram a cooperar, o que antes havia sido dificultado por falta de confiança, e assim o *cluster* foi consolidado.

Catanduva

A cidade de Catanduva, com população de cerca de 120 mil habitantes, está localizada numa região em que o forte da economia são as usinas de açúcar e as destilarias de álcool. Mas tornou-se conhecida recentemente como a capital dos ventiladores de teto, cuja produção dinamizou a economia da microrregião. Entre 1989 e 1997 o número de empregos formais na MR aumentou 16,8%, comparados com quedas de 43,8% na MR de São Paulo e de 33,6% no Estado. (Saboia, 1999) Como se explica este caso?

Talvez o fator climático tenha tido alguma importância. A região tem clima quente na maior parte do ano e, por isso, havia um mercado local, pelo menos potencialmente, capaz de dar origem à produção local de ventiladores. Mas nesse caso um acidente histórico está na origem do desenvolvimento da indústria e da sua aglomeração. Consta que, nos anos cinquenta, um morador da cidade, em viagem no exterior (parece que na Itália), viu um ventilador de teto e, de volta à cidade, interessou-se em fabricar um ventilador similar utilizando um motor de enceradeira. Não funcionou, como seria de esperar. Entretanto, um mecânico local que havia ajudado aquela pessoa assumiu a idéia, e depois de fabricar três modelos igualmente malsucedidos inventou um novo modelo com motor de correia, que se tornou um grande sucesso. Ele patenteou esse modelo e estabeleceu a primeira fábrica de ventiladores de teto da cidade. Essa fábrica produzia cerca de 100 ventiladores por mês, vendidos a lojas, açougues, clubes e empresas industriais.

Assim, a figura de um pioneiro, cuja empresa era a única na indústria durante dez anos, é fundamental para explicar por que aquela indústria se desenvolveu naquele local. Subseqüentemente empresários imitadores começaram a entrar na indústria, quase todos ex-funcionários da empresa original. Atualmente existem pelo menos 10 empresas fabricantes de ventiladores de teto na região, a maior parte delas na própria cidade de Catanduva. Em conjunto, fabricam cerca de 2 milhões de ventiladores por ano, empregando aproximadamente 5.000 trabalhadores. As vendas destinam-se primordialmente ao mercado interno, que as empresas locais dominam apesar da abertura comercial, mas as empresas maiores estão começando a exportar para países da América do Sul.

Os ventiladores são quase inteiramente fabricados internamente. Apenas parte do trabalho de montagem do motor é feita fora (segundo o pioneiro, isto não ocorre mais, pelo menos em sua fábrica), assim como as pás dos ventiladores, que são fabricadas em mogno em Rondônia e já vêm prontas das empresas subcontratadas. Tanto os produtos quanto os processos de fabricação são surpreendentemente dinâmicos em termos tecnológicos. As empresas estão constantemente inovando por meio da introdução de novos modelos e novos produtos, os últimos aproveitando economias de escopo e procurando reduzir a ociosidade nos meses de inverno, bem como por meio de *upgradings* do motor e de peças como as pás (de aço, em substituição às de madeira) e o eixo principal. Este último era normalmente feito de aço (ainda é em várias fábricas), mas foi objeto de importante inovação introduzida pelo pioneiro, que ainda está estabelecido no negócio. Tal inovação consistiu na fabricação do eixo em uma única peça moldada em plástico duro. A introdução desse novo material, de acordo com o pioneiro, permitiu eliminar 8 operações no processo de produção, com correspondentes reduções da força de trabalho e dos custos.

No caso desta aglomeração, também se coloca a questão sobre se é possível ou não caracterizá-la como um *cluster*. E, novamente, a resposta é: apenas no sentido amplo definido acima. As empresas não cooperam, ao contrário, competem ferozmente e não há confiança para iniciativas conjuntas. Isto é explicado pela natureza dos *spin-offs* que deram origem às empresas fundadas por empresários imitadores: num caso, trata-se de cisão familiar (um sobrinho do pioneiro) e, em outros, de antigos empregados da empresa pioneira que a deixaram devido ao mau temperamento (!) do pioneiro. Além disso, não há instituições locais de apoio às empresas, nem associações de empresas ou de trabalhadores; as empresas não interagem de maneira alguma. Desse modo, as empresas aglomeradas não têm qualquer possibilidade de realizar ganhos de eficiência coletiva. Entretanto, há um lado positivo nessa história: há um enorme espaço para estimular ações conjuntas e para implementar medidas de apoio do setor público de modo a fortalecer ainda mais a capacidade competitiva das empresas locais produtoras de ventiladores de teto.

Votuporanga

A região de Votuporanga reúne a segunda maior concentração de fabricantes de móveis do Brasil, após Bento Gonçalves (RS). Apesar de ser uma indústria geralmente disseminada e caracterizada por grande número de pequenas empresas, numerosos fabricantes de móveis aglomeraram-se na região de Votuporanga. Informações locais e de um relatório de pesquisa recente dão conta da existência de cerca de 350 fabricantes de móveis na região, 170 dos quais na cidade de Votuporanga,⁶ empregando aproximadamente 6.000 trabalhadores.

6 Ver IPD (s. d.) e Ferreira (1997).

Segundo dados da RAIS, entre 1989 e 1997 o emprego na região cresceu 40,2%, contra uma queda de 33,6% no Estado como um todo. (Saboia, 1999)

Cabe perguntar como e por que a indústria se concentrou na região, e particularmente na cidade de Votuporanga. Empresários locais dizem não saber explicar como a indústria se originou na região, mas sabem muito bem como e por que se transformou num tão bem-sucedido *cluster* de fabricantes de móveis. A resposta, segundo eles, é a ação conjunta dos fabricantes. Algumas empresas se associaram, no início dos anos noventa, para enfrentar as dificuldades impostas pelas políticas macroeconômicas e pelos problemas de gerenciamento das próprias empresas. O que elas iniciaram, então, pode ser descrito como um processo de reestruturação com construção institucional para obter vantagens competitivas. Com o apoio da associação industrial local e a participação da agência estadual do SEBRAE, as empresas desenvolveram um programa de reestruturação centrado na capacitação em *design*, mas de modo geral visando à reestruturação da produção, do gerenciamento e das atividades de *marketing*. Políticas locais de incentivo, assim como parcerias com o SENAI para treinamento de trabalhadores e com o CETEMO (Centro Tecnológico do Mobiliário) para desenvolvimento tecnológico, permitiram que as empresas associadas obtivessem substanciais aumentos de produtividade, redução de custos e melhoria de qualidade. Programas de qualidade total foram implementados com objetivo de obter a certificação ISO 9000. As empresas associadas criaram também um centro de compras visando conseguir melhores preços e melhor qualidade de seus fornecedores de insumos.

As empresas associadas produzem principalmente para o mercado interno, mas estão atualmente buscando mercados externos. Recentemente estabeleceram um *showroom* na cidade de Córdoba, Argentina, como um primeiro passo para exportar para o Mercosul.

Franca

Este é, sem dúvida, o caso mais interessante. A cidade de Franca está localizada numa área onde historicamente se concentravam grandes criadores de gado. Foi também um local de descanso na rota de mercadores que buscavam as regiões centrais e o Triângulo Mineiro. A produção de artigos de selaria, botas e outros artefatos de couro começou naturalmente para atender à demanda local e de viajantes. (Suzigan *et al.*, 2001) Hoje é a segunda maior concentração de fabricantes de calçados de couro do País, atrás da região do Vale dos Sinos (RS), descrita por H. Schmitz como um “*supercluster*”

Franca constitui um exemplo praticamente perfeito de *cluster* industrial. É altamente especializada em calçados masculinos de couro, produzidos tanto para o mercado interno quanto para exportação. Responde por cerca de 35,1% do emprego na indústria de calçados do Estado de São Paulo, que, por sua vez, é o segundo maior produtor de calçados do País, empregando 19,6% da mão-de-obra total da indústria, atrás do Rio Grande do Sul, que responde por 51,1% do emprego (dados da RAIS, 1999). Franca é também responsável pela maior parte das exportações (US\$ 113 milhões em 1999) de calçados do Estado.

O *cluster* concentra um grande número de empresas, algumas de grande porte, mas a maioria pequenas e médias empresas. O tamanho médio, segundo a RAIS (1997), é de 14,3 empregados por estabelecimento. As empresas fabricantes de calçados beneficiam-se de um importante *pool* local de mão-de-obra especializada. O total do emprego formal na região em 1999 (RAIS) era de 21.983, dos quais 75% na cadeia produtiva de calçados. Entretanto, sabe-se que uma boa parte do processo produtivo é realizada fora das fábricas, no sistema de bancas de pesponto e costura manual, gerando um número significativo de empregos informais.

Uma das características mais importantes a destacar no *cluster* de Franca é a de que concentra praticamente toda a cadeia produtiva a partir do curtimento do couro, com poucos transbordamentos para fora do *cluster*. Como visto na Tabela 1 apresentada anteriormente, a cadeia abrange: curtimento e preparações do couro, fabricação de calçados de couro, fabricação de máquinas e equipamentos para as indústrias de calçados, fabricação de calçados de outros materiais, fabricação de tênis, fabricação de artefatos de borracha e fabricação de adesivos e selantes.

As empresas aglomeradas interagem intensivamente, tanto nas relações produtivas e comerciais quanto no intercâmbio de informações, seja para trás na cadeia produtiva (curtumes, fornecedores de componentes e acessórios, fornecedores de máquinas e equipamentos) ou para frente (agentes comerciais internos, agentes especializados de exportação, empresas de transporte, empresas prestadoras de serviços especializados). Essas interações visam o *upgrading* tecnológico de produtos e de processos de fabricação, e o desenvolvimento de *design*, com apoio de instituições locais e estaduais de P & D, como, por exemplo, o CCTC (Centro de Tecnologia de Couros e Calçados, do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas/USP), e cooperam também em programas de treinamento de trabalhadores com ajuda do SENAI (Serviço Nacional de Aprendizado Industrial). Entretanto, há pouca cooperação no sentido horizontal, isto é, entre empresas competidoras. Por último, as empresas locais também se beneficiam, em certa medida, de interações com outras instituições locais, incluindo associações empresariais, instituições de governo local, cooperativas de empresas e sindicatos ou cooperativas de trabalhadores.

Os resultados são impressionantes. Apesar de as empresas do *cluster* terem sido severamente afetadas pela liberalização comercial dos anos noventa, tendo cortado 43,2% dos empregos formais entre 1989 e 1997 (Saboia, 1999),⁷ a produção local recuperou-se rapidamente, principalmente após a desvalorização do Real em janeiro de 1999, e voltou a exportar em condições competitivas.

Implicações de políticas

Uma análise abrangente das implicações de aglomerações industriais locais em termos de políticas públicas ainda está por ser feita. Entretanto, a literatura que trata deste assunto fornece algumas pistas, ainda que de forma preliminar. Os parágrafos seguintes procuram resumir os principais pontos dessa literatura e fazer inferências gerais e outras mais específicas a partir da discussão anterior dos casos selecionados.

Primeiramente, há um amplo reconhecimento de que o espaço para implementação de políticas para o setor produtivo desde um ponto de vista nacional vem sendo crescentemente reduzido, seja pelas restrições internas (políticas e de política econômica), seja em virtude de regulações supranacionais sobre fluxos de comércio internacional, acordos comerciais, acordos de integração econômica, fluxos financeiros, e assim por diante. Por isso, um maior raio de manobra em políticas públicas nos níveis regional e local é extremamente bem-vindo do ponto de vista de países individuais, especialmente quando se recorda que nesses níveis, assim como no fomento a atividades de P & D e na defesa ambiental, as regulações internacionais são menos restritivas.

Um segundo ponto é que, uma vez que se reconheça que o foco em regiões ou locais oferece oportunidades do ponto de vista de políticas, é necessário reconhecer também que essas políticas não são panacéia, e também que *clusters* ou aglomerações não podem ser criados. Economias externas e outras condições locais favoráveis devem estar presentes e, como diria um adepto das expectativas racionais, alguém já deve estar aproveitando essas vantagens. Portanto, o que se deve fazer em primeiro lugar é, da forma como se está tentando fazer no projeto de pesquisa do qual se originou este trabalho, identificar aglomerações existentes que poderiam ser objeto de iniciativas de políticas públicas e ações conjuntas das empresas.

7 Parte dessa perda pode ser explicada pelo programa de reestruturação produtiva das empresas no âmbito do programa de reestruturação da indústria de calçados implementado pelo BNDES nos anos noventa. Isto explica também por que os níveis salariais no *cluster* são apenas ligeiramente superiores aos da média da indústria de calçados do Estado. (RAIS, 1999)

Em terceiro lugar, uma vez que se tenha identificado um certo número de aglomerações promissoras, deve-se procurar saber quais políticas são adequadas a cada caso. É ponto pacífico que não existe uma *blueprint* de política de aplicação geral. Vale a máxima: em princípio, cada caso é um caso, e deve ser tratado de forma específica. Porém, algumas medidas centrais têm sido sugeridas na literatura, e poderiam ser tomadas como um ponto de partida em qualquer caso. Portanto, voltando aos mesmos autores referenciados nos enfoques teóricos, essas medidas são resumidas a seguir.

As análises de Krugman e Porter, como já foi mencionado, confiam nas forças de mercado, e sugerem o uso apenas de medidas gerais, de natureza horizontal (i. e., não setoriais ou específicas) nas áreas de educação, infra-estrutura e defesa da concorrência. Ambos não se manifestam quanto à implementação de políticas regionais/locais específicas. Entretanto, Krugman reconhece que algum estímulo (*boosterism*) envolvendo “*incentivos concretos, um tipo de protopolítica industrial*” pode “*(...) pelo menos em princípio, fazer sentido perfeitamente.*” (Krugman, 1991, p. 32-33) Ele também considera ser o caso para uma política industrial quando “*(...) parece que o sucesso da indústria é em grande parte uma construção social - que empresas individuais não permanecem ou desaparecem como resultado de seus próprios esforços, mas dependem dos efeitos mutuamente fortalecedores do sucesso de cada uma. Esta é uma maneira não técnica de dizer que economias externas positivas são fundamentais, mas dizendo dessa maneira pode ajudar a fazer com que a idéia pareça menos abstrata. (...) Na maior parte dos casos, a melhor evidência sobre a importância das economias externas virá de aglomerações geográficas. E tais clusters geográficos nos ajudarão de fato a definir o que é uma indústria. Porém, simplesmente observar um cluster não é suficiente: é necessário perguntar por que a indústria está aglomerada, e avaliar se as economias externas, de natureza tecnológica ou relacionada a tamanho de mercado, são suficientemente importantes para merecer o apoio do governo.*” (Krugman, 1993, p. 176-7) Krugman tenta colocar Porter (1990) ao seu lado afirmando (*ibid.*) que “*(...) a análise da competição internacional de Porter é principalmente uma discussão da importância de economias externas geograficamente restritas. Porter não avança no sentido de afirmar que ofereceu uma justificativa para política industrial, mas de fato o fez.*”

Os outros três autores, por outro lado, ressaltam a necessidade de implementar políticas regionais/locais para reforçar a competitividade de *clusters*. Todos eles descartam, corretamente, as antigas políticas de subsídios e isenções tributárias. Audretsch (1998, p. 26) afirma que “*vários clusters de alta tecnologia com diferentes características surgidos em vários países desenvolvidos são resultados diretos de políticas capacitantes, tais como suprimento de capital de risco ou apoio para pesquisa.*” O mesmo autor, em continuação, afirma que “*tais políticas capacitantes, tipicamente implementadas nos níveis local e re-*

gional, fazem parte de uma silenciosa revolução de política que está em curso.” (Audretsch, 1998, p. 27). Schmitz (1997) e Schmitz & Nadvi (1999) não chegam a discutir detalhadamente as implicações de política, mas ressaltam um ponto muito importante ao enfatizar a necessidade de garantir sinergia entre cooperação privada e apoio público nos *clusters*. O autor que mais se preocupa em definir um núcleo central de políticas de apoio a empresas em *clusters* é A. Scott (1998). Argumenta que “*no caso de complexos industriais localizados, um aumento significativo da capacitação de mercado por meio de ajuste coletivo das bases sociais de produção pode ser alcançado em pelo menos três frentes*” (Scott, 1998, p. 395-6), e prossegue apontando, para cada uma dessas três frentes, tarefas a serem cumpridas pelos vários atores locais, incluindo órgãos públicos, associações empresariais, sindicatos de trabalhadores e consórcios ou parcerias público-privados. Os parágrafos seguintes resumem as idéias de Scott (1998, p. 396-7) nessas três frentes.

A primeira trata de garantir um suprimento adequado de insumos e serviços críticos para as atividades locais ou regionais, o que pode constituir elemento decisivo de estímulo ao crescimento dessas atividades. Este tipo de ação tem maior importância nos casos em que (1) as empresas privadas tendem a investir menos do que seria necessário no suprimento desses insumos e serviços, e (2) esses insumos e serviços também sejam de natureza específica à aglomeração. Alguns exemplos: pesquisa tecnológica aplicada a produtos ou processos de produção locais, treinamento de trabalhadores em tarefas específicas às atividades locais, informações sobre mercados (inclusive externos) para os produtos locais, fixação de marcas regionais/locais, *marketing* de produtos locais.

A segunda frente é a da cooperação entre empresas de modo a melhorar a eficiência das suas interações transacionais. Para isto é necessário que haja algum tipo de relação de governança para manter a ordem e minimizar os rompimentos. Uma colaboração organizada torna possível às empresas aprenderem umas com as outras e formarem um *pool* de tecnologias e trabalho especializado. Exemplos desse tipo de cooperação são os consórcios industriais regionais/locais e as parcerias público-privadas.

A terceira frente é a da constituição de fóruns locais de ação e escolhas estratégicas. Esses fóruns podem desempenhar tarefas bem específicas, tais como obter registro de marcas comerciais para os produtos regionais/locais e procurar minorar os efeitos locais de problemas relacionados a pressões de curto prazo sobre os preços ou salários. Mas podem também constituir conselhos econômicos que reúnam regularmente os principais representantes locais, tais como associações empresariais, sindicatos ou organizações de trabalhadores, instituições financeiras e órgãos públicos. Esses representantes podem assim discutir questões relacionadas a tendências industriais de longo prazo e estratégias para administrar o desenvolvimento regional/local. Fóruns como esses são extremamente importantes no contexto de rápidas

mudanças tecnológicas e organizacionais. É essencial para sistemas regionais/locais de produção industrial evitar ficar travados em trajetórias inadequadas ou pouco promissoras, e é essencial também que sejam capazes de responder rapidamente a novas oportunidades, crises e desafios de aperfeiçoamento.

Observações finais

Tendo identificado um certo número de aglomerações industriais no interior do Estado de São Paulo por meio de um índice de especialização, este trabalho selecionou alguns casos para comentários breves, uma vez que ainda não foram feitas pesquisas de campo. Esses casos mostram que há uma grande diversidade nessas aglomerações em termos de história, morfologia, características organizacionais, instituições de apoio, contextos sociais e culturais, e políticas públicas. Reconhecer a importância dessa diversidade é um primeiro e fundamental passo para quaisquer iniciativas de políticas públicas e ações conjuntas. Mas fortalecer as instituições locais, estimular formas de cooperação entre empresas, constituir fóruns locais de discussão e decisão estratégica, e conciliar as ações privadas com as políticas públicas parecem ser princípios de aplicação geral e passos subsequentes mais importantes.

Referências

- Altenburg, T., Meyer-Stamer, J. How to promote clusters: experiences from Latin America. *World Development* 27, n. 9, 1999.
- Andrade, T. A.; Serra, R. V. (Des)Concentração espacial da indústria brasileira: possibilidades e limites da investigação. ANPEC, XXVII Encontro Nacional de Economia, Belém, 7-10 de dezembro de 1999. *Anais*, v. II.
- Audretsch, D. B. Agglomeration and the location of innovative activity. *Oxford Review of Economic Policy*, v. 14, n. 2, Summer 1998.
- Azevedo, P. F. de; Toneto Junior, R. Fatores determinantes da realocação industrial no Brasil na década de 90. ANPEC, XXVII Encontro Nacional de Economia, Belém, 7-10 de dezembro de 1999. *Anais*, v. II.
- Bonelli, R. Emprego industrial recente: novos resultados, velha controvérsia. *Revista Brasileira de Comércio Exterior*, Ano XIII, 62, jan.-mar. 2000.

- Cano, W. Concentração e desconcentração econômica regional no Brasil: 1970/95. *Economia e Sociedade*, 8, jun. 1997
- Diniz, C. C. A nova configuração urbano-industrial no Brasil. ANPEC, XXVII Encontro Nacional de Economia, Belém, 7-19 de dezembro de 1999. *Anais*, v. II.
- Diniz, C. C., Razavi, M. *High technology and new industrial areas in Brazil: the development of São José dos Campos and Campinas cities*. CEDEPLAR, Texto para Discussão no. 94. Belo Horizonte: UFMG - Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional, 1995.
- Ferreira, M. J. B. *Pólo moveleiro de Votuporanga*. Relatório de pesquisa do projeto "Design como Fator de Competitividade na Indústria Moveleira" Campinas: IE/UNICAMP, 1997
- Haddad, P. R. Medidas de Localização e de Especialização. In: HADDAD, P. R. (org.), *Economia regional: teorias e métodos de análise*. Fortaleza: BNB-ETENE, 1989.
- ISARD, W. *Methods of regional analysis: an introduction to regional science*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1960.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Contas regionais do Brasil, 1985-1997*. Rio de Janeiro: IBGE, 1999.
- IPD - Interior Paulista Design. Votuporanga: s/d.
- Krugman, P. *Geography and trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991.
- _____ The current case for industrial policy. In: Salvatore, D. (ed.), *Protectionism and world welfare*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993, cap. 7
- _____ What's new about the new economic geography? *Oxford Review of Economic Policy*, v. 14, n. 2, Summer 1998.
- Pacheco, C. A. *Novos padrões de localização industrial? Tendências recentes dos indicadores da produção e do investimento industrial*. IPEA, Texto para Discussão n. 633. Brasília, março de 1999.
- PAEP - Pesquisa da Atividade Econômica Paulista (1999). São Paulo: Fundação SEADE, 1999.
- PIA - Pesquisa Industrial Anual. Rio de Janeiro: IBGE.
- Porter, M. E. *The competitive advantage of nations*. London: McMillan, 1990.

- _____. Clusters and the new economics of competition. *Harvard Business Review*, nov-dec. 1998.
- Projeto PML/SEBRAE/ACIL. *Reposicionamento mercadológico da Prefeitura Municipal de Limeira; potencialidades econômicas do município*. Limeira: Prefeitura Municipal, 1998.
- RAIS - Relação Anual de Informações Sociais. Brasília: Ministério do Trabalho, 1997 e 1999.
- Saboia, J. Desconcentração industrial no Brasil nos anos 90: um enfoque regional. ANPEC, XXVII Encontro Nacional de Economia, Belém, 7-19 de dezembro de 1999. *Anais*, v. II.
- Santos, R. M. dos; Pamplona, T., Ferreira, M. J. B. *Design na indústria brasileira de móveis*. Campinas: UNICAMP/NEIT - Núcleo de Economia Industrial e da Tecnologia, Instituto de Economia, 1999.
- Schmitz, H. Collective efficiency and increasing returns. *IDS Working Paper* n. 50. Institute of Development Studies, University of Sussex, Brighton, March 1997
- _____. Global competition an local cooperation: success and failure in the Sinos Valley, Brazil. *World Development*, v. 27, n. 9, 1999.
- Schmitz, H., Nadvi, K. Clustering and industrialization: Introduction. *World Development*, v. 27, n. 9, 1999.
- Scott, A. The geographic foundations of industrial performance. In: Chandler, A. Jr.; Hagstrom, P.; Solvell, O., (eds.), *The dynamic firm - the role of technology, organization and regions*. Oxford: Oxford University Press, 1998, Chapter 16.
- Souza, M. C. A. F., Garcia, R. Sistemas locais de inovação no Estado de São Paulo. In: Cassiolato, J. E., Lastres, H. (eds.), *Globalização e inovação localizada*. Brasília: MCT/IBICT, 1999.
- Suzigan, W.; Furtado, J., Garcia, R., Sampaio, S. Sistemas produtivos locais no Estado de São Paulo: o caso da indústria de calçados de Franca. In: Tironi, L. F. (coord.), *Industrialização descentralizada: sistemas industriais locais*. Brasília: IPEA, 2001.

Aplicação de simulação computacional em OI: modelagem de estratégias de gerenciamento de receitas de companhias aéreas*

Alessandro Vinícius Marques de Oliveira[§]

Carlos Müller[□]

José Maria Ferreira Jardim da Silveira[†]

RESUMO

O presente trabalho buscou desenvolver uma aplicação da abordagem da simulação computacional em Organização Industrial, bem como apresentar um breve *survey* dos trabalhos relativos a essa metodologia em economia. O objeto de pesquisa foi a estratégia de Gerenciamento de Receitas das companhias aéreas no mercado composto pela ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo, no período posterior à maior liberalização do setor, em 1998. O Gerenciamento de Receitas é uma inovação tecnológica criada pelas companhias aéreas norte-americanas, dentro do processo de ajustamento à desregulamentação do setor, nos anos oitenta. Os resultados da simulação apontaram para ganhos de eficiência permitidos pelas estratégias e para condições não globais de superioridade em relação à alternativa de preço uniforme. A conclusão alcançada é a de que a simulação computacional é uma alternativa importante à modelagem analítica tradicional, possuindo vantagens relevantes no tratamento de sistemas econômicos, mas que também pode ser vista como uma forma metodológica complementar que proporciona um menor grau de abstração e permite a experimentação com as hipóteses adotadas pelos modelos.

Palavras-chave: simulação computacional em organização industrial, transporte aéreo, gerenciamento de receitas.

ABSTRACT

This paper aimed at developing of an application of the computer simulation approach to the Industrial Organisation, as well as at presenting a brief survey of the literature related to this methodology in economics. The object of research chosen was the strategy of Yield Management by the airlines on the route Rio de Janeiro São Paulo, in the period subsequent to the increase in the liberalisation of the sector in 1998. Yield Management is a technological innovation created by the North-American airlines in the process of adjustment to the deregulation in the eighties. The simulation results revealed gains in efficiency by the strategies and non-global conditions of superiority in comparison to uniform pricing. The conclusion achieved is that computer simulation is an important alternative to traditional analytical models as it has relevant advantages in the treatment of economic systems, although it can also be interpreted as a complementary methodology with a lower degree of abstraction and with the possibility of experimentation with the hypotheses adopted by models.

Key words: computer simulation in industrial organisation, air transport, yield management.

JEL Classification: L93, C63.

* Os autores agradecem o apoio da FAPESP e do Grupo de Transporte Aéreo/ITA, e as sugestões dos *referees*.

§ Estudante de PhD do Institute for Transport Studies da University of Leeds, UK (aviniciu@its.leeds.ac.uk)

□ Professor Doutor do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (muller@infra.ita.cta.br)

† Professor Doutor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (jmsilv@ie.unicamp.br).

Recebido em outubro de 2000. Aceito em setembro de 2001.

Introdução

Uma das características mais marcantes do método científico da corrente *mainstream* da economia é a predominância da modelagem analítica. Sem dúvida, a notação formal e abstrata, com emprego do instrumental matemático complexo, foi um dos aspectos mais notáveis relativos à condução das pesquisas na área, nos últimos cinquenta anos, embora tenha origens tão distantes como em Cournot (1838).

Paralelamente à consolidação da abordagem analítica na economia ortodoxa, uma alternativa metodológica importante desenvolveu-se tanto nas ciências exatas quanto em algumas ciências sociais: a modelagem por **simulação computacional**. Por muitos anos à margem das investigações dos economistas, este instrumento teve Guy Orcutt como principal pioneiro, já em meados da década de cinquenta, com sua defesa de uma modelagem microanalítica:

“But Guy’s most important and influential invention lies in the conceptualization and implementation of microsimulation models in large-scale digital computers. (...) Guy believed that solid understanding of the behavior of microeconomic units - people, households, firms, school districts, and so on - had to be the foundation on which better models could be built. But more than a foundation was needed. In particular, consequences of policies toward individuals and firms may depend on how the impact of those policies is distributed among non-homogeneous groups. Aggregative time series typically do not capture these crucial distinctions (...) The dynamic microsimulation model was Guy’s answer to that problem.” (Watts, 1991)

Pode-se dizer que desde cedo a simulação computacional ganhou alguns defensores nas ciências econômicas, dentre eles Cohen (1960), Shubik (1960) e Simon (1962). Este último, por exemplo, acreditava na potencialidade da metodologia em proporcionar uma melhor compreensão dos processos de tomada de decisão dentro da firma:

“Thus, (...) economics has acquired a new theory-building and theory-testing tool that will enable it to handle far more detail of the firm’s behavior than could be treated in the past. With optimism we may even hope that [with the advent of the high-speed digital computer] the demands of the institutionalists for faithfulness to the facts will no longer seem irreconcilable with the demands of theorists for facts that are

manageable. We will feel less constrained to believe in a particular kind of world just because it happens to be a world that is easily theorized about." (Simon, 1962)

Em termos gerais, a simulação computacional tem sido utilizada para analisar dois tipos diferentes de problemas científicos: (Taha, 1982)

- Problemas teóricos complexos em áreas como matemática, física, química, estatística etc. São exemplos disto: estimação da área sob curvas, incluindo a estimação de integrais múltiplas; inversão de matrizes; solução de equações diferenciais parciais; estudo de movimentos de partículas em um plano; problemas de otimização intertemporal com solução analítica de difícil derivação etc. Pode-se mencionar que alguns desses métodos de solução são praticados, por exemplo, em econometria, como no uso de Simulação de Monte Carlo e *bootstrap*;
- Problemas relacionados à reprodução detalhada do comportamento de sistemas reais. Pode-se exemplificar essa abordagem com exemplos de simulação de problemas de gerenciamento industrial, como controle de inventário, sistemas de distribuição, programação de produção e manutenção etc. Também pode-se ilustrar com modelos de simulação de problemas comportamentais e sociais, como, por exemplo, a dinâmica populacional, o comportamento individual e coletivo etc. Usando-se também um exemplo de uma ciência não-social, tem-se a simulação de sistemas biomédicos, como a modelagem do cérebro, da proliferação de células sanguíneas etc.

O presente trabalho visa contribuir com a investigação do segundo tipo de problemas, ou seja, a reprodução de um sistema econômico em seus detalhes. Nitidamente, a modelagem de simulação computacional ainda não está presente no programa de pesquisa ortodoxo, apesar de ser reconhecidamente utilizado em outras instâncias, como na teoria dos jogos evolucionários (Nelson, 1995), na competição schumpeteriana (Grabowski e Vernon, 1987), em abordagens microanalíticas com algoritmos genéticos (por exemplo, o modelo ASPEN, que visa simular a economia norte-americana como um todo, vide Basu, Pryor e Quint, 1998), e até mesmo modelos marxistas de crescimento. (Laibman, 1981)

São basicamente dois os propósitos deste artigo. Em primeiro lugar, e mais importante, é o desenvolvimento de uma aplicação da abordagem da simulação computacional em Organização Industrial, onde, acreditam os autores, há potencialidade para a sua utilização. Em segundo lugar, a apresentação de um breve *survey* dos trabalhos de simulação computacional em economia, ilustrando os desenvolvimentos já alcançados nesta área.

De uma forma geral, a literatura da Organização Industrial não tem se pautado pela modelagem de simulação computacional para tratar da questão das estratégias empresariais. Indubitavelmente, os estudos desta área, que em geral buscam tratar de temas como comportamento do oligopólio no tempo (competição em preço, em quantidades, em capacidades etc., ou formas híbridas de rivalidade), processos de colusão, cartelização, predação, integração horizontal e vertical, discriminação de preços ou diferenciação de produtos, inovação, tratamento da informação no mercado etc. são caracterizados pela modelagem analítica tradicional.¹ Modelos de simulação são menos freqüentes, como, por exemplo, Gee (1976), Berechman e Wit (1996), Belobaba e Wilson (1997) e Morris (2000). O presente trabalho visa contribuir com essa linha de pesquisa geral.

No que diz respeito à aplicação aqui desenvolvida, foi escolhido como objeto de estudo o comportamento das companhias aéreas brasileiras na ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo, no período posterior à maior liberalização do mercado, no final de 1997. Em particular, escolheu-se o estudo das chamadas estratégias de **Gerenciamento de Receitas (GR)**, que são mais conhecidas no mercado por englobarem a prática de discriminação de preços, mas que agregam outros elementos de otimização que seriam complexos de serem trabalhados simultaneamente em um mercado competitivo por modelagem analítica.

O trabalho foi estruturado da seguinte forma: na seção 1 será feito um histórico da abordagem por simulação computacional em economia, contendo uma revisão de literatura; já na seção 2 será discutido o objeto de aplicação, com a descrição do processo de liberalização do setor de transporte aéreo e o relato das estratégias e do Gerenciamento de Receitas na ligação, analisando as razões para se modelar tal mercado por meio de simulação; em seguida, tratará especificamente do modelo de simulação, englobando as etapas de construção, calibração, validação e experimentação - esta última proporcionará a coleta de resultados de eficiência e racionalidade das estratégias; por fim, serão apresentadas as conclusões e um balanço sobre a aplicação e a metodologia empregadas.

1 Simulação computacional e teoria econômica

A impossibilidade de desenvolver experimentos controlados sempre foi reconhecida como um dos fatores que incrementam a complexidade da área das Ciências Econômicas, tornando-a de difícil análise e mais sujeita a controvérsias. Seria, evidentemente, bem mais fácil o

1 Para um completo apanhado dos temas dominantes da área, vide Schmalensee e Willig (1989).

trabalho do economista se este pudesse exercer, de forma efetiva, e não somente teórica, a cláusula marshalliana do *coeteris paribus* sobre o seu objeto de pesquisa, sendo possível, de fato, a alteração não apenas das variáveis que lhe conviessem em seus estudos, mas também das hipóteses adotadas nos modelos.

Certamente, pode-se dizer que a figura do laboratório enquanto um *locus* de experimentações que possibilitasse o teste de teorias e hipóteses econômicas, até pouco tempo atrás era considerada como descartada. Como constata Roth (1995): “*Houve um tempo em que a sabedoria convencional era a de que, por que a economia é uma ciência que lida com sistemas complexos e espontâneos, os experimentos de laboratório tinham pouco a oferecer aos economistas.*” Nesse sentido, também esclarece Fonseca (1995), acerca do papel do economista: “*Tudo o que [ele] pode fazer é observar, construir modelos explicativos e procurar evidências que corroborem ou refutem suas teorias.*”

Essa forma de compreender a metodologia econômica, contudo, tem sido repensada desde a segunda metade do século XX, sobretudo depois da *Theory of Games and Economic Behaviour*. (von Neumann e Morgenstern, 1944) Segundo Roth (1995), esta obra serviu como estímulo para o surgimento de trabalhos que se pautavam pela abordagem do comportamento dos agentes por meio de testes experimentais - a chamada Economia Experimental. A idéia do laboratório enquanto gerador de experimentos alcançava maior reconhecimento na área.

Paralelamente a esse processo, outra ferramenta experimental surgia e era utilizada em outros campos do conhecimento, passando a influenciar, mesmo que, por muito tempo, apenas marginalmente, as Ciências Econômicas: a **simulação probabilística por computador**. Saliby (1989) descreve que a simulação surgiu como uma extensão do Método de Monte Carlo que, por sua vez, também teve sua origem em von Neumann, em parceria com Ulan, sendo, inicialmente, uma forma de solução para problemas matemáticos de tratamento analítico inviável. Posteriormente, Tocher (1963) utilizou o método de forma mais abrangente, na análise de questões mais gerais, viabilizando a sua adoção em diversas áreas.

Adelman (1987), em uma resenha especial para o *The New Palgrave - a Dictionary of Economics*, relata que “*os modelos de simulação são plenamente aceitos na Engenharia (...)*”, sendo usados em uma gama de propósitos, como planejamento, auxílio à tomada de decisões empresariais, logística, problemas de dimensionamento de capacidade etc., mas, continua a autora, que “*são apenas parcialmente aceitos nas Ciências Econômicas enquanto ferramentas para a compreensão das propriedades de uma economia que é por demais complexa, tanto matematicamente quanto estruturalmente, para uma solução analítica.*”

Na direção contrária a esse aparente desprezo pela ferramenta computacional em diversas escolas de economia, Blaug (1980), citando uma pesquisa de Wassily Leontief em artigos da *American Economic Review*, já na década de setenta, aponta resultados relevantes. Se entre 1972 e 1976 apenas 0,5% das publicações utilizavam-se da abordagem chamada de “análise empírica baseada em simulação e experimentos artificiais”, entre 1977 e 1981 esse montante subiu para 1,9%, quase que quadruplicando a sua participação, aumento este que é o maior dentre os demais tipos de abordagens (empíricas ou não empíricas, tradicionais ou não).

A simulação por computador é, por essência, uma forma de trabalho em laboratório, em que se pode modelar um dado sistema, buscando-se reproduzir suas características reais observadas e mensuradas. Caracteriza-se por viabilizar a experimentação controlada, ou seja, a alteração de variáveis exógenas e hipóteses adotadas, com a finalidade de se observar o efeito nas variáveis endógenas, líquido das flutuações indesejáveis das outras variáveis que compõem o sistema. A simulação, portanto, permite a experimentação com a manutenção da cláusula *coeteris paribus*, o que a torna atrativa como abordagem de problemas científicos.

No que tange à experimentação, contudo, cabe uma distinção fundamental: deve-se segregar a “simulação”, permitida pelos modelos analíticos, da construção de cenários experimentais da simulação computacional. Com a primeira, tem-se que o investigador **manipula (fixa) o valor de variáveis exógenas do modelo, dadas as hipóteses adotadas**, como forma de construir “cenários simulados”. Entretanto, essa não é a principal característica da simulação computacional e nem pode ser entendida como uma vantagem; a experimentação, nesta abordagem, diz respeito à possibilidade de, uma vez construído o modelo, permitir-se uma direta **manipulação das próprias hipóteses do modelo, dados os valores das variáveis exógenas**, como forma de testar teorias e a relevância das hipóteses adotadas, nos resultados finais alcançados. É por essa característica que as vantagens da simulação computacional, enquanto meio de experimentação, são melhor visualizadas.

Há também que se separar a simulação computacional dos experimentos da Economia Experimental. Roth (1995) descreve bem essa diferença, mostrando que “*as simulações por computador e os tipos de investigação que alguém pode fazer com elas, eram confundidos com os experimentos envolvendo a observação de pessoas reais em ambientes controlados*”; a distinção deve ser nítida: “*enquanto as simulações por computador são úteis para se criar e explorar modelos teóricos, os experimentos são úteis para se observar o comportamento.*”

Naylor (1971) define de maneira clara o instrumento de simulação: “*uma técnica numérica para a condução de experimentos com certos tipos de modelos matemáticos que descrevem o comportamento de um sistema complexo ao longo do tempo em um*

computador (...).” Naylor (*apud* Adelman, 1987) demonstra também que um modelo **A**, para ser um simulador do sistema real **B** tem que obedecer a três condições:

- i. **A** deve ser uma boa representação de **B**;
- ii. **A** deve ser usado para conduzir experimentos com o objetivo de representar como **B** iria reagir sob condições experimentais aplicadas a **A**;
- iii. Um computador deve ser usado para a efetivação dos experimentos.

Um aspecto final relativo à simulação computacional diz respeito ao tratamento detalhado dos agentes enquanto “microentidades”, em comparação com a hipótese do “agente representativo”, típico dos modelos analíticos tradicionais. Leijonhufvud (1993) enfatiza esse ponto, colocando que enquanto estes mantêm-se na chamada abordagem *top-down*, na qual “*a dinâmica de todo o sistema é dada pela solução de um único problema de otimização [a do agente representativo trabalhado em nível geral]*”, os modelos de simulação são tipicamente *bottom-up*, ou seja, referenciam-se no nível microanalítico (Orcutt, 1987), podendo assim ser mais realistas, por não necessitarem do recurso às “habilidades super-humanas” do comportamento econômico; os resultados do sistema como um todo, nesta abordagem, são gerados a partir das interações das microentidades, trabalhadas em sua individualidade.

Essa dicotomia é colocada pelo autor como uma distinção entre o “homem-econômico” (racionalidade substantiva) e o que ele chama de “homem-algoritmo” (teste de algoritmos de racionalidade). A regra de modelagem na simulação computacional, portanto, “*é a de que se pode assumir o tanto de ‘racionalidade’, por parte dos tomadores de decisão, que se desejar - até enquanto se puder, também, especificar os algoritmos correspondentes e implementáveis pelos quais eles possam tomar suas decisões.*” (Leijonhufvud, 1993) Isto resume a idéia dessa abordagem para as Ciências Econômicas, que foi incorporada como uma das vertentes da Economia Computacional. (Society for Computational Economics, 2001)

Para concluir, pode-se descrever resumidamente algumas das vantagens da simulação computacional mencionadas: possibilidade de tratar tanto o nível macroscópico quanto o microanalítico, definindo os agentes participantes e seu comportamento com grau de complexidade e realismo maior, sem adoção da hipótese do agente representativo; conseqüente abordagem *bottom-up* dos sistemas econômicos; dispensabilidade do tratamento matemático dos fenômenos;² possibilidade de experimentação com hipóteses comportamentais

2 Em relação a este aspecto, Marney e Tarbert (2000) dividem em duas as características da simulação computacional: possibilidade de tratamento de fenômenos complexos a partir de hipóteses simples, ou de fenômenos simples a partir de hipóteses complexas, sem necessariamente recorrer-se ao uso da matemática.

diversas e/ou do tratamento simultâneo de hipóteses alternativas (formas multifacetadas de comportamento, cf Marney e Tarbert, 2000, p. 12) etc. Mais adiante, na seção 2.2, serão descritas as vantagens da presente simulação em específico, encontradas antes e durante o processo de construção da modelagem.

2 Aplicação: a estratégia de gerenciamento de receitas no transporte aéreo

O setor escolhido para se promover a aplicação da simulação computacional em Organização Industrial foi a indústria de transporte aéreo brasileiro. Esta escolha baseou-se no fato de haver literatura prévia fundamentada nesse tipo de abordagem, como, por exemplo, Berechman e Wit (1996), Belobaba e Wilson (1997) e Bresson (1999), que acabaram por representar o início de uma fronteira de pesquisa na área de economia do transporte aéreo.

O objeto de análise foi a modelagem das estratégias das companhias aéreas no ambiente competitivo que se formou após a aceleração do processo de liberalização pelas autoridades reguladoras do setor. Escolheu-se, assim, a ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo, por se tratar do fluxo de passageiros mais denso do sistema de transporte aéreo nacional, por estarem presentes as principais empresas, e pela sua representatividade em relação à aviação comercial regular em geral, tipicamente caracterizada por viagens por motivo de negócios.

2.1 A liberalização do transporte aéreo brasileiro e o surgimento das estratégias de gerenciamento de receitas

A indústria do transporte aéreo brasileiro passou, desde início da década de noventa, por intensas modificações em seu ambiente competitivo, à medida que o governo federal e, mais especificamente, a autoridade aeronáutica - o Departamento de Aviação Civil, DAC - começou a conceder maiores graus de liberdade na fixação de tarifas e na entrada em linhas antes exclusivas a certas empresas. Estas orientações governamentais ficaram conhecidas como Política de Flexibilização do Transporte Aéreo e estavam inseridas em um conjunto maior de medidas de liberalização, iniciadas com o Programa de Federal de Desregulamentação.³

Esse processo foi acelerado ao final do ano de 1997 e início de 1998. Naquele período foram expedidos dois importantes atos administrativos no sentido de acentuar a Flexibilização e estimular a competição das operadoras: a Portaria 986/DGAC, de 18 de dezembro de 1997,

3 Decreto n. 99.179 de 15 de Março de 1990. Vide Espírito Santo Jr., Barreiro e Santos (1998).

que liberou as empresas para a prática de tarifas com descontos de até 65% sobre o valor de referência fixado, e a Portaria 05/GM5, de 9 de janeiro de 1998, que liberou “qualquer empresa aérea regular brasileira” para operar as chamadas “Linhas Aéreas Especiais”, que são as linhas que ligam os aeroportos centrais (dentre eles, os de Congonhas e Santos Dumont, as bases do tráfego da ligação Rio de Janeiro - São Paulo, o foco do presente trabalho).

O impacto na competição entre as operadoras da ligação foi quase que imediato, sendo que, durante o ano de 1998, diversos episódios competitivos foram irrompidos em muitas ligações do sistema, o que ficou conhecido como “guerra de preços”, fenômeno semelhante às *fare wars* norte-americanas no começo da década de oitenta, no período em seguida ao *Airline Deregulation Act* de 1978.

Especificamente na ligação Rio de Janeiro - São Paulo, observou-se um acirramento das estratégias de preço ainda mais notável, dado que levou ao rompimento de um cartel de quase quarenta anos: o chamado “*pool* da ponte aérea”, composto, na ocasião, por Varig, Vasp e Transbrasil. Realmente, em março daquele ano observou-se uma redução de mais de 25% nos preços praticados, iniciada pela concorrência (sobretudo a Tam), e que foi seguida do anúncio de rompimento daquela estrutura cooperativa.

Não obstante a relevância da guerra de tarifas que se estabeleceu no mercado pós-flexibilização, há que se enfatizar o surgimento de um outro tipo de estratégia de preços, mais inovador e tão efetivo quanto a própria redução das tarifas: as estratégias conhecidas no setor como **Gerenciamento de Receitas**. Criadas paralelamente na American Airlines, com o nome de *Yield Management*, e na Delta Airlines, como *Revenue Management*, elas têm caracterizado as disputas competitivas no setor por todo o mundo, e um pouco antes da guerra de preços da ponte aérea haviam sido introduzidas em outras ligações brasileiras.

O Gerenciamento de Receitas - uma das inovações surgidas no transporte aéreo com o ajuste das empresas ao processo de desregulamentação norte-americano - tem sido um dos instrumentos competitivos que mais têm gerado lucros para as companhias aéreas em todo o mundo. São conhecidos os casos onde essa ferramenta mostrou-se efetiva no estímulo do crescimento das receitas, como na American Airlines, onde, de 1989 a 1991, gerou ganhos de US\$ 1,4 bilhões - indicador expressivo se comparado com os US\$ 892 milhões de lucros do mesmo período. (Cross, 1998) Também em setores correlacionados, como o hoteleiro e o de alugueis de automóveis, estas estratégias têm sido amplamente difundidas; sabe-se, por exemplo, que a National Car Rental americana reverteu um quadro de quase liquidação, ao adotar o Gerenciamento de Receitas, gerando aumentos de receita de US\$ 56 milhões. (Geraghty e Johnson, 1997)

O Gerenciamento de Receitas possui três componentes básicos: (Botimer, 1996)

- discriminação de preços de segundo grau em esquema de auto-seleção, visando à maximização das receitas;
- diferenciação de produtos com base na segmentação de consumidores - os chamados "*fare products*", caracterizados pela imposição de restrições na compra de passagens mais baratas por segmentos menos inelásticos a preço (evitar condições de arbitragem e conseqüente diluição de receitas);
- utilização de algoritmos de otimização chamados de controle de estoque de assentos (CEA) que promovem limites de passagens disponíveis aos segmentos de mercado, segundo as previsões de demanda para cada voo.

Em geral, tem-se que a diferenciação de produtos e a discriminação de preços são os instrumentos mais visíveis do Gerenciamento de Receitas. Entretanto, há que se enfatizar que as estratégias são reconhecidamente mais efetivas quando o terceiro elemento também está presente, ou seja, quando a companhia aérea adota, junto com seu sistema de reservas, um subsistema que engloba rotinas de otimização dinâmica sob a forma de controle de estoque de assentos. Este tipo de algoritmo permite que se disponibilize ao sistema de reservas uma quantidade ótima de assentos para cada preço oferecido (classes tarifárias), de acordo com as probabilidades associadas à chegada de passageiros com diferentes elasticidades-preço da demanda; com ele se tem o caráter de inovação tecnológica das estratégias.⁴

A forma de introdução dessas estratégias na ponte aérea foi a seguinte: em maio de 1998 a Tam divulga o lançamento de uma estrutura de três tarifas (R\$ 119, R\$ 99 e R\$ 79), e em setembro, Vasp e Transbrasil, em conjunto, criam a promoção de cinco tipos tarifas (R\$ 113, R\$ 97, R\$ 81, R\$ 73 e R\$ 65). Desde então o Gerenciamento de Receitas vem sendo utilizado pelas companhias aéreas brasileiras, e aquele período de competição pode ser utilizado de maneira ilustrativa de como a modelagem de simulação pode contribuir para reproduzir uma ligação do setor de transporte aéreo.

Uma argumentação importante que pode ser levantada em relação à pesquisa é o fato de se trabalhar com apenas um mercado, a ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo, quando o ideal seria adotar a hipótese de "contato multimercado" entre as companhias aéreas, em várias

4 Para uma descrição histórica do desenvolvimento do GR enquanto inovação, conferir Smith, Leimkhuler e Darrow (1992) e Cross (1998).

ligações do transporte aéreo nacional (como o fazem Evans e Kessides, 1994). Entretanto, este tipo de modelagem ficou prejudicado pela falta de dados desagregados das ligações aéreas nacionais, afora a ponte aérea, no Anuário Estatístico do Departamento de Aviação Civil. Pode-se dizer, entretanto, que a alta densidade de passageiros e a lucratividade da ligação em relação às demais pode ser colocada como um fator que obriga as companhias a terem estratégias especialmente confeccionadas para ela; até mesmo as autoridades aeronáuticas possuem mecanismos de regulação especiais para a rota. O fator de contato multimercado pôde, assim, ser considerado exógeno na modelagem, sem comprometer os resultados atingidos.

2.2 Discussão da metodologia: por que simulação e não modelagem analítica?

Antes de apresentar a modelagem de simulação propriamente dita, o que será feito na seção 3, torna-se fundamental argumentar acerca da sua aplicabilidade para o presente caso.

Indubitavelmente, a modelagem analítica da competição no oligopólio na literatura econômica é exaustiva. Sobretudo na corrente *mainstream*, os modelos de teoria dos jogos têm dominado a investigação dos fenômenos competitivos caracterizados pela interação estratégica. A discussão que prepondera diz respeito à caracterização dos jogos em termos de alguns elementos cruciais: quanto à forma da competição no tempo, se são estáticos, repetidos, em dois estágios ou dinâmicos; quanto ao produto, se é homogêneo ou heterogêneo; quanto às estratégias usadas, se são jogos de Cournot, Bertrand, Stackelberg, ou se obedecem padrões do tipo competição de Stigler-Porter, do tipo Rotemberg-Salloner etc. Também têm sido populares os modelos de estimação econométrica da conduta e das variações conjecturais das empresas, com inferências sobre poder de mercado. Um amplo relato dessas modelagens pode ser encontrado em Schmalensee e Willig (1989).

Conforme foi conceituado, as chamadas estratégias de Gerenciamento de Receitas são caracterizadas, dentre outros elementos, como estratégias de discriminação de preços. Também nesse caso a literatura tradicional é farta em modelagens tanto teóricas quanto empíricas, como descrito em Wilson (1997) e Varian (1989). Dentro da própria literatura do Gerenciamento de Receitas, há trabalhos que procuram lidar com essas estratégias em um mercado utilizando-se do instrumental analítico, como o modelo de discriminação de preços de terceiro grau de Belobaba (1987) e Botimer (1996).⁵

5 Belobaba (1998) discute a literatura dos modelos analíticos de GR com discriminação de preços de terceiro grau.

Uma pergunta extremamente relevante nesse contexto é sobre a necessidade de empregar a metodologia da simulação por computador para o objeto de análise em específico. Por que utilizar a simulação e não modelagem analítica para estudar as estratégias de Gerenciamento de Receitas das companhias aéreas? A partir da argumentação desenvolvida na seção 1, onde foram discutidas as vantagens gerais da simulação computacional, buscou-se focar na presente modelagem, com a finalidade de justificar a aplicação em OI. Os seguintes pontos foram levantados como vantagens da simulação, e serão melhor detalhados na próxima seção:

- Relaxamento da hipótese de “consumidor representativo”· segregação da demanda em quatro tipos de segmentos de consumidor, com preferências e atributos de escolha distintos (ex.. há segmentos que escolhem baseados na desutilidade do preço, há outros que se baseiam na desutilidade causada pelo tempo de espera - *schedule delay* - e há segmentos híbridos, cuja escolha é definida de maneira intermediária); experimentação com as hipóteses dos padrões alternativos de escolha dos segmentos;
- Tratamento probabilístico desagregado da escolha: distribuições de probabilidade estimadas e definidas por segmento de consumidor; tratamento da chegada dos consumidores nos sistemas de reservas das companhias aéreas: segue um processo estocástico não homogêneo de Poisson (PNHP, vide Ross, 1985), também desagregado por segmento; consideração de uma distribuição de probabilidade de chegadas ao longo de cada dia de simulação. O tratamento da interação de todas estas distribuições de probabilidade e processos estocásticos, simultaneamente, tende a ser de difícil desenvolvimento em um modelo analítico, e acaba requerendo a adoção de hipóteses simplificadoras, sendo que a simulação permite a inserção de cada um dos componentes isoladamente e observação do resultado final;
- Consideração da programação horária de vôos detalhada de cada empresa, enquanto atributo importante de determinação das preferências e efetivação da escolha; modelos analíticos necessitariam criar variáveis *proxy* para caracterizar esse atributo, o que poderia não refletir adequadamente o processo gerador de dados de escolha; tal efeito é evitado pela modelagem da programação praticada no mercado, como um elemento da simulação;
- Consideração de estrangulamentos de capacidade de acordo com a distribuição de chegada ao longo do dia da demanda. Um modelo analítico necessitaria subdividir a análise em pelo menos dois tipos de demanda: a de pico e a de fora do pico, investigando-se os efeitos na utilização da capacidade de cada uma. O modelo de simulação permite a possibilidade de se desagregar a demanda ao longo de quantos intervalos de tempo se achar

conveniente (chegada ao longo do dia, como descrito acima) e de se observar o comportamento estratégico dos agentes no decorrer dos períodos de escassez de oferta;

- Possibilidade de observação dos resultados de um esquema de discriminação de preços de segundo grau, em auto-seleção, pelos consumidores e inferências sobre a sua eficiência e bem-estar, sem recorrer a hipóteses simplificadoras da discriminação de terceiro grau. A simulação, por envolver maior desagregação, permite um tratamento mais específico de como se processa a auto-seleção.
- Consideração de diferentes estratégias de preço para cada empresa: preço uniforme para algumas, discriminação com 3 tarifas para outras e discriminação com 5 tarifas para outras, simultaneamente. De forma geral, o modelo de simulação permite a inserção do número de estratégias simultâneas que se desejar, e de forma desagregada por agente de oferta;
- Consideração de outro elemento típico do Gerenciamento de Receitas: as rotinas de controle de estoque de assentos (CEA). O algoritmo escolhido para representar estas rotinas foi a chamada “regra de Littlewod” (vide Belobaba 1987), um sistema de equações que calcula a receita marginal esperada por assento, para cada classe de tarifas, e gera limites ótimos de assentos para as classes tarifárias. Este sistema requer constante alimentação de informações do sistema de reservas que, por sua vez, dependem da resultante das interações das distribuições de probabilidade de demanda (antecedência da chegada, tipo de consumidor, horário da viagem etc.) com os elementos de oferta (basicamente preço oferecido e horário do próximo vôo disponível, que podem variar de consumidor para consumidor e ao longo do tempo). Trata-se, portanto, de um algoritmo que, apesar de relativamente simples, precisa ser alimentado com informações que são de alta complexidade de serem deduzidas de forma apriorística. Além disso, os limites para número de assentos gerados proporcionam, por sua vez, interferência na escolha dos passageiros (simultaneidade do algoritmo em relação à demanda, de uma forma mais complexa para ser estimada por equações estruturais).

3 Simulação das estratégias de gerenciamento de receitas

A abordagem de simulação das estratégias de Gerenciamento de Receitas das companhias aéreas na ligação Rio de Janeiro - São Paulo foi desenvolvida em quatro etapas fundamentais: modelagem, calibração, validação e experimentação do modelo.

3.1 Modelagem

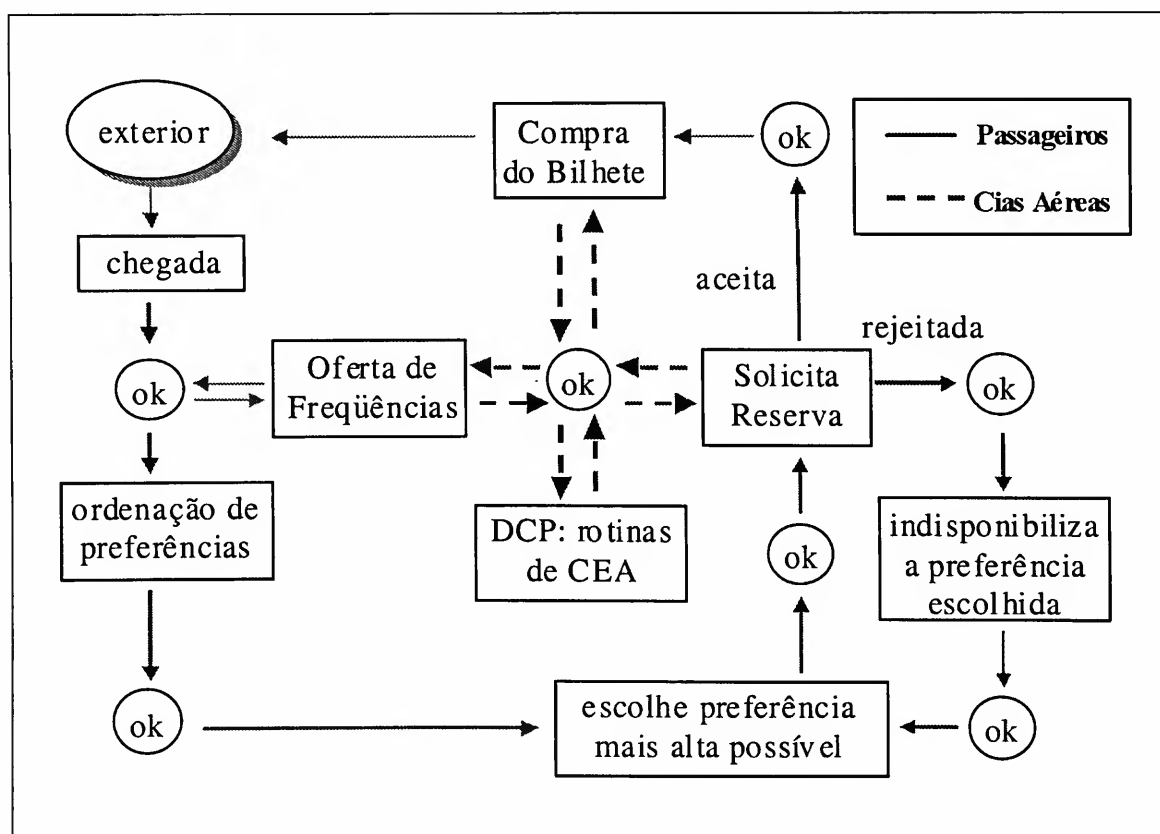
3.1.1 Definição dos elementos do modelo e sua interação

Procurou-se estruturar a análise do ambiente competitivo na ligação Rio de Janeiro - São Paulo utilizando-se um modelo estocástico, dentro de uma **abordagem de simulação evento-discreto**, ou seja, onde o relógio de simulação percorre apenas os momentos (dias) em que há geração de chegada de passageiros - os eventos do modelo. (Law e Kelton, 1991)

A primeira etapa da modelagem foi a construção do modelo propriamente dito. Trata-se de uma fase de abstração das características mais importantes do sistema a ser representado, por meio da análise dedutiva da essência do fenômeno observado, buscando-se a interpretação do papel exercido por cada uma das entidades do sistema, da sua interação e interdependência, e dos resultados emergidos dessas definições.

Procurou-se desenvolver o modelo como disposto no Diagrama de Ciclo de Atividades (forma de representação muito utilizada na literatura de simulação, cf. Pidd, 1997) da Figura 1:

Figura 1
Diagrama de Ciclo de Atividades (ACD) do Modelo de Simulação



Como pode ser observado na figura, trata-se de um modelo onde há dois grupos de entidades: os passageiros - entidades transitórias -, e as companhias aéreas - entidades permanentes. É a partir das interações entre esses elementos de demanda e oferta, respectivamente, que o ambiente competitivo é caracterizado no contexto da simulação.

É perceptível que o maior detalhamento do **ciclo de vida** dos passageiros no modelo é fundamental para se interpretar o sistema como um todo, dado que é a contextualização da sua **chegada** no sistema que condicionará o encadeamento de eventos decorrentes. O ciclo de vida dessas entidades é o seguinte: havendo a chegada - o evento probabilístico inicializador do modelo -, os passageiros promovem uma primeira interação com as companhias aéreas, analisando um primeiro atributo de oferta, as frequências de voo.

Em seguida a essa etapa, as entidades passam ao que é chamado de **ordenação de preferências**, o que significa que, baseando-se em determinados critérios de gostos e preferências, elas devem ordenar os vôos oferecidos em graus de preferência, estando aptos para escolherem a preferência considerada a melhor, a mais alta segundo critérios individuais. Pode-se perceber que o modelo não precisa conter, necessariamente, uma hipótese de racionalidade forte de perfeita ordenação em termos de maximização de utilidade, sendo que a sua experimentação em diversos contextos comportamentais e cognitivos dos agentes pode ser uma vantagem da simulação (vide seção 3.1.2).

Uma vez concluída a **escolha do voo**, é feita a **solicitação de reserva/compra** na respectiva companhia, etapa que caracteriza a segunda interação entre entidades permanentes e transitórias. A solicitação de reserva pode ser ou não aceita, dependendo da disponibilidade de assento. Caso não seja aceita pela companhia, uma rotina faz com que a entidade **indisponibilize a primeira escolha**, e opte pela próxima melhor escolha, de acordo com seus critérios de preferência, até que sua solicitação de compra seja aceita.

Sendo aceita a solicitação de compra do passageiro, a companhia aérea retira o respectivo assento do seu esquema de oferta, e a **compra do bilhete** é efetuada - há a geração de receita para a companhia, no valor cobrado pelo assento (terceira interação entre entidades transitórias e permanentes). Assim, é finalizado o ciclo de vida daquela entidade transitória.

Intermitentemente, as companhias aéreas que praticam a estratégia de GR no modelo têm a tarefa de promover a atualização dos seus sistemas, utilizando-se de novas informações acerca da demanda. Assim, nestes momentos, a simulação retira as entidades permanentes do estado inativo para o estado ativo de promoção das **rotinas de Controle de Estoque de Assentos** (algoritmo de otimização baseado na receita marginal esperada por assento da

“regra de Littlewood”⁶), o que é feito sem nenhuma interação com as entidades dos passageiros. Mayo (1999) conta que as empresas aéreas usualmente denominam estes instantes do tempo de DCPs, ou *data collection points*, por serem justamente os momentos nos quais os sistemas de GR coletam a informação estocada nos sistemas de reservas, como forma de efetuarem a otimização do estoque de assentos ofertado.

Por fim, cabe mencionar que o modelo construído foi programado em código da linguagem *Visual Basic for Applications*; utilizou-se a cadeia de números aleatórios padrão da linguagem de simulação SIMAN.⁷

3.1.2 Definição dos algoritmos de racionalidade

Pelo menos desde Friedman (1953), a irrelevância do tratamento de hipóteses sob o critério do realismo tem sido a pauta da análise econômica ortodoxa. Como coloca Williamson (1989): “*Many economists treat behavioral assumptions as unimportant.*”

Em simulação computacional, a questão das hipóteses comportamentais é vista sob uma outra ótica. Por causa da possibilidade da experimentação, ou seja, do manejo dos dados de entrada dos modelos computacionais - dentre eles, as hipóteses consideradas -, o teste das hipóteses torna-se uma tarefa exequível. Hipóteses como a da *bounded rationality*, ou as de aprendizado *learn-by-doing*, por exemplo, podem ser trabalhadas detalhadamente tanto em nível individual como também organizacional. O artigo de Grabowski e Vernon (1987) é um exemplo de simulação computacional que considera comportamentos de agentes “pioneiros” e agentes “imitadores”, em uma competição schumpeteriana na indústria farmacêutica.

Até mesmo a “irracionalidade” de um subconjunto de agentes pode ser testada usando-se a simulação; por exemplo, dentro da análise neoclássica, pode-se estudar os efeitos de haver um grupo de indivíduos que violam pressupostos de escolha racional, como a transitividade ou a preferência revelada.⁸ Trata-se, portanto, de um instrumento que, de forma geral, permite

6 A “regra de Littlewood” diz que somente se deve alocar assentos para uma classe com desconto maior quando a receita marginal esperada por assento na classe atualmente aberta para reservas for menor do que a receita marginal esperada para aquela classe com desconto, o que é condizente com a racionalidade neoclássica para o problema da firma. O número ótimo de assentos, para cada classe tarifária, é assim determinado por meio de otimização dinâmica, levando-se em conta os processos estocásticos envolvidos. Para uma representação formal do modelo de otimização envolvido, vide Belobaba (1987 e 1989).

7 Sobre a semente e parâmetros utilizados nessa cadeia de números aleatórios, cf. Law e Kelton (1991).

8 Telser (1994) argumenta que este tipo de análise também pode ser efetuada sob o contexto da chamada *Core Theory*, apesar desta, segundo o autor, ainda possuir a reputação de ser “por demais abstrata”

que hipóteses diversas, e até mesmo conflitantes, possam ser introduzidas simultaneamente no modelo, de acordo com as características dos agentes que estejam sendo investigados.

A presente pesquisa buscou tratar o comportamento de escolha dos passageiros na ponte aérea por meio da definição de segmentos de demanda. Por se tratar de um esforço embrionário de pesquisa, não foram, neste estágio, introduzidas ou testadas hipóteses mais avançadas como as acima referidas. A modelagem da racionalidade efetuada, entretanto, atendeu aos quesitos de simplicidade e eficiência quanto aos resultados.

No que diz respeito à segmentação da demanda, foi utilizada a tipologia de Belobaba (1998), que caracteriza quatro tipos de passageiros: Tipo T_1 - muito sensível a horário e pouco sensível a preço -, Tipo T_2 - sensível a horário e preço -, Tipo T_3 - muito sensível a preço e insensível a horário - e Tipo T_4 - insensível a horário e ao preço. Além desses tipos, foi introduzida a questão da forte preferência por companhia aérea (por causa de programas de milhagem, tradição ou nome da companhia, etc.). Ambas as informações - de segmentação e de forte preferência - foram captadas por uma pesquisa de campo no Aeroporto de Congonhas - São Paulo (conferir Oliveira, 2000).

Foram três as formas definidas de algoritmos de racionalidade da escolha dos tipos de consumidor: uma para as entidades sensíveis a horário e insensíveis a preço (tipo T_1), uma para as entidades sensíveis a preço (tipos T_2 e T_3) e uma para as entidades insensíveis a preço e a horário (tipo T_4). Procurou-se definir e analisar o comportamento dos quatro tipos de entidades transitórias em um sistema como a ligação Rio de Janeiro - São Paulo, caracterizada pelos padrões de ponte aérea, onde o consumidor, em geral, em viagem por motivos de negócios, atribui muita importância ao seu tempo, por ser recurso escasso. Com certeza, o comportamento dos passageiros de todos os tipos é bastante característico e distinto de outros mercados, e os algoritmos atribuídos a eles devem possuir a propriedade de lidar com essa questão adequadamente.

Analisando-se o primeiro formato teórico de algoritmo - das entidades de tipo T_1 , sensíveis a horário e insensíveis a preço -, tem-se que, como a variável preço da companhia aérea k no voo j , p_j^k , exerce baixa ou nenhuma influência na escolha do tipo, a ordenação das preferências foi construída com base no chamado *schedule delay*, S_d - o atraso, em unidades de tempo, que o horário de voo ofertado pela companhia aérea representa em relação ao horário de partida desejado pelo passageiro.⁹ Quanto maior este atraso, mais desutilidade é

9 O *schedule delay* é uma medida conhecida na literatura do transporte aéreo para reportar um quesito importante com relação ao bem-estar dos consumidores no mercado.

3.3 Validação do modelo

Para fins de validação do modelo de simulação, buscou-se construir um estimador seqüencial de tamanho da amostra (ESTA), conforme sugerem Kleijnen (1975) e Law e Kelton (1993).

A idéia básica desse processo de validação é a promoção de testes t-Student, em relação à média amostral das variáveis de saída da simulação, construindo-se um intervalo de confiança onde estes valores possam se situar, dado um nível de significância α . Para isso, é efetuado um número $n \{ n = n_0, n_0 + 1, \dots \}$ de replicações do modelo, incrementando-se em um o número de rodadas, até que a variância amostral indique um intervalo $\theta(n, \alpha)$, em torno da média, que seja menor ou igual a um intervalo desejado θ_d , previamente arbitrado:

$$\theta_d \geq \theta(n, \alpha) = t_{n-1, 1-\alpha} S_X / \sqrt{n} \quad (1)$$

onde θ_d é a precisão desejada, $t_{n-1, 1-\alpha}$ é a estatística t-Student e S_X é a variância amostral de uma variável de saída X . Quando a referida condição for satisfeita, tem-se que o último n , igual a $n^*_\alpha(\theta)$, é o tamanho que proporciona, com $\alpha\%$ de significância, uma estimativa de média amostral cujo intervalo de confiança é menor que uma distância arbitrada *ex-ante*, considerada desejável. Caso o valor colhido no sistema real fique entre o limite inferior e superior da média amostral assim construída (intervalo este delineado utilizando-se a precisão desejada θ_d), tem-se condições de dizer que o modelo foi validado por esse critério.¹¹

Law e Kelton (1991) recomendam que se adote um $n_0 \geq 10$ e uma precisão desejada θ_d que seja de, no máximo, quinze por cento do valor da média amostral da variável, o que foi plenamente adotado nos trabalhos de validação da simulação aqui apresentada.

Utilizando-se a média amostral da variável endógena representativa da participação de mercado da empresa k (*market-share* de passageiros, MS_k), uma variável de saída básica do modelo, promoveu-se a sua comparação com os dados reais constantes no Anuário Estatístico do DAC, para o ano de 1997, visando-se ao processo de validação aqui detalhado. Assim, foi construído e calibrado **um cenário competitivo usado exclusivamente para validação do modelo, denominado de C_{97}** .

11 A "validação" tem o sentido de verificar se o teste de hipóteses consegue ou não rejeitar a hipótese nula de que o modelo de simulação reflete adequadamente o sistema real.

A Tabela 1, a seguir, detalha o processo comparativo que permitiu a validação. Os códigos de referências às empresas são: VRG (Varig), VSP (Vasp), TBA (Transbrasil), RSL (Rio-Sul) e TAM. Pode-se notar como a Tabela 1 explicitamente indica que o modelo foi validado utilizando-se um α de 0,05, para um total de 15 replicações e um θ_d de 0,50 % de *market-share* (os valores MS_k^{97} da coluna 5, obtidos no anuário do DAC, estão todos dentro do intervalo de confiança construído):

Tabela 1
Validação dos Resultados da Simulação - Cenário C97

k	Empresa Aérea	(1)	(2)	(3)	(4)	Intervalo de Confiança		(5)	
		Market Share MS_k	Variância S^2_{MS}	θ calculado (n = 15; $\alpha = 5\%$)	θ_d desejado	(3)/(1)	Limite Inferior	Limite Superior	Market Share MS_k^{97}
1	VRG	40.6%	0.29%	0.19%	0.50%	1.23%	40.1%	41.1%	40.1%
2	VSP	24.4%	0.56%	0.36%	0.50%	2.05%	23.9%	24.9%	24.5%
3	TBA	16.0%	0.36%	0.23%	0.50%	3.13%	15.5%	16.5%	15.9%
4	RSL	6.5%	0.32%	0.21%	0.50%	7.68%	6.0%	7.0%	6.7%
5	TAM	12.5%	0.27%	0.17%	0.50%	4.02%	11.9%	12.9%	12.8%

3.4 Construção de cenários experimentais e avaliação de resultados

A seção 3.3 mostrou como foi obtida a validação do cenário básico, chamado de C_{97} . Uma vez concluída essa etapa, a metodologia da simulação computacional permite, como já discutido, a experimentação com os elementos do modelo que for conveniente, podendo-se apurar os resultados que essas alterações proporcionam no sistema como um todo.

Assim, a principal experimentação realizada foi a introdução de um conjunto definido de estratégias de Gerenciamento de Receitas por parte das companhias aéreas, com o objetivo de averiguar os seus impactos na eficiência econômica do sistema e de compreender a racionalidade da sua aplicação pelas empresas.

Dessa forma, foram desenvolvidos cenários experimentais, que se pautaram pela manipulação das condições das variáveis exógenas preço e número de faixas de discriminação de preços, além da introdução do algoritmo de Controle de Estoque de Assentos (CEA), que também caracterizam o Gerenciamento de Receitas. Também foram introduzidos elementos de

diferenciação de produtos, por meio de restrições de compra ao longo do tempo, ou seja, de acordo com a antecedência da chegada da reserva.¹²

Para cada cenário construído, foram realizadas as replicações necessárias estatisticamente, de modo a se obter uma amostragem adequada das variáveis de saída de interesse: a quantidade demandada da empresa k , Qd_k , a participação no mercado em quantidades, MS^{Qd}_k , a receita total colhida, RT_k , a participação no mercado em receitas, MS^{RT}_k , a receita média colhida, RMe_k , o lucro total obtido, LT_k , o *load factor*¹³ médio por empresa, LF_k , e, finalmente, para o tipo de passageiro T_i , o preço médio desembolsado P_i e o *schedule delay* médio, Sd_i .

Os passos da experimentação foram os seguintes:

1. avaliação dos impactos na eficiência induzidos pelas estratégias, por meio da criação de dois cenários: C_{GR} , onde as empresas utilizam o Gerenciamento de Receitas, nas condições que foram observadas em 1998; e C_{PU} , que reproduz as condições anteriores à introdução do GR;
2. avaliação da racionalidade das estratégias de Gerenciamento de Receitas, por meio da criação de seis outros cenários relacionados ao C_{PU} e C_{GR} , os quais pudessem caracterizar possíveis “jogadas” das companhias aéreas.

As duas próximas subseções lidarão com essas avaliações empreendidas. Cabe ressaltar de antemão que o passo 1 está diretamente relacionado com a contribuição de simulação computacional que o presente artigo pretendeu desenvolver. Já o passo 2 representa apenas uma extensão a essa modelagem, promovendo uma reunião de um modelo de simulação com um modelo analítico, conforme será visto. O principal intuito desta articulação de ferramentas foi o de demonstrar que é possível considerar as duas abordagens como complementares em uma análise econômica, e não somente como substitutas.

3.4.1 Avaliação dos impactos na eficiência causados pelo gerenciamento de receitas

Para efeitos de estudos dos impactos de eficiência econômica das estratégias de Gerenciamento de Receitas na ligação foi desenvolvido um cenário C_{GR} , no qual as

12 Há que se enfatizar que as companhias aéreas da ligação, em 1998, optaram por não introduzir restrições explícitas de compras, como tempo de antecedência mínimo para a compra de uma passagem com desconto. Essa prática tornou-se mais usual apenas recentemente, quando restrições de acordo com o horário de voo e com a antecedência da compra foram criadas.

13 Fator de aproveitamento de aeronave.

características das estratégias foram introduzidas no modelo: discriminação de preços, diferenciação de produtos e rotinas de controle de estoque de assentos. Como as estratégias permitem um amplo espectro de configuração para cada um desses elementos, optou-se por representar fielmente as estratégias efetivamente implantadas na ligação, e não outros padrões possíveis de Gerenciamento de Receitas.¹⁴ Além disso, buscou-se simular o uso do GR, neste cenário, apenas pelas companhias que efetivamente o adotaram em 1998 (TAM e VSP-TBA).

A Tabela 2 sintetiza a contraposição de resultados dos cenários simulados C_{PU} e C_{GR} , e possibilita, por sua vez, a geração de inferências de economia normativa acerca dos efeitos gerais, em termos de bem-estar econômico líquido, para o mercado da ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo. Pode-se perceber que os resultados foram desagregados por tipo de segmento de consumidor (T_1 , T_2 , T_3 e T_4) e por grupo de empresas que operavam em conjunto em 1998. Considerou-se basicamente quatro critérios de análise: dois para a demanda - preços médios desembolsados e atraso médio causado pela frequência de vôo (*schedule delay*) -, um para a oferta - lucros auferidos -, e um misto, - a quantidade de assentos vendidos.

Tabela 2
Síntese dos Resultados dos Cenários de EPU e EGR

Critério 1: Desembolso (Preço Pago)	Cenário de Preço Uniforme (C_{PU})	Cenário de Gerenciamento de Receitas (C_{GR})	$C_{GR}-C_{PU}$ (%)	Critério 2: Atraso de Schedule	Cenário de Preço Uniforme (C_{PU})	Cenário de Gerenciamento de Receitas (C_{GR})	$C_{GR}-C_{PU}$ (%)
Tipo T_1	115.4	109.9	- 5 %	Tipo T_1	1:16	1:13	- 4 %
Tipo T_2	115.3	95.5	- 17 %	Tipo T_2	0:47	1:49	+ 130 %
Tipo T_3	115.1	94.8	- 18 %	Tipo T_3	1:06	1:54	+ 72 %
Tipo T_4	115.5	106.2	8 %	Tipo T_4	5:31	5:21	- 1 %
Demanda	115.4	107.1	- 7 %	Demanda	1:17	1:24	+ 10 %
<i>Em R\$ de 1998</i>				<i>Em horas de atraso</i>			
Critério 3: Lucros	Cenário de Preço Uniforme (C_{PU})	Cenário de Gerenciamento de Receitas (C_{GR})	$C_{GR}-C_{PU}$ (%)	Critério 4: Assentos Vendidos	Cenário de Preço Uniforme (C_{PU})	Cenário de Gerenciamento de Receitas (C_{GR})	$C_{GR}-C_{PU}$ (%)
TAM	1.5	0.8	- 46 %	TAM	96.6	99.6	+ 3 %
VSP - TBA	18.1	14.5	- 20 %	VSP - TBA	475.3	513.7	+ 8 %
VRG - RSL	13.5	11.6	- 14 %	VRG - RSL	508.0	491.0	- 3 %
Oferta	33.1	26.8	- 19 %	Oferta	1,079.9	1,104.4	+ 2 %
<i>Em milhões de R\$ de 1998</i>				<i>Em milhares de assentos</i>			

14 As características observáveis das estratégias, como a discriminação de preços e a diferenciação de produtos, foram obtidas de forma relativamente simples, por meio de consultas às tarifas anunciadas e ao noticiário na imprensa (ex: Coelho e Azevedo, 1998). No que tange às rotinas de CEA, contudo, em se tratando de um elemento interno das estratégias, procurou-se conhecer o sistema de Gerenciamento de Receitas de uma companhia aérea da ligação, realizando-se uma entrevista com os responsáveis pelo respectivo departamento, como forma de construir adequadamente a experimentação com o GR no modelo.

Pode-se perceber como a redução dos preços médios pagos por tipo de passageiro e para a demanda em geral (Critério 1) são acompanhados da redução dos lucros dos três grupos de empresas (Critério 3).

Esse aspecto de **fragilidade financeira generalizada**, do lado da oferta, apurado no cenário C_{GR} , tem pelo menos duas justificativas. A primeira, e talvez a mais importante, foi a simulação do GR da forma idêntica como foi implantado pelas companhias aéreas na ligação, ou seja, sem uma diferenciação de produtos adequada. Deve-se enfatizar que o GR, enquanto um instrumento de otimização das receitas, fornece todas as condições para que a lucratividade aumente.¹⁵ Entretanto, se utilizado com imperfeita segmentação da demanda - ou o que é o mesmo, com diferenciação de produtos ineficaz -, a tendência é que os ganhos de receita sejam acompanhados de **diluição** das mesmas, como ressaltam Oliveira e Serapião (2000).¹⁶ Sem uma eficiente implantação de restrições de compra e não apenas, como em 1998, baseadas somente na antecedência da chegada, o esquema do GR de discriminação de preços de segundo grau por auto-seleção tem sua performance comprometida - sobretudo em uma ligação caracterizada pela chegada das reservas com baixíssima antecedência do vôo. Com certeza, este foi o caso do cenário C_{GR} , sendo que Oliveira (2000) estimou a diluição de receitas em torno de 6% a 10% da receita total.

Uma segunda razão para os lucros menores do C_{GR} é o fato do mercado estar no trecho inelástico a preço da curva de demanda (conforme estimam Oliveira e Müller, 2000) e, assim, quaisquer reduções de tarifa média implicam redução de receitas (e de lucros, considerando-se o custo médio constante).

O incremento das vendas, também visualizado na Tabela 2 (Critério 4), é um aspecto econômico fundamental de monitoramento, dado que o transporte aéreo no País não é um modal popular, por fatores de renda e de preços relativos dos meios de transporte. Nessa linha de pensamento, a geração de demanda, implícita no incremento das vendas apurado, é também um importante ponto a ser considerado normativamente.

Igualmente, ainda atentando-se para o Critério 4, no que se refere à conquista de mercado pelas empresas praticantes do GR, há que se mencionar que a estratégia permitiu um grau menor de concentração da fatia de mercado em poder de uma única empresa, dado que, às

15 Conferir Belobaba (1987, 1989), Daudel e Vialle (1993) e Cross (1998), por exemplo.

16 A diluição de receitas acontece porque há o fenômeno da "dispersão negativa", que é a compra de passagens com descontos por consumidores cujo preço de reserva é maior - que poderiam comprá-las sem desconto ou com descontos menores. Trata-se de uma situação onde a arbitragem nos submercados é possível (Oliveira, 2000).

companhias que possuem menor participação na oferta (grupos TAM e VSP-TBA), foi possibilitado o incremento de demanda e conseqüente aumento de aproveitamento de vôo, enquanto que as companhias com maior participação (grupo VRG-RSL) tiveram sua parcela reduzida de 47,0% do total da demanda, para 44,5%.¹⁷ Isto representou a promoção de uma maior equidade entre as empresas participantes do mercado, com o uso das estratégias.¹⁸

Por fim, pode-se mencionar o aspecto da **eficiência na alocação** (Botimer, 1996) como um *second best* de posição de bem-estar no mercado sob consideração. Propiciou-se, com o GR, a alocação do transporte aéreo de forma mais adequada para os consumidores que mais o valorizam. Isto pode ser analisado por meio dos Critérios 1 e 2.

Assim, para os consumidores do tipo T_1 , mais exigentes no que tange ao horário, houve a alocação de vôos com horários mais próximos aos seus horários desejados (redução do *schedule delay*, Critério 2), incrementando o bem-estar desse segmento. Indubitavelmente, trata-se do grupo de consumidores com maior representatividade na ligação. Por outro lado, para os consumidores do tipo T_3 , mais sensíveis ao preço, foram alocados os vôos com preços, em média, mais baixos (Critério 1), o que também significou incremento de bem-estar alocativo.

A conclusão que se extrai, em termos normativos, dos impactos das estratégias de GR para o mercado da ligação Rio de Janeiro - São Paulo, considerado como um todo, é que essas estratégias são um importante instrumento de geração de bem-estar, principalmente o bem-estar no seu conceito de eficiência na alocação para a demanda, e possibilitando os aumentos de aproveitamentos médios e desconcentração econômica, pelo lado da oferta.

As estratégias tiveram, contudo, resultado abaixo do esperado, no que diz respeito a importantes aspectos da função utilidade das empresas participantes, como no caso dos lucros e receitas; por isso, **a correção dos problemas relacionados à diluição de receitas deve ser estimulada**, tanto pelas próprias empresas quanto pelas autoridades incumbidas do acompanhamento econômico do setor.¹⁹

17 Contudo, uma “reação” do grupo VRG-RSL, em termos de adoção do GR, prejudicaria esta conclusão. Será visto na próxima subseção, entretanto, que esta reação não seria vantajosa para o grupo, em termos de lucros.

18 Assim, pode-se concluir que o GR não apenas gera demanda nova (não é um ‘jogo de soma zero’), mas também é um instrumento eficaz na conquista de mercado já existente, como já observavam Belobaba e Wilson (1997).

19 Vide Oliveira e Serapião (2000), para um estudo mais pormenorizado de como esta questão pode ser tratada.

A introdução do GR, para ser potencializada em seus efeitos positivos de bem-estar social, deve ser acompanhada de um efetivo reforço em seus três componentes, apresentados na seção 2. Deve-se, portanto, estimular a promoção de estruturas de discriminação de preços adequadas, o investimento em sistemas mais sofisticados de CEA e, principalmente, a correta efetivação da diferenciação de produtos, com a imposição de mecanismos de segmentação - restrições de compra - que impeçam o fenômeno da diluição de receitas.

3.4.2 Avaliação da racionalidade do gerenciamento de receitas no mercado

Uma questão final abordada pela presente pesquisa foi o tratamento da racionalidade dos agentes de oferta em relação ao Gerenciamento de Receitas. A seção 3.1.2 buscou descrever como foi tratada a racionalidade dos agentes de demanda (passageiros), por meio dos algoritmos de escolha. No que diz respeito às companhias aéreas, contudo, o único elemento de modelagem da racionalidade foi a incorporação das aludidas estratégias que, por meio das rotinas de controle de estoque de assentos, permitem a maximização da receita, pela estimação da receita marginal esperada (cf. seção 3.1.1).

A análise que ficou intacta é sobre o **porquê da utilização do Gerenciamento de Receitas** em uma ligação como a ponte aérea. Como pode ser analisada a racionalidade do seu emprego, em um ambiente competitivo como o descrito, caracterizado pela alta inelasticidade-preço da demanda e pela baixa taxa de antecedência de reservas em relação aos vôos? Há uma racionalidade dominante, ou seja, em todos os casos o GR é mais vantajoso que o preço uniforme, como descreve a literatura específica (ex. Belobaba e Wilson, 1997 e Smith, Leimkuhler e Darrow, 1992) ou há casos em que, dependendo das condições competitivas, o preço uniforme pode ser estratégia mais vantajosa?

A resposta a essas perguntas permite que se utilize uma característica relevante dos modelos de simulação computacional: a sua articulação com modelos analíticos. Com o intuito de demonstrar esta **potencialidade de complementaridade entre as abordagens**, a presente pesquisa buscou orientar a fase de experimentação também no sentido de construção de cenários para alimentar um modelo analítico, que neste caso enquadra-se na teoria dos jogos. Construiu-se, assim, o que se chamou de “Jogo do Gerenciamento de Receitas”

As regras do jogo foram, assim, desenvolvidas de acordo com as estratégias efetivamente empreendidas na ponte aérea. Os três grupos de companhias aéreas sob estudo foram chamados de **jogadores**: J_1 (TAM), J_2 (VSP-TBA) e J_3 (VRG-RSL). Como visto na seção 2.1, as movimentações consideradas foram: o jogador J_1 foi o que primeiro movimentou-se, introduzindo o GR na ligação, sendo seguido por J_2 , que engloba as duas empresas que, de

meados de 1998 a meados de 1999, mantiveram a operação do *pool* da ponte aérea; por fim, tem-se J_3 , que foi o único que não optou pelo GR neste período, tendo tido, portanto, a possibilidade de observar a movimentação dos outros e decidir a sua própria por último.

Utilizando-se os três jogadores e as duas estratégias do modelo - preço uniforme e Gerenciamento de Receitas -, houve a necessidade de construção de 2^3 cenários, sendo que dois já haviam sido determinados - C_{PU} e C_{GR} (seção 3.4.1). Seis cenários experimentais adicionais, apresentando outros subconjuntos possíveis de companhias que se utilizam do GR, tiveram que ser experimentados. A Tabela 3 evidencia os cenários construídos:²⁰

Tabela 3
Cenários Experimentais Simulados

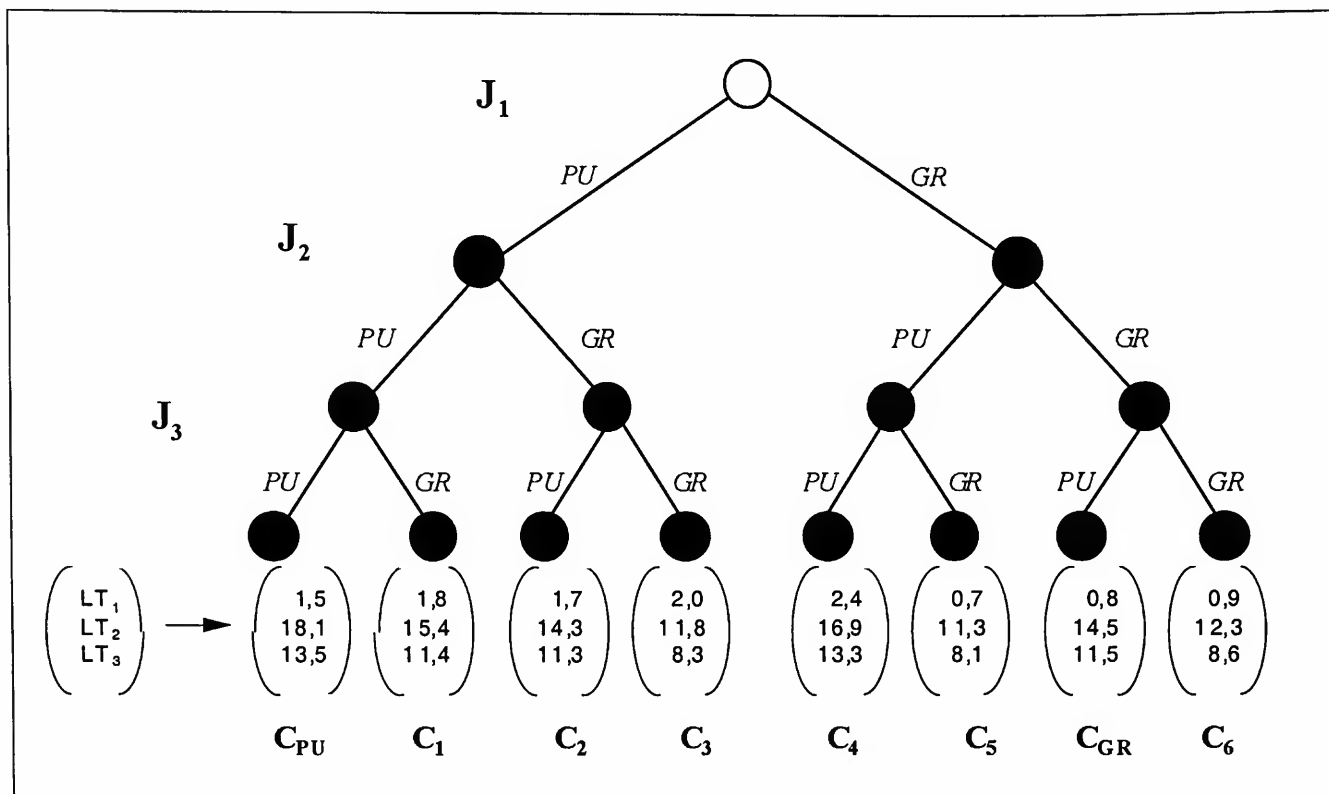
Cenário	Descrição	Cenário	Descrição
C_{PU}	Os três jogadores jogam PU (Mar/98)	C_{GR}	J_1 e J_2 jogam GR, J_3 joga PU (Set/98)
C_1	J_1 e J_2 jogam PU enquanto J_3 joga GR	C_4	J_1 joga GR enquanto J_2 e J_3 jogam PU
C_2	J_1 e J_3 jogam PU enquanto J_2 joga GR	C_5	J_1 e J_3 jogam GR enquanto J_2 joga PU
C_3	J_1 joga PU enquanto J_2 e J_3 jogam GR	C_6	Os três jogadores jogam GR

Legenda: J_1 - Jogador 1 (TAM); J_2 - Jog. 2 (VSP-TBA); J_3 - Jog. 3 (VRG-RSL); PU: preço uniforme; GR: Gerenciamento de Receitas.

Pensando o problema como um jogo não-cooperativo, seqüencial e com a hipótese de informação perfeita e completa, pode-se apresentar os resultados da simulação pelo diagrama em árvore da Figura 2; os *payoffs* (recebimentos dos jogadores) estão dispostos abaixo dos nós terminais da árvore, expressos em termos de lucros LT_k , em milhões de R\$/ano:

20 Houve a problemática de configuração do GR para o grupo VRG-RSU para os cenários C_1 , C_3 , C_5 e C_6 , dado que ele não chegou a implantar tal estratégia na ligação, durante o período observado. O procedimento de solução deste problema foi a fixação da mesma estratégia do grupo VSP-TRB, dado que ambos formavam o *pool* da ponte aérea até abril de 1998.

Figura 2
Jogo do Gerenciamento de Receitas



A solução obtida por *Backward Induction*²¹ é a seguinte (σ_{J_1} , σ_{J_2} e σ_{J_3} são os perfis estratégicos da solução, para cada jogador):

$$\begin{bmatrix} \sigma_{J_1} \\ \sigma_{J_2} \\ \sigma_{J_3} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} GR \\ PU, \forall \sigma_{J_1} \\ PU, \forall \sigma_{J_1}, \sigma_{J_2} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Pode-se interpretar os resultados analíticos da seguinte maneira: apesar da estratégia de Gerenciamento de Receitas ser dominante para o primeiro jogador, por outro lado, ela deixa de ser vantajosa para os dois jogadores seguintes. Pelo contrário, tanto para J_2 como para J_3 , o preço uniforme é dominante, ou seja, é jogado independentemente das jogadas dos outros. A primeira conclusão que se extrai é que o GR nem sempre se constitui na melhor estratégia a ser jogada, sendo dependente das condições competitivas para isso aconteça (resultados que contrastam com a simulação de Belobaba e Wilson, 1997).

Não há que se esquecer, entretanto, que a racionalidade apontada diz respeito ao GR com a diferenciação de produtos “fraca”, ou seja, com restrições de compra inadequadas, conforme se salientou na subseção anterior.

21 Cf. Mas-Colell, Whinston e Green (1995).

Cabe colocar um último ponto: quando comparadas com as movimentações efetivamente realizadas, a solução (2) falha em prever a estratégia de J_2 , que foi pela adoção do GR. A racionalidade deste jogador pode ser considerada como afetada pelas dificuldades inerentes ao processo de ruptura do *pool*. As empresas VSP e TBA encontraram grandes dificuldades de manter seu mercado na ligação, de forma que em 1999 até mesmo o acordo operacional que as mantinha unidas foi rompido. A essas dificuldades se associa, portanto, a necessidade de manutenção de posições de demanda, e não de conquistar lucros, o que, provavelmente, as fizeram optar por GR e não PU. Uma associação de probabilidades aos ramos da árvore de jogos poderia determinar precisamente o grau de influência desses fatores - o que não foi empreendido pela presente pesquisa.

Conclusões

O presente trabalho buscou promover uma aplicação da modelagem de simulação computacional em Organização Industrial, além de proporcionar um breve relato deste arcabouço metodológico ainda pouco explorado em economia, em especial pela tradição ortodoxa, caracterizada tipicamente pela modelagem analítica e abstrata.

O objetivo principal de análise foi a investigação das estratégias das companhias aéreas na ponte aérea Rio de Janeiro - São Paulo, por meio do desenvolvimento, calibração, validação e experimentação de um modelo de simulação computacional. O foco do trabalho foi o estudo das chamadas estratégias de Gerenciamento de Receitas (GR), uma inovação tecnológica criada pelas empresas norte-americanas com o processo de desregulamentação do setor, e que foi recentemente introduzida no Brasil também como resposta ao aumento de competição propiciado pelas políticas das autoridades responsáveis, a partir dos anos noventa.

Os resultados da simulação apontaram para um considerável **incremento de eficiência alocativa** permitido pelo Gerenciamento de Receitas, acompanhado de **maior expansão de mercado, melhoria nos índices de aproveitamento, redução de desutilidade para os segmentos de demanda mais importantes e desconcentração da oferta**. Nesses aspectos, tanto consumidores quanto empresas em geral tiveram ganhos econômicos com a sua adoção. Por outro lado, no que tange somente às últimas, **os resultados em termos de lucratividade ficaram aquém do esperado**, embora essa situação fosse esperada, em se tratando da falta de construção de mecanismos de segmentação de demanda - restrições de compra -, que impedissem a diluição de receitas no esquema de discriminação de preços do GR.

Além disso, buscou-se promover uma articulação do modelo de simulação computacional com uma modelagem analítica, como forma de demonstrar a potencialidade de uso complementar entre as duas abordagens. Buscou-se, assim, construir cenários por meio da simulação para alimentar um modelo de teoria dos jogos que permitisse inferências sobre a racionalidade das estratégias por parte das empresas. Chegou-se à conclusão, por meio dessa metodologia, que o Gerenciamento de Receitas tem validade circunstancial ao ambiente competitivo, em contraste com os resultados da literatura específica. (Belobaba e Wilson, 1997)

Procurou-se demonstrar, ao longo do texto, as vantagens da simulação computacional, de uma forma geral e também para a aplicação em específico. Indubitavelmente, trata-se de uma abordagem que tem sido objeto de discussão e pesquisa por uma gama cada vez maior de economistas em todo o mundo, como pode ser constatado pelas conferências de Economia Computacional da SCE - Society for Computational Economics (*homepage* <http://wuecon.wustl.edu/sce/>), ou pelos estudos do Centre for Research on Simulation in the Social Sciences (<http://www.soc.surrey.ac.uk/research/cress.html>). A literatura especializada também tem se tornado cada vez maior, sendo publicada principalmente no *Journal of Artificial Societies and Social Simulation* (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/JASSS>) e no *Computational Economics* (http://www.wkap.nl/journals/computational_econ).

Modelos de simulação computacional possuem a vantagem de serem menos abstratos do que os modelos matemáticos. Trata-se de uma característica importante, dada a crescente preocupação com o processo de matematização da economia e suas conseqüências, como o corte dos canais de comunicação com a sociedade em geral, pelos economistas. (Bianchi, 1996) Entretanto, esse tipo de modelagem não é isento de problemas; justamente pelo fato de serem menos abstratos, e muito detalhados, muitos códigos de simulação são também de difícil interpretação, sobretudo para quem não está envolvido na construção do modelo.

A presente aplicação em Organização Industrial representa um esforço embrionário de pesquisa com simulação computacional em economia. Igualmente, significa a ênfase à idéia de que essa abordagem tem potencialidade relevante para contribuir com o avanço da pesquisa empírica na área, sobretudo por meio do tratamento de fenômenos complexos de forma microanalítica e da experimentação, como defendem K. Judd e H. Simon:

“One of the great mysteries in astronomy is Jupiter’s Red Spot. It is essentially a hurricane, a common occurrence in our atmosphere, but the Red Spot is one which has continued for centuries. Scientists have long wondered how the Red Spot could remain stable for so long. A compu-

ter model of Jupiter's atmosphere was run to see if a hurricane of centuries-long duration would arise. The surprising result was that nothing exotic was needed for such Red Spots to arise other than standard interactions of the fluid, gravitational, and energy properties of Jupiter. The importance of the computational approach for this conclusion is obvious since only a computer model could handle the turbulent interactions inherent in such phenomena. Astronomical and meteorological examples of computational modelling are appropriate for economists. Since astronomy, meteorology, and economics are all largely observational sciences, (...) they all have to take what they observe and try to back out the causes. Computer modelling operates as a substitute for experimentation in screening possible explanations for plausibility and consistency.” (Judd, 1997)

“For centuries after Newton, systems of differential or difference equations provided the model of ‘ideal’ scientific explanation of dynamic systems. The modern digital computer, with its very general capacities for representing symbol-manipulating systems, opens to us the same possibility for explaining the time stream of a decision-making process by means of a computer program for simulating -i.e., generating- that stream.” (Simon, 1962)

Referências bibliográficas

- Adelman, I. Simulation models. In: Eatwell, J., Milgate, M., Newman, P. (eds.), *The New Palgrave - a dictionary of economics*. Londres: MacMillan, 1987
- Basu, N., Pryor, R; Quint, T. ASPEN: A microsimulation model of the economy. *Computational Economics*, v. 12, n. 3 p. 223-241, Kluwer Academic Publishers, 1998.
- Belobaba, P. Airline differential pricing for effective yield management. In: *Handbook of airline marketing*. N. York: McGraw-Hill, 1998.
- _____. Application of a probabilistic decision model to airline seat inventory control. *Operations Research*, v. 37, n. 2, p. 183-197. 1989.
- _____. Airline yield management: an overview of seat inventory control. *Transportation Sciences*, v. 21, n. 2, p. 63-73, 1987

- Belobaba, P.; Wilson, J. Impacts of yield management in competitive airline markets. *Journal of Air Transport Management*, v. 3, n. 1, p. 3-9, 1997
- Berechman, J., Wit, J. An analysis of the effects of European aviation deregulation on an airline's network structure and choice of a primary West European Hub Airport. *J. Transport Economics and Policy*, 1996.
- Bianchi, A. Comentários críticos sobre o processo de matematização da economia. *Anais do Encontro Nacional de Economia Política e Clássica*, vol. I, Universidade Federal Fluminense, 5-8 de junho, 1996.
- Blaug, M. *The methodology of economics or how economists explain*. Londres: CUP, 1980.
- Botimer, T. Efficiency considerations in airline pricing and yield management. *Transportation Research - Part A: Policy and Practice*, v. 30, n. 4, 1996.
- Bresson, J. Yield management simulation - appraisal of airline revenue in different cases. *3rd Conference of the Air Transport Research Group*, Hong Kong, 1999.
- Coelho, E., Azevedo, E. Guerra de preços chega à ponte aérea. *O Estado de S. Paulo*, 11 mar. 1998.
- Cohen, K. Simulation of the firm. *American Economic Review*, v. 50, n. 2, p. 534-540, 1960.
- Cournot, A. *Researches into the mathematical principles of the theory of wealth*. New York: Kelley, 1838.
- Cross, R. *Revenue management, maximização de receitas - técnicas radicais para dominar o mercado*. Trad. F. D. Steffen; rev. técn. A. H. Feliciano. 1.ed. S. Paulo: Makron Books, 1998.
- Daudel, S., Vialle, G. *Yield management - application to air transport and other service industries*. 1.ed. Paris: Les Press du ITA - Institute du Transport Aérien, 1993.
- Davis, D., Holt, C. *Experimental economics*. N. Jersey: Princeton University Press, 1993.
- Espírito Santo Jr., R.; Barreiro, J., Santos, M. Flexibilização do transporte aéreo no Brasil: ingresso numa era de maior competição? *Anais do XII Congresso da Assoc. Nac. Pesq. Ens. Transportes*, Fortaleza, 1998.
- Evans, W., Kessides, I. Living by the 'golden rule': multimarket contact in the U.S. airline industry. *Quarterly Journal of Economics*, v. 109, p. 341-366, 1994.

- Fonseca, E. *As partes e o todo*. São Paulo: Siciliano, 1995.
- Friedman, M. *Essays in positive economics*. Chicago: University of Chicago Press, 1953.
- Gee, J. A model of location and industrial efficiency with free entry. *Quarterly J. Economics*, v. 90, n. 4, 1976.
- Geraghty, M., Johnson, E. Revenue management saves national car rental. *Interfaces*, v. 27, 1997
- Grabowski, H., Vernon, J. Pioneers, imitators, and generics - a simulation model of Schumpeterian competition. *Quarterly Journal of Economics*, v. 102, n. 3, p. 491-525, 1987
- Judd, K. Computational economics and economic theory: substitutes or complements? *Journal of Economic Dynamics and Control*, v. 21, 1997.
- Hahn, F. The next hundred years. *Economic Journal*, v. 101, n. 404, p. 47-50, 1991.
- Kleijnen, J. *Statistical techniques in simulation*. N. York: Marcel Dekker, 1975.
- Laibman, D. Two-sector growth with endogenous technical change: a Marxian simulation model. *Quarterly Journal of Economics*, v. 96, n. 1, p. 47-75, 1981.
- Law, A.; Kelton, W. *Simulation modeling and analysis*. 2.ed. N. York: McGraw-Hill, 1991.
- Leijonhufvud, A. Towards a not-too-rational macroeconomics. *Southern Economic Journal*, v. 60, n. 1, 1993.
- Mas-Colell, A., Whinston, M., Green, J. *Microeconomic theory*. N. York: Oxford University Press, 1995.
- Marney, J., Tarbert, H. Why do simulation? Towards a working epistemology for practitioners of the dark arts. *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, v. 3. n. 4, 2000.
- Mayo, D. *Contribuições para implementação do yield management em companhias aéreas brasileiras*. Dissertação (Mestrado em Engenharia). Esc. Politécnica da Univ. S. Paulo, 1999.
- Morris, J. Finding market power in electric power markets. *International Journal of the Economics of Business*, v. 7, n. 2, p. 167-178, 2000.
- Naylor, T. *Computer simulation experiments with models of economic systems*. N. York: Wiley & Sons, 1971.

- Nelson, R. Recent evolutionary theorizing about economic change. *J. Economic Literature*, v. 33, n. 1, 1995.
- Oliveira, A. *Os impactos das estratégias de gerenciamento de receitas de ativos perecíveis na ligação Rio de Janeiro-São Paulo*. Dissertação (Mestrado em Transporte Aéreo). Inst. Tecnológico de Aeronáutica, 2000.
- Oliveira, A., Müller, C. A acessibilidade de novo segmento e os efeitos da guerra de tarifas no bem-estar do consumidor. In: CNT (ed.), *Transporte em transformação IV*. São Paulo: Makron Books, 2000.
- Oliveira, A., Serapião, B. Mecanismos de política regulatória para o transporte aéreo: o caso do gerenciamento de receitas. *Anais do XIV Congresso da Assoc. Nac. Pesq. Ens. Transportes*, Gramado, 2000.
- Orcutt, G. Simulation of microanalytic systems. In: Eatwell, J., Milgate, M.; Newman, P. (eds.), *The New Palgrave - a dictionary of economics*. Londres: MacMillan, 1987
- Pidd, M. *Computer simulation in management science*. 3ª ed. West Sussex: John Wiley & Sons, 1997
- Ross, S. *Introduction to probability models*. Orlando: Academic Press, 1985.
- Roth, A. Introduction to experimental economics. In: Kagel, J., Roth, A. (eds.), *Handbook of experimental economics*. Princeton University Press, 1995.
- Saliby, E. *Repensando a simulação - a amostragem descritiva*. São Paulo: Atlas, 1989.
- Schmalensee, R.; Willig, R. (eds.) *Handbook of industrial organization*. 1ª ed. Amsterdam: N. Holland, 1989
- Simon, H. New developments in the theory of the firm. *American Economic Review*, v. 52, n. 2, 1962.
- Society for Computational Economics. *Proceedings of the 7th International Conference*. Yale University, June 28-29. <http://www.econometricsociety.org/es/meetings/SCE2001.html>, 2001.
- Shubik, M. Simulation of the industry and the firm. *American Economic Review*, v. 50, n. 5, 1960.
- Smith, B.; Leimkuhler, J., Darrow, R. Yield management at American Airlines. *Interfaces*, v. 22, n. 1, 1992.

- Taha, H. *Operations research - an introduction*. 3^a ed. New York: Macmillan, 1982.
- Telser, L. The usefulness of core theory in economics. *Journal of Economic Perspectives*, v. 8, n. 2, 1994.
- Tocher, K. *The art of simulation*. London: English University Press, 1963.
- Varian, H. Price discrimination. In: Schmalensee, R., Willig, R. (eds.), *Handbook of industrial organization*. 1^a ed V. I. Amsterdam: North Holland, 1989.
- Von Neumann, J., Morgenstern, O. *Theory of games and economic behavior* Princeton Univ. Press, 1944.
- Watts, H. Distinguished fellow: an appreciation of Guy Orcutt. *J. Economic Perspectives*, v. 5, n. 1, 1991.
- Williamson, O. Transaction cost economics. In: Schmalensee, R., Willig, R. (eds.), *Handbook of industrial organization*. 1^a ed. V. 1. Amsterdam: North Holland, 1989.
- Wilson, R. *Nonlinear pricing*. Oxford University Press, 1997

Emprego de indicadores socioeconômicos na avaliação financeira de cooperativas agropecuárias

Alexandre Hattner Menegário[§]
Paulo Fernando Cidade de Araújo[□]

RESUMO

A maioria das cooperativas brasileiras preocupa-se em avaliar periodicamente apenas sua dimensão econômico-financeira, esquecendo-se de considerar que esse tipo de empresa é também uma sociedade de pessoas que tem como objetivo principal a prestação de serviços a seus associados. A introdução de indicadores socioeconômicos, entendido como aqueles que refletem o desempenho social das cooperativas, visa aprimorar os modelos, hoje existentes, de avaliação financeira de cooperativas agropecuárias. O presente estudo adquire importância na medida em que se fundamenta no elevado volume de crédito alocado no segmento cooperativista agropecuário brasileiro. Partindo-se da Teoria da Agência, foram escolhidos três indicadores socioeconômicos, e um modelo *logit* foi ajustado com a finalidade de testar a influência dos mesmos na previsão de inadimplência de cooperativas agropecuárias paranaenses. Os resultados mostram que esses indicadores realmente interferem na previsão de inadimplência das cooperativas analisadas e que sua introdução num modelo que tem como variáveis independentes apenas indicadores econômico-financeiros eleva o número de casos classificados corretamente.

Palavras-chave: cooperativas, finanças, Teoria da Agência.

ABSTRACT

Most of the Brazilian cooperatives are concerned with evaluating periodically only its economical and financial environment, forgetting to consider that this kind of enterprise is also a society of people which have one main purpose: the assistance to its membership. The social indicators, which reflect the social performance of cooperatives, were introduced to improve the existent models of financial evaluation, developed for rural cooperatives. The importance of this study comes from the high amount of credit allocated on the Brazilian rural cooperatives system. Starting with the "Agency Theory" three social indicators were chosen and a logit model was adjusted to test their influence on default prediction of rural cooperatives. The results indicated that these social indicators actually interfere on default prediction of those cooperatives and that their introduction in a model which have only economic indicators, increase the number of events correctly classified.

Key words: cooperatives, finance, Agency Theory.

JEL classification: P13.

§ Mestre em Economia Aplicada pelo Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP e Gerente de Carteira da Unidade Reestruturação de Ativos Operacionais do Banco do Brasil.

□ Professor Titular do Departamento de Economia, Administração e Sociologia da ESALQ/USP.

Recebido em agosto de 2000. Aceito em outubro de 2001.

Importância do problema

As cooperativas agropecuárias brasileiras, com raras exceções, encontram-se em situação de elevado endividamento, notadamente em operações de longo prazo contraídas no sistema financeiro.

As alegações são várias: começam com o descasamento dos preços de produtos agrícolas em relação à inflação, provocado por sucessivos planos econômicos, passam pelo exagerado crescimento de seus imobilizados, e terminam com o acirramento da competição em um mercado cada vez mais globalizado.

A título de exemplo, as dívidas das cooperativas agropecuárias brasileiras com o seu maior credor do sistema financeiro (Banco do Brasil S.A.), em 1997, ultrapassavam a casa dos 3 bilhões de reais. Cerca de 50% desse total encontrava-se, à época, em situação de inadimplência, o que agravava sobremaneira a situação. (Banco do Brasil S.A., 1998b)

Devido ao elevado risco de não-retorno dos créditos, as instituições financeiras deixaram de emprestar ou diminuíram significativamente suas aplicações neste segmento. O Programa de Revitalização das Cooperativas de Produção Agropecuária (RECOOP) surgiu, então, como solução diante do elevado endividamento, aliado à dificuldade de obtenção de crédito no sistema financeiro.

A importância de se aprofundar os estudos de avaliação financeira, especificamente direcionados à previsão de inadimplência, para cooperativas agropecuárias, deve-se ao simples fato de que, após alcançados os objetivos do Programa, as operações de concessão de crédito por parte das instituições financeiras devem ser retomadas em direção à normalidade.

Na tentativa de evitar que essa grave situação pela qual as cooperativas agropecuárias vêm passando torne a se repetir, essa concessão de novos créditos deverá ser precedida de cuidados redobrados, o que vem justificar o presente estudo.

A utilização de indicadores econômico-financeiros provenientes de dados de balanço para se avaliar a situação financeira ou, até mesmo, para se determinar a eficiência empresarial das cooperativas tem sido bastante comum nos últimos anos. Nessa linha, merecem destaque os trabalhos de Tord e Amat (1981), Pinho (1986), Bialoskorski Neto (1994), Cruz Filho (1995), Araújo (1996), OCEPAR (1996b) e Oliveira Júnior (1996).

Dados econômico-financeiros são mais facilmente quantificáveis e, por serem operacionalizáveis, foram mais rápida e amplamente introduzidos do que outros tipos de indicadores, que se situam num plano mais qualitativo. (Schneider, 1984)

Trabalhos que utilizam, além dos indicadores econômico-financeiros, outros que tenham como base os aspectos sociais da cooperativa, são escassos. De todos os citados no parágrafo anterior, apenas os de Pinho (1986) e Oliveira Júnior (1996) introduzem tais indicadores, nomeando-os, no entanto, como “cooperativos” e “político-sociais”, respectivamente, e mesmo assim com restrições, já que não estimam parâmetros ideais para os mesmos.

A escolha dos indicadores socioeconômicos a serem analisados no presente estudo dependerá da disponibilidade dos respectivos dados e também de sua relação com a Teoria da Agência.

A opção pelas cooperativas agropecuárias está diretamente relacionada à sua importância ante o setor agropecuário brasileiro como um todo. A escolha pelo Estado do Paraná, por sua vez, deve-se a dois fatores primordiais:

- 1) primeiro, pela representatividade das cooperativas agropecuárias diante dos demais segmentos presentes no Estado (crédito e eletrificação rural). O segmento agropecuário participava, em 1997, com 50% do número total de cooperativas do Paraná, 68% do número de associados (ao final do ano), 78% do número de funcionários e 84% do faturamento gerado pelas cooperativas dos diversos segmentos no Estado (OCEPAR, 1998);
- 2) em segundo lugar, pela existência da OCEPAR, órgão de representação do cooperativismo no Estado, especificamente no que se refere à sistematização e publicação de dados e aos serviços disponibilizados às suas filiadas.

Objetivos

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a influência de indicadores socioeconômicos na situação financeira, particularmente na previsão de inadimplência no sistema financeiro, das cooperativas agropecuárias do Estado do Paraná. Especificamente, pretende-se:

- a) caracterizar os indicadores socioeconômicos a serem utilizados na avaliação financeira das cooperativas agropecuárias;

- b) estabelecer hipóteses com relação ao modo pelo qual esses indicadores influenciam a situação financeira dessas cooperativas, à luz da Teoria da Agência, também conhecida como Teoria do Agente e Principal;
- c) analisar como os indicadores socioeconômicos interferem na situação financeira das cooperativas agropecuárias, por meio de um modelo de regressão logística, comparando os resultados com as hipóteses a serem testadas; e
- d) verificar qual a consequência da introdução de cada indicador socioeconômico na previsão de inadimplência das cooperativas agropecuárias paranaenses, com base em um modelo que tem como variáveis independentes ou explicativas apenas indicadores econômico-financeiros.

Endividamento das cooperativas agropecuárias

As cooperativas, quando da necessidade de captar recursos para novos investimentos ou mesmo para sua manutenção, podem recorrer a instituições financeiras, fornecedores ou, ainda, aos próprios cooperados, por meio da integralização de capital.

Diferentemente das empresas de capital, não é permitido às empresas cooperativadas brasileiras, ao amparo da Lei nº 5.764/71, abrir seu capital a terceiros, ao contrário do que já acontece em outros países.¹

A atual situação dos produtores rurais, no que se refere à pequena margem que suas atividades proporcionam e em relação a seu elevado grau de endividamento, advindo, principalmente, de programas de renegociação de dívidas rurais (Securitização e PESA²), não permite, nesse momento, que eles aportem recursos em suas cooperativas.

Restam, então, duas possibilidades para as cooperativas captarem recursos: em instituições financeiras ou com fornecedores, ambas geralmente atreladas a encargos financeiros relativamente elevados.³ Por essa razão, o endividamento nas cooperativas agropecuárias

1 Para mais detalhes sobre cooperativas que abriram seu capital, vide o caso Saskatchewan Wheat Pool in: Bialoskorski Neto (1998).

2 PESA é a abreviatura de "Programa Especial de Saneamento de Ativos".

3 São elevados em relação àquilo que uma empresa, cujo objetivo principal não é a maximização de lucros, mas sim a prestação de serviços a seus associados, poderia suportar.

tende a ser maior do que em empresas de capital com atividades similares, como já foi observado por Bialoskorski Neto (1994).

Para exemplificar, as Figuras 1 e 2 mostram, respectivamente, a evolução do endividamento e da participação do capital de terceiros das cooperativas agropecuárias paranaenses, no período de 1995 a 1998. Não se incluiu o endividamento decorrente de operações de repasse,⁴ já que os cooperados são os beneficiários finais e também os responsáveis pelos respectivos débitos, cabendo à cooperativa, quando caracterizada a coobrigação, a liquidação da parcela da dívida não quitada pelos cooperados.

Tendo em vista que as dívidas das cooperativas são, geralmente, atreladas, cada uma, a um indexador diferente, a escolha de um deles para deflacionar os valores referentes ao endividamento poderia mascarar os resultados e, por conseguinte, levar a conclusões não condizentes com a real situação. Optou-se, então, pela utilização da relação “endividamento total próprio sobre ativo total” como forma de se analisar o endividamento ao longo de um determinado período.

No caso da participação do capital de terceiros, expresso pela soma do passivo circulante com o exigível de longo prazo, em relação ao patrimônio líquido, excluiu-se aquelas cooperativas que apresentaram patrimônio líquido negativo.

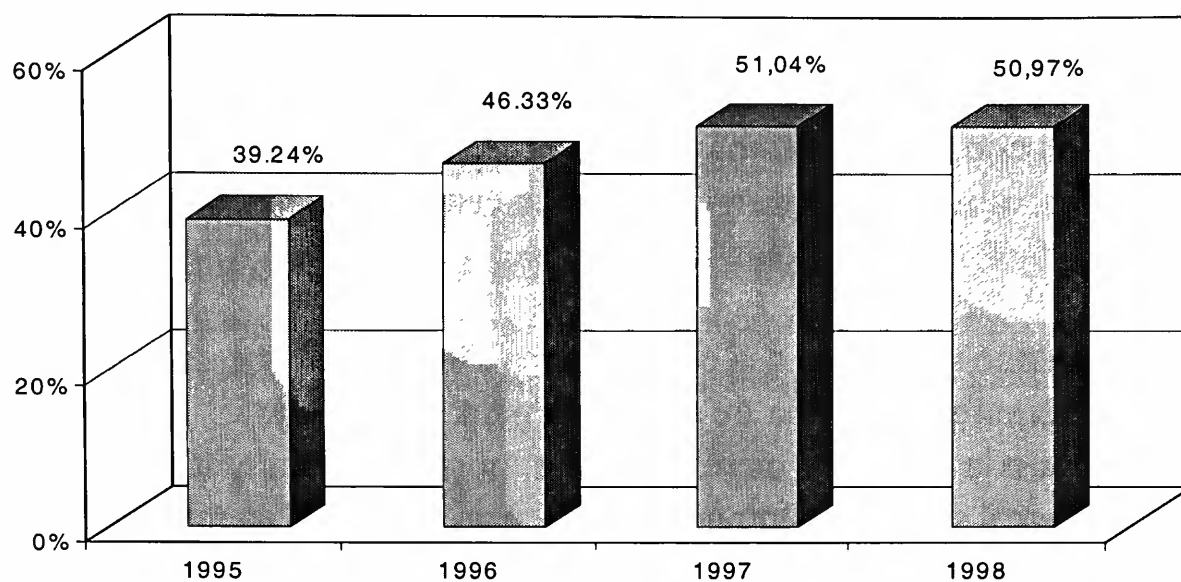
A Figura 1 mostra uma evolução crescente do endividamento, confirmando, portanto, a constante busca, por parte dessas cooperativas, de recursos de terceiros. E a predominância do capital de terceiros, também em evolução crescente, como mostra a Figura 2, comprova a dificuldade que essas cooperativas vêm enfrentando no sentido de obter recursos de seus cooperados.

A tendência de estabilização do endividamento, observada no ano de 1998, ocorreu em razão da implementação do Programa de Revitalização das Cooperativas de Produção Agropecuária (RECOOP) que, entre outras características, permitia manter em situação de normalidade as dívidas⁵ das cooperativas que apresentaram a carta-consulta e, posteriormente, daquelas definitivamente enquadradas.

4 Foram incluídas, no entanto, as operações de repasse cujo objetivo tenha sido a integralização de cotas-partes, pois, apesar dos cooperados serem os responsáveis pelo débito, a cooperativa figura como beneficiária final do respectivo crédito.

5 Nessa situação, poderiam permanecer as dívidas passíveis de alongamento/refinanciamento ao amparo do RECOOP.

Figura 1
Evolução do Endividamento^(a) das Cooperativas
Agropecuárias Paranaenses, 1995-1998^(b)

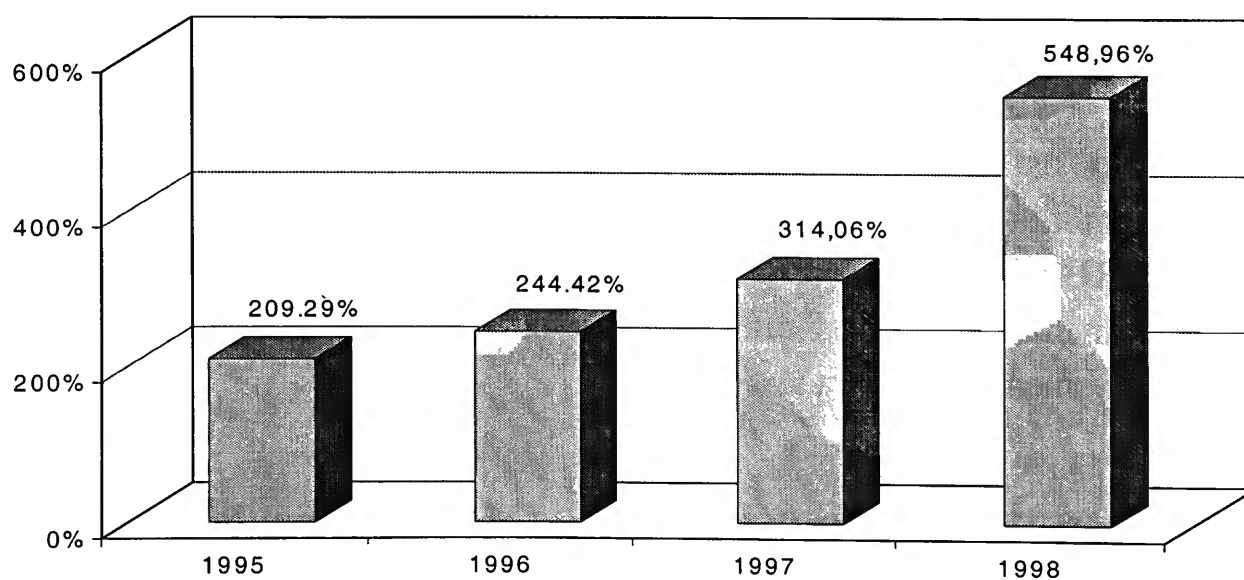


Fonte: Banco do Brasil S.A. (1996, 1997, 1998a e 1999).

^(a) Endividamento = (endividamento total próprio/ativo total) × 100.

^(b) Os dados referem-se à posição em 31 de dezembro de cada ano.

Figura 2
Evolução da Participação do Capital de Terceiros^(a) das
Cooperativas Agropecuárias Paranaenses, 1995-1998^(b)



Fonte: Banco do Brasil S.A. (1996, 1997, 1998a e 1999).

^(a) Particip. no cap. de terceiros = [(passivo circ.+exigível de longo prazo)/patrimônio líquido] × 100

^(b) Os dados referem-se à posição em 31 de dezembro de cada ano.

As conseqüências dessa busca freqüente de recursos, geralmente onerosos, de terceiros são previsíveis: declínio da situação econômico-financeira, podendo levar, ao mesmo tempo, à inadimplência e a uma piora significativa na qualidade dos serviços prestados aos cooperados. A dificuldade na obtenção de novos recursos e a perda de credibilidade com conseqüente evasão de cooperados tornam-se, então, inevitáveis, a tal ponto que a liquidação passa a ser a única saída.

Foi justamente para se evitar a possibilidade de liquidação de grande parte das cooperativas de produção agropecuária e também para proporcionar a essas empresas condições de sustentabilidade e competitividade é que foi criado o Programa de Revitalização das Cooperativas de Produção Agropecuária (RECOOP).

Programa de Revitalização das Cooperativas de Produção Agropecuária (RECOOP)⁶

O RECOOP foi implementado por meio da Medida Provisória nº 1.715, de 03/09/1998. Tem como principal objetivo reestruturar e capitalizar as cooperativas de produção agropecuária, visando ao desenvolvimento auto-sustentado em condições de competitividade e efetividade, que resulte na manutenção, geração e melhoria do emprego e renda.

Para se enquadrar, cada cooperativa teve que apresentar, num primeiro momento, uma carta-consulta candidatando-se ao benefício. Partindo-se de uma situação inicial de 650 cooperativas que se candidataram ao Programa, 439 tiveram suas cartas-consulta aceitas por uma comissão executiva nomeada pelo Governo, denominada Comitê Executivo do RECOOP.

Em uma segunda fase, as cooperativas tiveram que apresentar a esse Comitê e à(s) instituição(ões) financeira(s) um plano de desenvolvimento, aprovado em Assembléia Geral Extraordinária pela maioria dos cooperados, que incluísse os cinco projetos citados a seguir, conforme estabelecido no Anexo ao Decreto nº 2.936, de 11/01/1999 e observado o roteiro fornecido pela Organização das Cooperativas Brasileiras (OCB): Projeto de Reestruturação, demonstrando a viabilidade técnica e econômico-financeira da cooperativa; Projeto de Capitalização; Projeto de Profissionalização da Gestão Cooperativa; Projeto de Organização e Profissionalização dos Cooperados; e Projeto de Monitoramento do Plano de Desenvolvimento da Cooperativa.

6 Este item fundamenta-se em dados obtidos na *internet*, nos *sites* da OCB (www.ocb.org.br), do Palácio do Planalto (www.planalto.gov.br) e do Banco Central do Brasil (www.bcb.gov.br).

As particularidades de cada plano de desenvolvimento, com relação à destinação dos recursos, situação econômico-financeira e principais atividades desenvolvidas pelas cooperativas enquadradas, em conjunto com as condições estabelecidas na legislação, revelam a natureza complexa do Programa e as dificuldades que vêm sendo encontradas na sua operacionalização.

Entretanto, caso o RECOOP atinja seus objetivos, haverá melhoras significativas no campo social, com benefícios diretos para os cooperados (aumento de seu nível de renda, por exemplo) e também para a comunidade da qual fazem parte (maior desenvolvimento da economia local).

Para que isso aconteça, deve haver um forte comprometimento de cooperados, dirigentes e órgãos representativos do cooperativismo com os objetivos do RECOOP, de modo a evitar que ele se reduza a um simples programa de refinanciamento de dívidas das cooperativas de produção agropecuária.

Caracterização e importância dos indicadores socioeconômicos na análise financeira de cooperativas agropecuárias

Segundo Schneider (1984), a maioria das organizações cooperativas preocupa-se em avaliar permanente e periodicamente apenas sua dimensão econômica, não considerando que é também uma sociedade de pessoas, que usa (ou deveria usar) a própria organização econômica e a eficiência como instrumentos para melhor prestar serviços a seus associados e à comunidade.

Enquanto os indicadores econômico-financeiros possibilitam a análise do desempenho econômico, centrando seu enfoque no aspecto empresarial da cooperativa, os indicadores socioeconômicos buscam medir o desempenho social, enfocando a cooperativa como associação de pessoas. (Pinho, 1986)

A importância do uso desses indicadores advém do fato da cooperativa ser uma empresa de prestação de serviços, onde o dono é também usuário, o que torna seu sucesso econômico dependente de seu sucesso social. Os conjuntos de fatores econômico-financeiros e socioeconômicos são, portanto, interdependentes, e o equilíbrio no seu desenvolvimento é que definirá a eficiência global das cooperativas. (Oliveira Júnior, 1996)

Pinho, também justificando a relevância desses indicadores, relata: *“o fato da cooperativa combinar os caracteres de associação e de empresa acarreta muitas dificuldades aos seus*

administradores. Se estes priorizarem o aspecto associativo, correrão o risco de encontrar problemas na gestão financeira da empresa; se considerarem apenas o aspecto empresarial, poderão distanciar-se dos cooperados e esquecer as finalidades sociais da cooperativa. O ideal será, evidentemente, o equilíbrio entre ambos os enfoques. Esse equilíbrio poderá ser verificado através da mensuração da atividade social e da atividade econômico-financeira.” (Pinho, 1986, p. 12)

Entende-se, pois, como indicadores socioeconômicos aqueles que refletem o desempenho social da empresa cooperativada. Estão, portanto, intimamente ligados aos princípios doutrinários do cooperativismo e a algumas características peculiares das cooperativas, que as diferem das empresas de capital, notadamente aquela que se refere a seu objetivo primordial: a prestação de serviços a seus cooperados.

Como indicadores socioeconômicos podem ser citados o nível de participação dos associados,⁷ sobras ou faturamento por cooperado, capital integralizado por associado, crescimento do quadro social ou do nível de participação, eficiência dos serviços prestados,⁸ entre outros.

Teoria da agência e indicadores socioeconômicos

Segundo Ricketts (1987), a relação agente-principal existe quando uma parte, chamada de “agente”, concorda em agir no interesse de outra parte, denominada “principal”. Pratt e Zeckhauser (1991) afirmam que uma relação agente-principal surge toda vez que um indivíduo depender da ação de outro. Aquele que realiza a ação é chamado de “agente” e o afetado é denominado “principal”. Jensen e Meckling (1976) definem a relação agente-principal como um contrato pelo qual uma ou mais pessoas (principal) incumbem outra(s) pessoa(s) (agente) de desenvolver algum trabalho no seu interesse, o que envolve delegar autoridade para tomada de decisão ao(s) agente(s).

No caso das cooperativas agropecuárias, fica clara a relação agente-principal quando os cooperados, na impossibilidade de se reunirem com frequência, seja pelo número, pela

7 Medida por meio da relação “cooperados ativos/número total de associados” ou “cooperados presentes nas Assembleias Gerais Ordinárias/número total de associados”

8 Medida por meio do número de funcionários do corpo de assistência técnica da cooperativa por cooperado ou, então, pelo grau de diversificação das atividades da cooperativa, que vem ao encontro de uma necessidade cada vez maior de diversificação por parte do produtor rural, devido ao aspecto tecnológico (rotação de culturas), econômico (redução de custos com o melhor aproveitamento de máquinas, implementos e, até mesmo, de resíduos provenientes de outras atividades) e financeiro (redução de riscos).

distância ou pela própria natureza de suas atividades individuais (na qualidade de produtores agropecuários), delegam a um pequeno grupo as decisões operacionais ou até mesmo estratégicas de sua empresa. Assim, pode-se afirmar, em consonância com a definição dessa relação por Jensen e Meckling (1976), que os cooperados seriam os “principais” e os dirigentes da cooperativa, cooperados ou não, os “agentes” nessa relação.

De acordo com Pratt e Zeckhauser (1991), os problemas advindos dessa relação surgem quando principal e agente têm interesses conflitantes, assumindo-se que ambos são maximizadores de utilidade, e também quando a informação disponível para ambas as partes difere significativamente (informação assimétrica).

Arrow (1991) afirma que, a partir dessas pressuposições, decorrem dois fatos de extrema importância no âmbito da relação agente-principal: (a) a ação do agente, cujas consequências interferem no bem-estar de ambos, não é diretamente observada pelo principal; e (b) o resultado é afetado, mas não completamente determinado, pela ação do agente.

Jensen e Meckling (1976) afirmam, da mesma maneira, que é impossível garantir que o agente tomará decisões ótimas sob o ponto de vista do principal, sem custos para ambos. O principal pode limitar as divergências com relação a seus interesses estabelecendo punições ou incentivos apropriados ao agente ou, ainda, monitorando as atividades exercidas por este. No entanto, ambas as partes estariam incorrendo em custos significativos quando da realização de tais práticas.

Jensen e Meckling (1976) definem, portanto, esses custos como sendo os “custos de agenciamento”, descritos a seguir:

- 1) custos devido ao monitoramento dos esforços do agente feito pelo principal;
- 2) custos que têm como objetivo garantir o cumprimento dos contratos, geralmente repassados ao próprio agente, como, por exemplo, na forma de compensações ou mesmo punições; e
- 3) custos relacionados à perda residual do principal.

Com relação às cooperativas, existem dois indicadores socioeconômicos diretamente relacionados com tentativas visando diminuir a perda residual do cooperado (principal): o retorno das sobras líquidas aos cooperados e a diversificação das atividades da cooperativa. As sobras líquidas estariam representando um aumento na renda dos cooperados, proporcional

ao volume de operações de cada um deles com a cooperativa. A diversificação das atividades da empresa cooperativada, medida por meio de um índice de concentração de suas receitas, representa, nesse caso, a melhor prestação de serviços aos associados.

Parte-se do pressuposto que a exigência de diversificação vem dos próprios cooperados, na qualidade de produtores agropecuários, seja pelo aspecto tecnológico (rotação de culturas), de redução de custos (melhor aproveitamento de máquinas, implementos e resíduos provenientes de outras atividades) ou ainda para reduzir riscos. Com relação a esse último, deve-se lembrar que os mecanismos de *hedge* começaram a ser disponibilizados efetivamente no Brasil por volta de 1994 e, seja pela falta de liquidez, de divulgação e/ou de tradição, ainda não são plenamente utilizados pelos agricultores brasileiros.

Goodhus (1996), analisando alguns aspectos-chave das cooperativas agropecuárias, também com base na Teoria da Agência, mostrou que a diversificação afeta positivamente a *performance* dessas empresas, sugerindo, ainda, que explicações convencionais, tais como a aversão ao risco, podem estar ignorando uma razão de maior importância.

Há, ainda, um terceiro indicador socioeconômico em cooperativas, que se relaciona com o monitoramento dos esforços do agente. Além de ser uma das poucas possibilidades para forçar o agente a agir no estrito interesse do principal, tal monitoramento adquire importância na medida em que os esforços dos agentes influenciam diretamente o resultado da empresa cooperativada. Além disso, permite encontrar alternativas para motivar o agente a agir no estrito interesse do principal. (Sappington, 1991)

Em cooperativas, a participação na Assembleia Geral Ordinária (AGO) é tida como uma das opções disponíveis ao principal, no sentido de monitorar os esforços do agente. Justifica-se tal afirmativa pelo fato da AGO ter como pauta obrigatória, a ser cumprida, a discussão de aspectos relevantes da administração da empresa,⁹ onde a participação dos cooperados passa a ser de extrema importância. (Irion, 1997) Daí a possibilidade de se utilizar a variação da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias como um dos indicadores socioeconômicos que podem influenciar o resultado das empresas cooperativadas.

A participação dos cooperados (principais) nas AGOs, pelas razões já apresentadas, pode ser entendida como uma possibilidade de adquirir informações confiáveis a respeito dos

⁹ Cabe aos participantes da AGO a apreciação do relatório de gestão, do balanço, do demonstrativo de resultado, do parecer do Conselho Fiscal e, também, a deliberação sobre o destino das sobras líquidas ou rateio das perdas.

esforços dos administradores da cooperativa (agentes). E, por permitir a participação direta dos cooperados no processo de tomada de decisões (notadamente as estratégicas) da empresa, acaba por se tornar um forte mecanismo de incentivo para alinhar os esforços dos agentes aos interesses dos principais.

Richards *et al.* (1998) revelam, por meio de análise empírica sobre cooperativas agropecuárias baseada na Teoria da Agência, que a insatisfação dos associados pode levar essas empresas à insolvência. Com a finalidade de determinar se os administradores da cooperativa mantêm os mesmos objetivos que seus membros, os autores utilizam um modelo econométrico para comparar, por meio de indicadores socioeconômicos, o que seus associados esperam e o que eles realmente observam. Os resultados sugerem que programas de incentivo devem promover um melhor alinhamento de interesses entre cooperados e administradores de sua empresa, resultando em melhor desempenho da cooperativa.

Metodologia

Estudos empíricos sobre previsão de inadimplência ou identificação de empresas insolventes utilizam técnicas como a análise discriminante, modelos *logit* (distribuição logística) ou *probit* (distribuição normal), com predominância da análise discriminante e da regressão (distribuição logística).

Lennox (1999) argumenta, no entanto, que modelos *logit* e *probit* podem identificar empresas insolventes com maior precisão do que a análise discriminante. Analisando as causas de insolvência em uma amostra de 949 empresas, no período de 1987 a 1994, e utilizando ambas as técnicas, o autor mostra que o número de erros tipo I¹⁰ dos modelos *logit* e *probit* foram significativamente menores do que os da análise discriminante. Lennox (1999), fazendo referência a um estudo de Altman (1977), lembra que, na previsão de insolvência, erros tipo I geram custos maiores para as instituições financeiras, em relação a erros tipo II.

Em primeiro lugar, deverá ser aplicado, para as cooperativas agropecuárias paranaenses, o mesmo modelo *logit* desenvolvido por Araújo (1996), que tem como variáveis independentes ou explicativas apenas indicadores econômico-financeiros.¹¹ Este procedimento tem por finalidade:

10 Em estudos sobre previsão de insolvência, o erro tipo I ocorre quando se prevê a solvência, e ocorre o oposto, e o erro tipo II acontece, quando se prevê a insolvência e ocorre o contrário.

11 Será usado o aplicativo "RATS for Windows", pela facilidade operacional.

- a) apontar o número de casos corretos na previsão de inadimplência, que servirá como base para futura comparação com os resultados advindos da introdução de indicadores socioeconômicos no modelo proposto por Araújo (1996); e
- b) verificar possíveis alterações no modelo devido à utilização de dados mais recentes, reflexo de uma nova realidade econômica, já que o ano de 1994 (dados utilizados por Araújo, 1996) representava uma fase de transição,¹² consolidada nos anos imediatamente posteriores.

A escolha dos indicadores socioeconômicos, listados a seguir, assim como as hipóteses a serem levantadas sobre a influência dos mesmos na previsão de inadimplência tiveram como base a Teoria da Agência:

- a) variação na participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias;
- b) existência ou não de sobras líquidas, a serem repartidas aos cooperados proporcionalmente ao volume de operações de cada um com a cooperativa; e
- c) grau de diversificação das atividades desenvolvidas pela cooperativa, mais especificamente daquelas relacionadas à comercialização de produtos agropecuários, excluindo-se, portanto, a venda de insumos e prestação de outros serviços, medido por meio de um índice de concentração.

As hipóteses básicas a serem testadas são:

- H1)** Supõe-se que quanto maior o crescimento da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias, maior será o nível de monitoramento sobre os administradores e, portanto, melhor o resultado das empresas cooperativadas.
- H2)** Espera-se que a existência de sobras líquidas, distribuídas aos cooperados ao final de cada período proporcionalmente ao volume das operações de cada um com a cooperativa, seja realmente um meio para reduzir a perda residual dos cooperados. Assim, haveria um incentivo à participação efetiva, na compra de insumos e entrega de produtos, por parte dos associados, com reflexos positivos no resultado da empresa.

12 Deve-se lembrar que o Plano Real foi implementado em julho de 1994.

H3) Quanto maior o grau de diversificação (ou menor o índice de concentração) das atividades da cooperativa, melhor será a qualidade dos serviços prestados e menor, portanto, a perda residual dos cooperados. Da mesma forma que no item “b”, os associados seriam incentivados a participar mais efetivamente na compra de insumos e entrega de produtos, influenciando positivamente o resultado final da cooperativa.

Com relação à hipótese H1, cabe ressaltar dois pontos. Primeiro, a utilização da variação da participação dos cooperados nas duas AGOs anteriores, ao invés, apenas, do percentual de participação (com relação ao número de associados totais) na AGO anterior, vai ao encontro de se tentar eliminar, ao máximo, a influência de outras variáveis nesse indicador. Por exemplo, a data da AGO em uma determinada cooperativa pode coincidir com uma época de intenso trabalho para os cooperados em suas propriedades, o que resultaria num indicador de baixa participação. Essa observação poderia ocorrer numa situação de crescimento da participação e de melhoras sucessivas no resultado da empresa.

Em segundo lugar, um crescimento ou uma diminuição na participação dos cooperados nas AGOs poderia ser justificado por uma respectiva melhora ou piora no desempenho da própria cooperativa nos anos imediatamente anteriores. Contudo, ao se analisar esses dados, nota-se que essa relação não se comprova em 77,4 % das observações.

Com relação à hipótese H2, optou-se por incluir no modelo apenas a existência ou não de sobras líquidas para serem distribuídas aos cooperados, na forma de uma variável dicotômica,¹³ ao invés da relação “sobras pelo número de cooperados ativos.”¹⁴ Isto porque o número de cooperados ativos nem sempre é divulgado nos relatórios de diretoria (ou administração) das cooperativas agropecuárias, e quando informado, tem pouca credibilidade por ser de difícil comprovação e por não existir um critério uniforme para sua determinação.¹⁵

Os dados relativos à situação de inadimplência das cooperativas agropecuárias paranaenses foram obtidos com o seu maior credor do sistema financeiro, o Banco do Brasil, para o ano de 1997. Ocorre que a partir desse ano os créditos concedidos às cooperativas

13 Uma variável de natureza dicotômica também pode ser denominada “variável *dummy*”. Assume apenas dois valores distintos; nesse caso: “1” para a existência e “0” para a inexistência de sobras líquidas ao final do período analisado.

14 Seria necessária a utilização do número de cooperados ativos nessa relação, pois somente eles teriam direito às sobras líquidas, justamente pelo caráter de proporcionalidade em relação ao volume de operações de cada associado com sua cooperativa.

15 Como determinar o número de cooperados ativos numa cooperativa cuja atividade principal é a recepção, industrialização e comercialização de leite? Cooperados que não entregam leite, mas costumam fazer compras no supermercado da cooperativa, poderiam ser incluídos?

agropecuárias vêm tendo seus respectivos prazos de vencimento constantemente prorrogados,¹⁶ tendo em vista a possibilidade das cooperativas se beneficiarem do RECOOP.

Os dados que deverão compor os indicadores socioeconômicos foram obtidos de duas formas:

- a) nos anuários estatísticos da OCEPAR; e
- b) nos diagnósticos do segmento cooperativista agropecuário do Paraná, elaborado pela Superintendência Estadual do Banco do Brasil naquele Estado.

Utilizar-se-á o ano de 1996 para a coleta desses dados, com o intuito de que estes possam prever a situação de inadimplência das cooperativas agropecuárias paranaenses em 1997. Para determinar a variação da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias foram utilizados dados de 1995 e 1996.

Foram levantados dados de 31 cooperativas agropecuárias do Estado do Paraná. Isto significa que nem todas as cooperativas filiadas à OCEPAR foram contempladas, devido à impossibilidade de aferir sua situação de adimplência ou inadimplência no Banco do Brasil.¹⁷

O modelo denominado “*logit*”, segundo Gujarati (1995), é uma função de distribuição logística, que se caracteriza pela natureza dicotômica da variável dependente, assumindo valores “0” ou “1”

O modelo *logit*, também conhecido como modelo de regressão logística, pode ser expresso, segundo Gujarati (1995), como segue:

$$P_i = E (Y_i = 1 \mid X_{1_i}, \dots, X_{m_i}) = \frac{1}{1 + e^{-(\beta_0 + \beta_1 X_{1_i} + \dots + \beta_m X_{m_i})}} \quad (1)$$

onde: P_i é a probabilidade da cooperativa estar inadimplente;

$\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_m$ são os parâmetros a serem estimados;

X_1, X_2, \dots, X_m são as variáveis independentes ou explicativas.

16 Créditos concedidos até 30/06/1997 e ainda não pagos, de acordo com as normas do RECOOP.

17 Isso se deve principalmente ao fato da cooperativa, apesar de ser cliente do Banco do Brasil, não tomar crédito nessa Instituição.

Para facilitar a exposição, pode-se escrever a equação (1) da seguinte maneira:

$$P_i = \frac{1}{1+e^{-Z_i}} = \frac{e^{Z_i}}{1+e^{Z_i}} \quad (2)$$

onde: $Z_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \dots + \beta_m X_{mi} = \beta' X_i$

Ou então,

$$Z_i = \ln \left(\frac{P_i}{1-P_i} \right) \quad (3)$$

Adotando Z_i^* como ponto de truncamento (“*breaking point*”), ou seja, sendo Z_i^* o escore a partir do qual uma cooperativa é classificada como inadimplente, pode-se facilmente estabelecer a classificação de cada cooperativa:

$$Z_i > Z_i^* \Rightarrow Y_i = 1 \quad (4)$$

$$Z_i < Z_i^* \Rightarrow Y_i = 0$$

Para a estimação dos parâmetros, utilizar-se-á o método da “máxima verossimilhança”, já que o modelo econométrico adotado (“*logit*”) não é linear nos parâmetros. (Maddala, 1986) A variável “Y” assumirá o valor 1 (cooperativa inadimplente) com probabilidade $P_i = F(\beta' X_i)$ e valor zero (cooperativa adimplente) com $P_i = 1 - F(\beta' X_i)$.

A melhor adequação do modelo será dada pelo maior número de casos classificados corretamente que, por sua vez, está associado a uma determinada probabilidade. A partir dela calcula-se o ponto de truncamento “ Z_i^* ”, via equação (3) e, então, para cada cooperativa, pode-se chegar a uma classificação de adimplente ou inadimplente.

No presente estudo serão adotados quatro modelos distintos, sendo que o modelo “1” será o mesmo adotado por Araújo (1996), o qual servirá de base para os demais modelos, quando, então, serão introduzidos os indicadores socioeconômicos, para se verificar alterações no índice de acerto (número de casos corretos) em relação ao modelo “1”

Todos os modelos terão como variável dependente a situação de inadimplência das cooperativas agropecuárias no final do ano de 1997, representada por uma variável dicotômica que assume o valor $Y=1$ se a cooperativa estiver inadimplente e $Y=0$, se adimplente com relação aos créditos tomados no Banco do Brasil. A diferença entre eles se dará pela introdução dos indicadores socioeconômicos.

Modelo 1 - variáveis independentes:

$X_1 \Rightarrow$ LIC (liquidez corrente) = ativo circulante / passivo circulante;

$X_2 \Rightarrow$ ENI (endividamento interno) = créditos de cooperados / ativo total;

$X_3 \Rightarrow$ PAO (passivo oneroso) = endividamento oneroso / ativo total.

Optou-se por retirar a variável STV (saldo de tesouraria) já que no modelo de Araújo (1996) ela foi significativa a menos de 90% no Teste F Univariado para a hipótese de igualdade entre as médias das variáveis dos dois grupos (adimplentes e inadimplentes) e também no modelo final, onde o nível de significância foi de apenas 75%.

Modelo 2 - variáveis independentes:

$X_1 \Rightarrow$ LIC (liquidez corrente) = ativo circulante / passivo circulante;

$X_2 \Rightarrow$ ENI (endividamento interno) = créditos de cooperados / ativo total;

$X_3 \Rightarrow$ PAO (passivo oneroso) = endividamento oneroso / ativo total;

$X_4 \Rightarrow$ AGO (variação da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias) = (número de participantes na AGO de 1997 / número total de cooperados) / (número de participantes na AGO de 1996¹⁸ / número total de cooperados).

Espera-se que cooperativas adimplentes tenham maior variação e, ao contrário, cooperativas inadimplentes tenham menor variação da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias.

18 A AGO realizada em 1997 refere-se à análise do desempenho da empresa no ano de 1996, enquanto que a AGO realizada em 1996 está relacionada com a análise do desempenho da cooperativa no ano de 1995.

Modelo 3 - variáveis independentes:

$X_1 \Rightarrow$ LIC (liquidez corrente) = ativo circulante / passivo circulante;

$X_2 \Rightarrow$ ENI (endividamento interno) = créditos de cooperados / ativo total;

$X_3 \Rightarrow$ PAO (passivo oneroso) = endividamento oneroso / ativo total;

$X_4 \Rightarrow$ SOB (sobras líquidas) = "1" para a existência; "0" para a inexistência.

Pelas hipóteses apresentadas, pode-se esperar que a existência de sobras esteja relacionada às cooperativas adimplentes e que sobras nulas (havendo ou não perdas) devem estar relacionadas às inadimplentes.

Parece óbvio, mas a ausência de sobras líquidas pode não estar relacionada a uma situação de inadimplência, já que sua utilização em investimentos é essencial para que as cooperativas possam manter a competitividade ante as empresas de capital e prestar serviços de melhor qualidade a seus associados.

Modelo 4 - variáveis independentes:

$X_1 \Rightarrow$ LIC (liquidez corrente) = ativo circulante / passivo circulante;

$X_2 \Rightarrow$ ENI (endividamento interno) = créditos de cooperados / ativo total;

$X_3 \Rightarrow$ PAO (passivo oneroso) = endividamento oneroso / ativo total;

$X_4 \Rightarrow$ CON (índice de concentração das atividades desenvolvidas pela cooperativa).

Para o cálculo da diversificação das atividades das cooperativas foi utilizado método semelhante ao do Índice de Herfindahl e Hirschman (HHI), que é comumente usado para medir a concentração dos mercados, no âmbito da Teoria da Organização Industrial. (Viscusi *et al.*, 1997) Segundo este mesmo autor, ele tem a vantagem de incorporar mais informações sobre a distribuição (no caso, das atividades das cooperativas) do que uma simples relação de concentração. Aplicando-o ao presente estudo, chega-se à equação (5):

$$CON = \left[\left(\frac{RA_1}{RT} \right) \cdot 100 \right]^2 + \left[\left(\frac{RA_2}{RT} \right) \cdot 100 \right]^2 + \dots + \left[\left(\frac{RA_n}{RT} \right) \cdot 100 \right]^2 \quad (5)$$

onde: RA_n = receita obtida com a atividade "n", em reais;

$RT =$ receita total da cooperativa, em reais ($RT = RA_1 + RA_2 + \dots + RA_n$).

Portanto, valores menores da variável “CON” significam maior diversificação de atividades, enquanto valores maiores¹⁹ relacionam-se com baixos índice de diversificação por parte das cooperativas e, portanto, maior concentração de atividades.

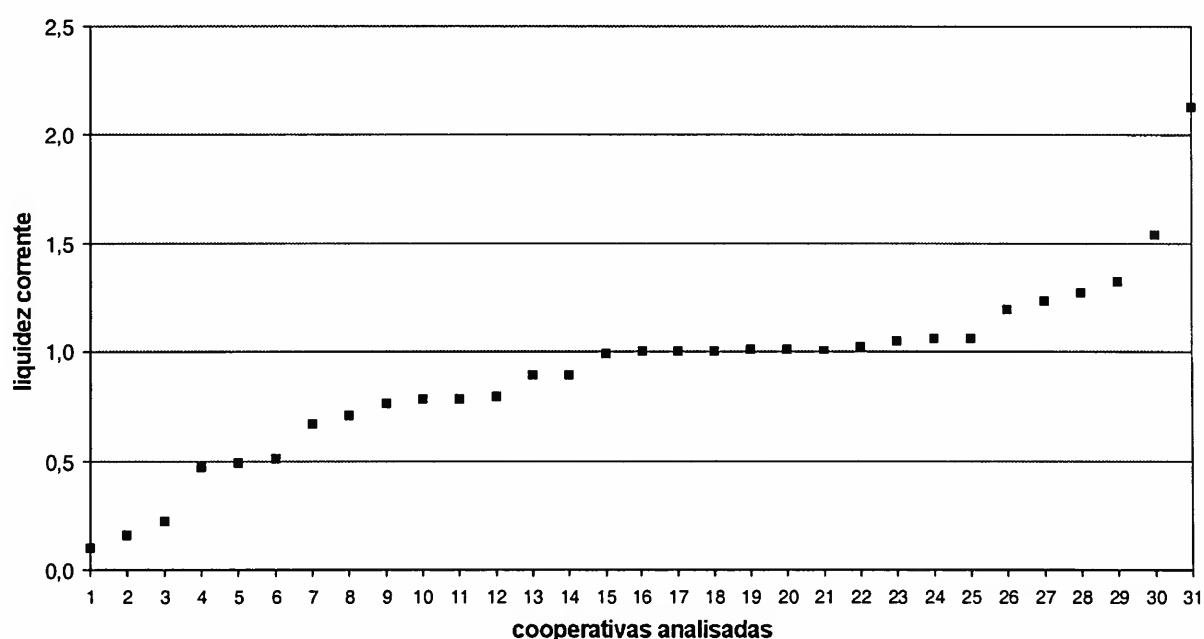
Por meio das hipótese levantadas, espera-se que valores maiores da variável “CON” estejam relacionados com cooperativas inadimplentes, enquanto que valores menores dessa variável devem se relacionar com cooperativas adimplentes.

Resultados e discussão

Análise qualitativa

Antes da apresentação dos resultados da análise quantitativa far-se-á exposição gráfica dos valores relativos às variáveis independentes, cada uma acompanhada de breve discussão, começando pela apresentação, na Figura 3, do indicador econômico-financeiro denominado “liquidez corrente”, das cooperativas agropecuárias paranaenses objeto de análise no presente estudo.

Figura 3
Liquidez Corrente das Cooperativas Agropecuárias Paranaenses Analisadas, 1996



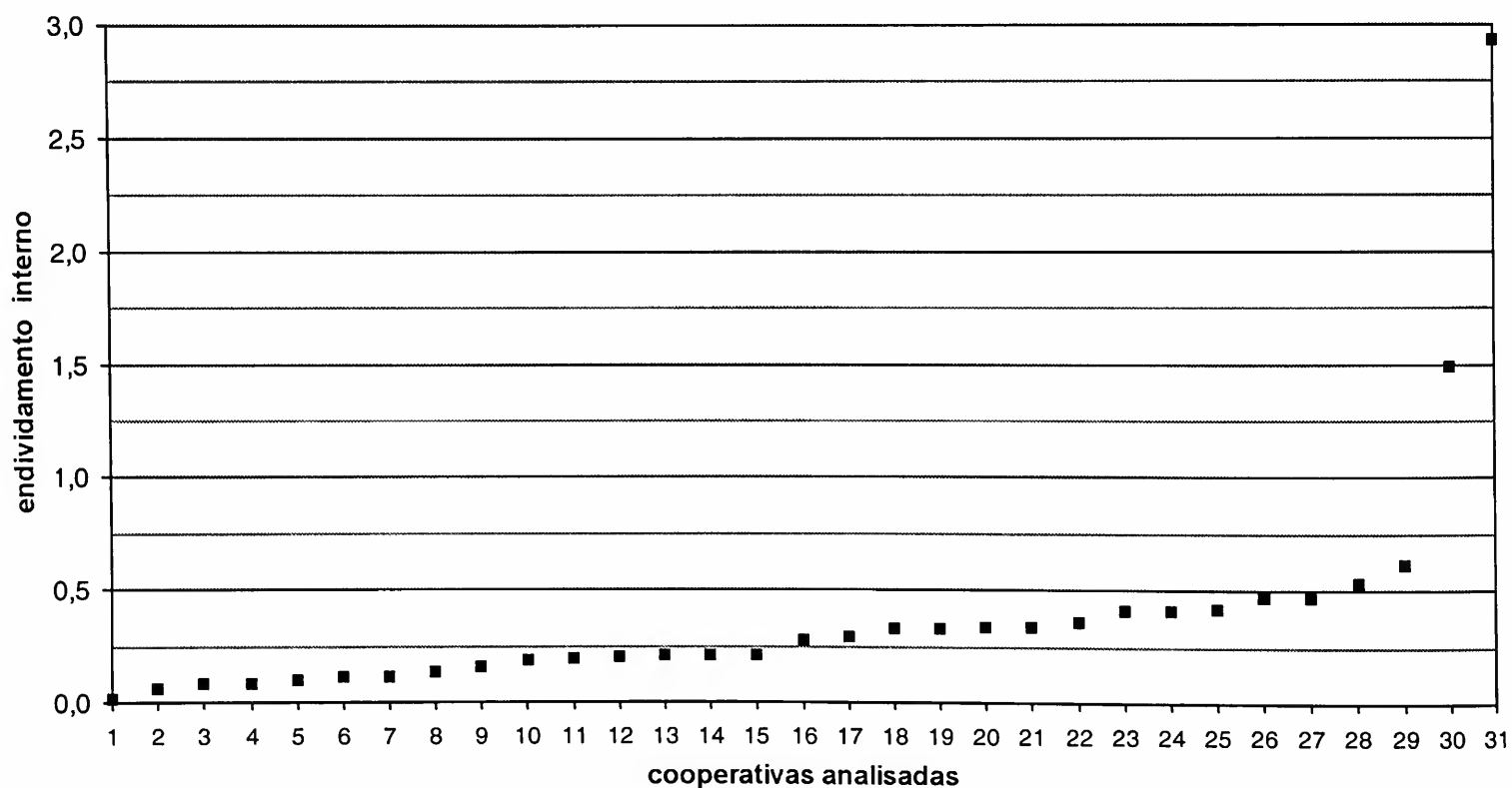
Fonte: Banco do Brasil S.A., 1997.

¹⁹ Até o limite de 10.000, para o caso de uma cooperativa que desenvolva apenas uma atividade relacionada à comercialização de produtos agropecuários.

O índice de liquidez corrente relaciona “ativo circulante” (bens de elevada disponibilidade e direitos de curto prazo²⁰) com “passivo circulante” (obrigações de curto prazo). Valores menores do que 1 traduzem-se, portanto, em falta de capital de giro próprio e incapacidade, por parte da cooperativa, de saldar compromissos de curto prazo. (Oliveira Júnior, 1996) Pelo exposto na Figura 3, 14 cooperativas apresentavam, em 1996, índice de liquidez corrente menor do que 1, o que significa que elas teriam dificuldades em saldar suas obrigações de curto prazo, podendo levar a uma situação de inadimplência.

A Figura 4 apresenta outro indicador econômico-financeiro, ou seja, aquele que retrata o endividamento interno dos cooperados com sua cooperativa.

Figura 4
Endividamento Interno nas Cooperativas Agropecuárias
Paranaenses Analisadas, 1996



Fonte: Banco do Brasil S.A., 1997.

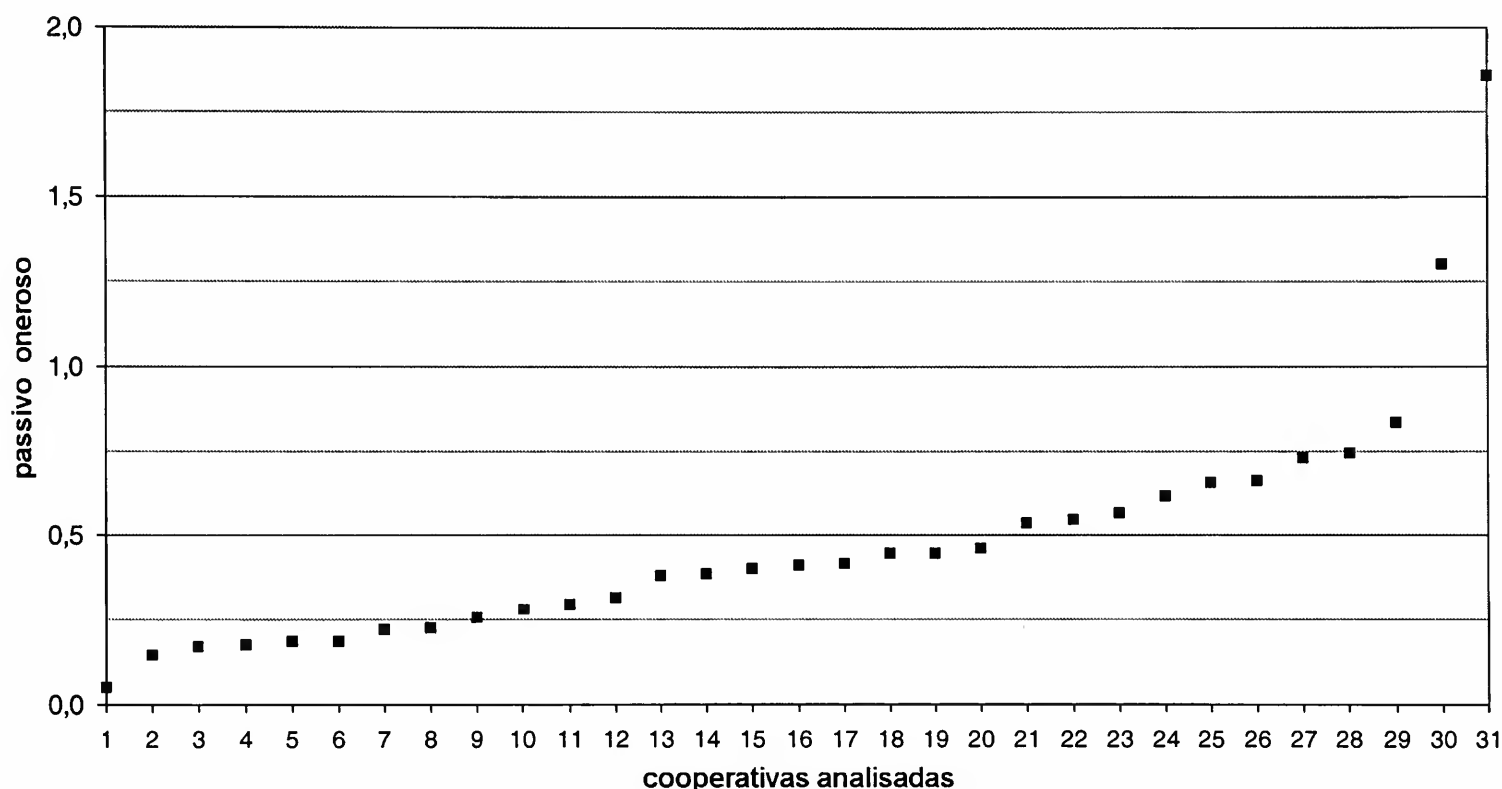
O endividamento interno é, aqui, expresso pela relação “crédito de cooperados / ativo total” Percebe-se, por meio da Figura 4, que 15 cooperativas apresentavam, em 1996, endividamento interno menor do que $\frac{1}{4}$ do ativo total.

²⁰ Em demonstrações contábeis, curto prazo representa o período de um ano.

Das 16 cooperativas restantes, 4 apresentavam endividamento interno maior do que a metade de seu ativo total e, dessas, duas detinham, à época, um endividamento interno maior do que seu ativo total. Pode parecer estranho à primeira vista, já que o ativo de uma cooperativa engloba todos seus bens e direitos, e nesses últimos estariam também incluídos créditos concedidos, pela cooperativa, a seus associados. Considerando, no entanto, que parte desses créditos pode ser classificado como “não recebível”, deixando de fazer parte do ativo, o endividamento interno de uma cooperativa poderia, então, ser maior do que seu ativo total, colocando tal empresa numa situação financeira extremamente delicada.

A Figura 5 mostra o indicador econômico-financeiro denominado “passivo oneroso”

Figura 5
Passivo Oneroso das Cooperativas Agropecuárias Paranaenses Analisadas, 1996



Fonte: Banco do Brasil S.A., 1997.

O passivo oneroso foi calculado por meio da relação “endividamento oneroso / ativo total”, onde endividamento oneroso é a soma do passivo circulante financeiro com o exigível de longo prazo.²¹ A Figura 5 mostra que das 31 cooperativas analisadas, 11 apresentavam, em

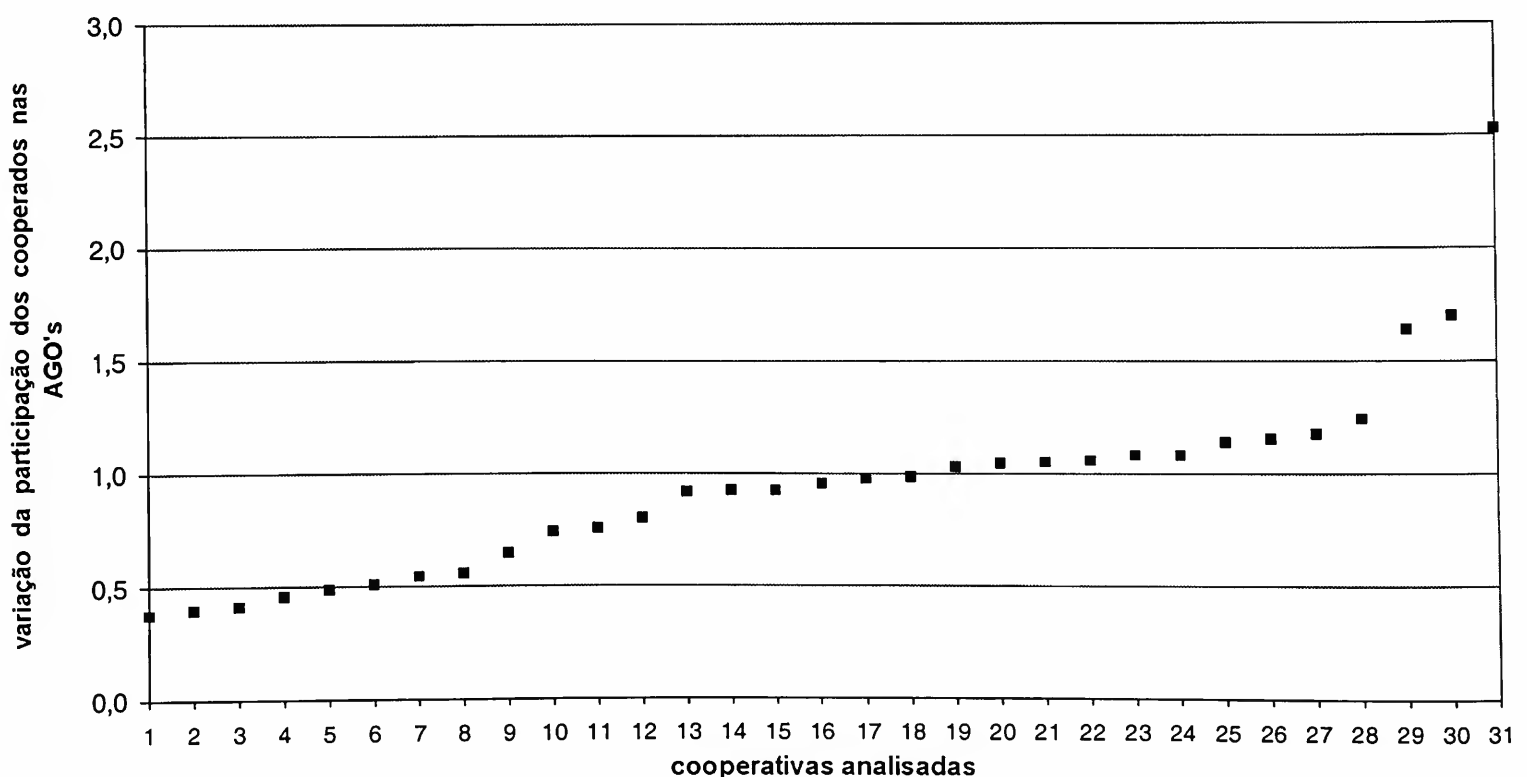
21 Exclui-se do endividamento oneroso as operações de repasse por intermédio da Cooperativa, lastreadas por cédulas-filhas emitidas pelos cooperados em favor desta.

1996, endividamento oneroso superior à metade de seu ativo total e, dessas, duas com passivo oneroso superior à unidade, o que significa que seus bens e direitos (ativo) não se mostravam suficientes para liquidar a totalidade de suas dívidas onerosas.

Nas Figuras 6 a 8 serão apresentados os dados relacionados aos indicadores socioeconômicos das cooperativas agropecuárias paranaenses analisadas. A Figura 6 mostra o indicador denominado “variação da participação dos cooperados nas Assembléias Gerais Ordinárias (AGOs)”, entre 1997 e 1996.

Percebe-se pela Figura 6 que a maior parte das cooperativas analisadas, mais especificamente 18 delas, apresentaram redução na participação dos cooperados nas Assembléias Gerais Ordinárias entre os anos de 1996 e 1997. Tal redução, associada aos baixos índices de participação observados no período, de cerca de 30% nas cooperativas analisadas, segundo OCEPAR (1997), revela uma situação preocupante, já que a participação em Assembléias Gerais é tida como uma das formas de monitoramento e direcionamento das atividades desenvolvidas pelos administradores da cooperativa.

Figura 6
Varição da Participação dos Cooperados nas AGOs das Cooperativas Agropecuárias Paranaenses Analisadas, 1996-1997

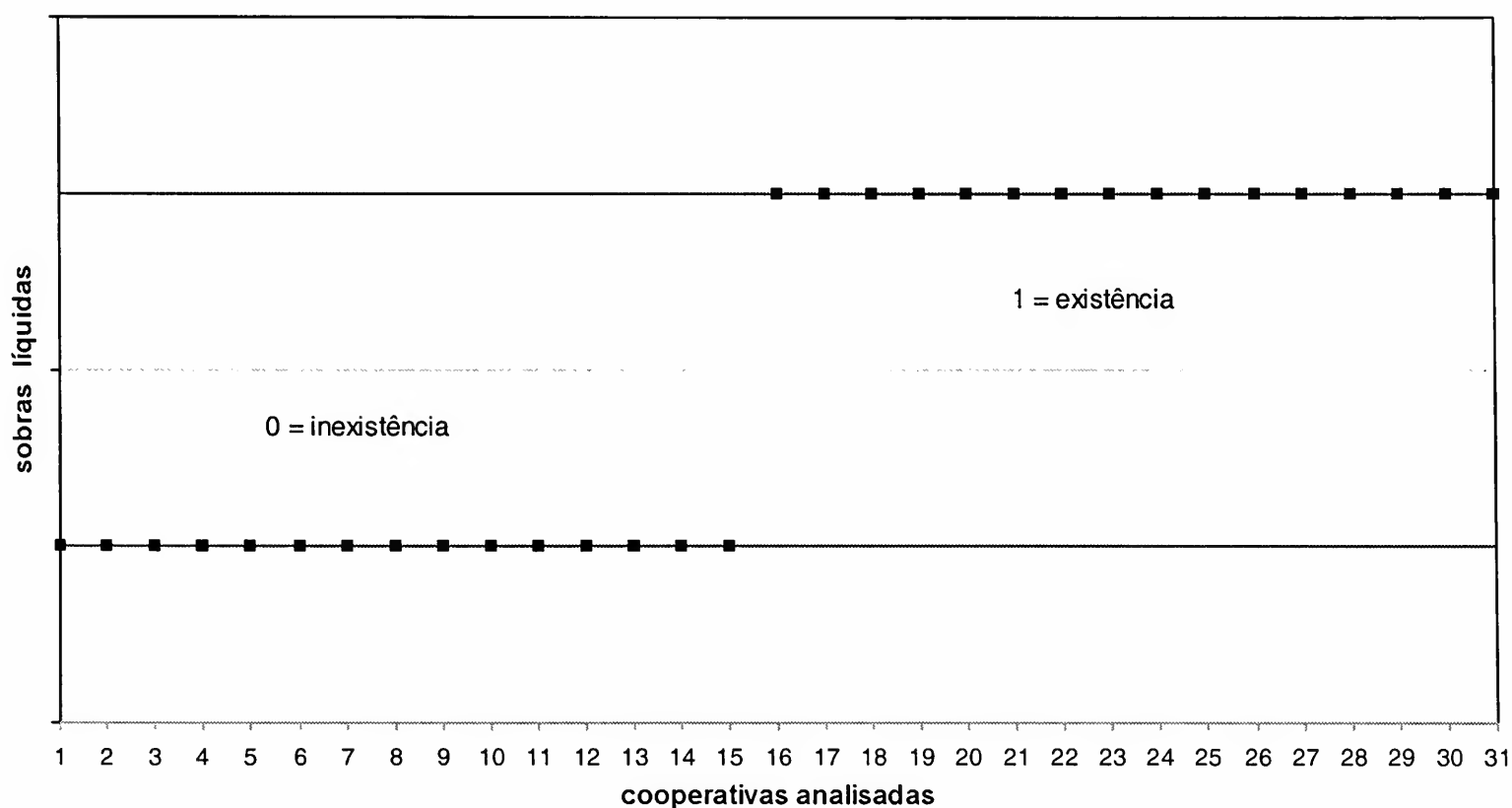


Fonte: OCEPAR, 1997.

A Figura 7 exhibe, para as 31 cooperativas analisadas, o indicador socioeconômico “sobras líquidas”, que revela a existência ou não de sobras líquidas para serem distribuídas aos associados, ao final do exercício, conforme o volume de suas operações com a cooperativa.

A distribuição de sobras líquidas em cooperativas, de acordo com o volume de operações de cada associado, é talvez uma das principais vantagens comparativas em relação às empresas de capital, no sentido de que estimula a fidelidade e, segundo Bialoskorski Neto (1994), proporciona aumento de renda aos cooperados. A inexistência de sobras líquidas, como observado na Figura 7, em 15 das 31 cooperativas analisadas, deixa de proporcionar os efeitos benéficos citados acima, podendo levar a uma significativa perda de credibilidade por parte dos cooperados.

Figura 7
Existência de Sobras Líquidas nas Cooperativas
Agropecuárias Paranaenses Analisadas, 1996



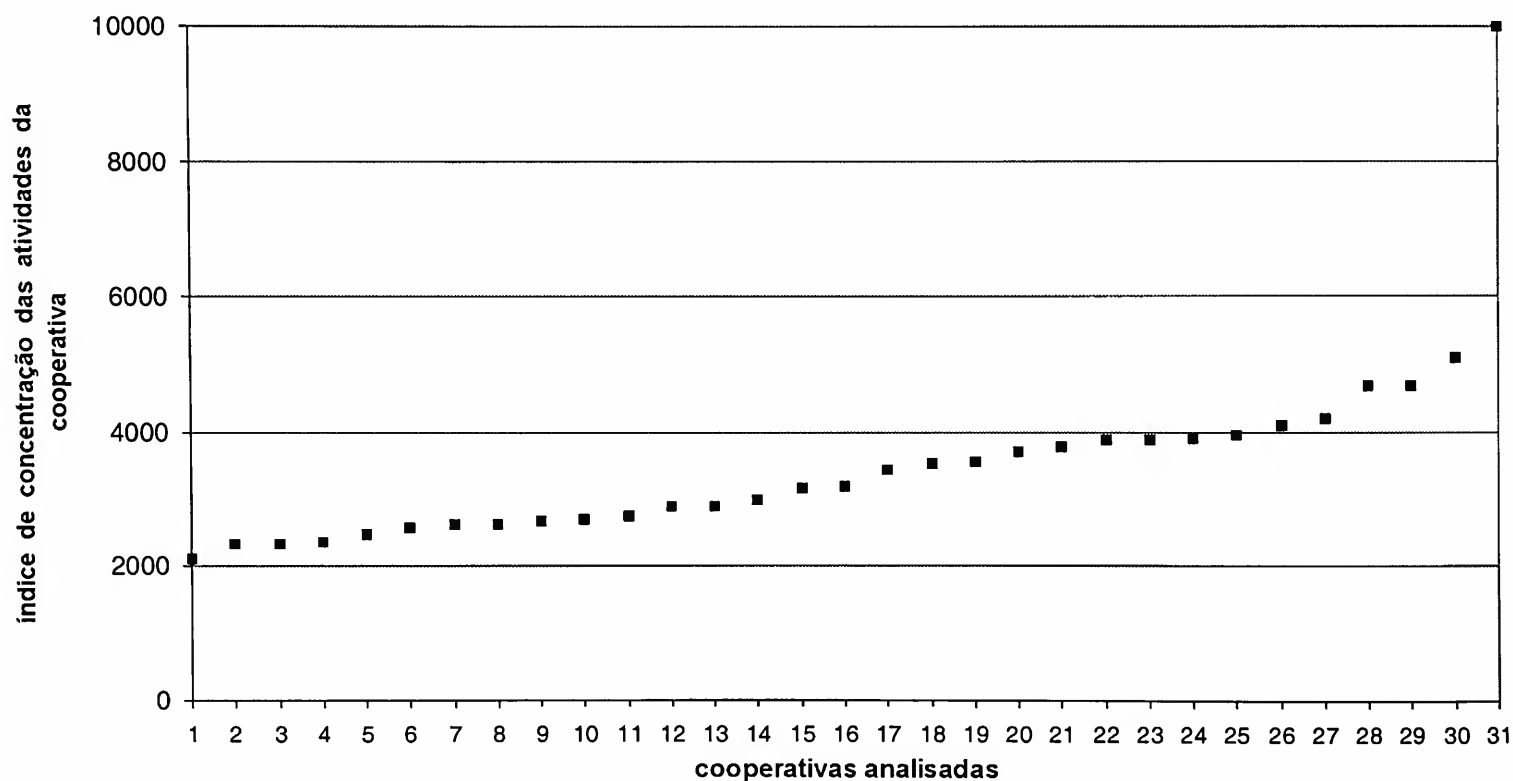
Fonte: OCEPAR, 1997.

Por último, a Figura 8 mostra o índice de concentração das atividades desenvolvidas pela cooperativa, cujo cálculo se assemelha ao do Índice de Herfindahl e Hirschman (HHI), largamente utilizado para medir a concentração dos mercados, no âmbito da Teoria da Organização Industrial. (Viscusi *et al.*, 1997) Valores menores significam maior diversificação

de atividades, por parte das cooperativas, enquanto valores maiores relacionam-se a baixos índices de diversificação e, portanto, maior concentração de atividades.

A Figura 8 mostra que as cooperativas, com exceção de uma delas que desenvolvia, em 1996, apenas uma atividade, encontravam-se dentro de uma faixa de valores que vai de 2000, onde se encontram as cooperativas mais diversificadas, até cerca de 5000, no caso de cooperativas com alta concentração de atividades e, portanto, menor diversificação.

Figura 8
Índice de Concentração das Atividades Desenvolvidas pelas Cooperativas Agropecuárias Paranaenses Analisadas, 1996



Fonte: OCEPAR, 1997.

Análise quantitativa

Os resultados referentes aos quatro modelos descritos anteriormente são apresentados um a um, nas Tabelas 1 a 4, seguidos de uma breve discussão. A Tabela 1 mostra os resultados do modelo 1, tendo apenas indicadores econômico-financeiros como variáveis independentes.

O índice de acerto (ou número de casos corretos em relação ao total de observações) ficou em 77,42%, muito próximo daquele obtido por Araújo (1996), 78,46%, evidenciando que a retirada da variável STV pouco alterou a qualidade do modelo, no que se refere ao grau de previsão da inadimplência.

Ainda comparando os resultados do modelo 1 com aquele estimado por Araújo (1996), pode-se notar uma alteração de grande impacto no que se refere à variável "ENI", que foi significativa a 34,2%, contra 98% no modelo de Araújo (1996). Isso significa que, para o ano de 1996, o endividamento interno não teve influência significativa na situação de inadimplência das cooperativas agropecuárias paranaenses.

Tabela 1
Resultados do Modelo 1 - Indicadores Econômico-Financeiros

Variável	Parâmetro	Desvio padrão	Estatística "t"	Significância
Constante	4,1801	4,1117	1,0166	0,3093
LIC	6,0361	3,5145	1,7175	0,0859
ENI	1,1762	2,6583	0,4425	0,6582
PAO	4,6197	3,4660	1,3329	0,1825

Número de observações: 31. Graus de liberdade: 27

Número de casos corretos: 24.

Para se tirar conclusões sobre o fato relatado acima, o modelo deveria ser aplicado a cooperativas agropecuárias de outros estados e, preferencialmente, utilizando-se dados mais recentes. No entanto, pode-se adiantar que uma das possíveis explicações reside no fato das necessidades de capital, advindas de débitos não quitados pelos cooperados, já terem sido supridas por outras fontes de recursos, muito provavelmente de terceiros (fornecedores e instituições financeiras). Isso se deve à dificuldade que as cooperativas vêm enfrentando na obtenção de recursos dos próprios cooperados.

A Tabela 2 apresenta os resultados do modelo 2, onde é introduzida a variável "AGO", representando a variação na participação dos cooperados nas Assembléias Gerais Ordinárias.

Tabela 2
Resultados do Modelo 2 - Introdução da Variável "AGO"

Variável	Parâmetro	Desvio padrão	Estatística "t"	Significância
Constante	7,5994	5,9196	1,2838	0,1992
LIC	6,9129	4,5372	1,5236	0,1276
ENI	3,6646	4,3915	0,8345	0,4040
PAO	6,9934	4,4972	1,5551	0,1199
AGO	- 4,6462	2,8019	1,6582	0,0973

Número de observações: 31. Graus de liberdade: 27.

Número de casos corretos: 26.

A introdução de um indicador socioeconômico representando a variação da participação dos cooperados nas Assembleias Gerais Ordinárias melhora a qualidade do modelo, no que se refere ao grau de acerto na previsão de inadimplência, passando de 77,42% no modelo 1 para 83,87%.

O resultado encontrado na estimação do modelo 2 está em conformidade com a hipótese **H1**, que foi levantada a respeito da influência da variação da participação dos cooperados na situação de inadimplência das cooperativas analisadas. O sinal negativo, aliado à significância de mais de 90%, mostra que cooperativas inadimplentes devem apresentar menor variação²² da participação dos seus cooperados nas AGOs.

O monitoramento dos esforços dos administradores (agentes) - aqui expresso pela participação dos cooperados nas AGOs -, por possibilitar o alinhamento de interesses entre associados (principais) e administradores (agentes), pode influenciar positivamente o resultado da empresa cooperativada, conforme citado por Sappington (1991).

A Tabela 3 exhibe os resultados do modelo 3, com a introdução da variável dicotômica "SOB", que representa a existência ou não de sobras líquidas a serem repartidas aos cooperados.

Como no modelo anterior, a introdução da variável "SOB", que representa a existência ou não de sobras líquidas repartidas aos cooperados proporcionalmente ao volume de operações, ocasionou uma melhora na previsão de inadimplência, passando de 77,42% no modelo 1 para 83,87%.

²² A menor variação, aqui, pode ser traduzida por um baixo índice de crescimento ou, até mesmo, por uma diminuição da participação dos cooperados nas AGOs.

Tabela 3
Resultados do Modelo 3 - Introdução da Variável “SOB”

Variável	Parâmetro	Desvio padrão	Estatística “t”	Significância
Constante	6,8009	5,8139	1,1698	0,2421
LIC	- 6,3647	4,6975	1,3549	0,1754
ENI	0,8364	2,1726	0,3850	0,7003
PAO	4,1020	4,4506	0,9217	0,3567
SOB	- 2,6221	1,5566	1,6845	0,0921

Número de observações: 31. Graus de liberdade: 27.

Número de casos corretos: 26.

Com relação ao resultado encontrado para essa variável, a estimação mostra que ele está de acordo com a hipótese **H2**. Isto significa que a existência de sobras, num determinado ano, indica uma situação financeira favorável para a cooperativa no ano seguinte. Pode parecer óbvio que um resultado superavitário num determinado ano leve a uma situação de adimplência no ano seguinte. Sabe-se, no entanto, que a continuidade dessa situação depende em grande parte da participação efetiva dos cooperados, com relação à compra de insumos e entrega de produtos, onde a existência de sobras líquidas parece ter papel significativo.

Bialoskorski Neto (1994) mostra que conforme aumenta a participação ativa do cooperado, por meio de suas relações com a empresa, também aumenta a capacidade de pagamento da cooperativa, medida pelo seu índice de liquidez corrente (ativo circulante / passivo circulante).

A Tabela 4 mostra os resultados do modelo 4, onde se introduz a variável “CON”, que representa o grau de diversificação das atividades desenvolvidas pela cooperativa.

Os resultados desse quarto modelo mostram que a introdução do indicador socioeconômico, relacionado com o grau de diversificação da cooperativa, trouxe como consequência um aumento no índice de acerto de quase dez pontos porcentuais, passando para 87,10%.

Os resultados obtidos com a estimação, para a variável “CON” (sinal positivo e significância) mostram que um alto índice de concentração deve influenciar negativamente a situação financeira da cooperativa, tal como previsto na hipótese **H3**.

Tabela 4
Resultados do Modelo 4 - Introdução da Variável "CON"

Variável	Parâmetro	Desvio padrão	Estatística "t"	Significância
Constante	6,7220	6,4484	1,0424	0,2972
LIC	13,3413	7,2779	1,8331	0,0668
ENI	2,5803	4,8215	0,5352	0,5925
PAO	4,5972	4,1378	1,1110	0,2665
CON	- 0,0012	0,0007	1,8022	0,0715

Número de observações: 31. Graus de liberdade: 27.

Número de casos corretos: 27.

A explicação poderia estar no alto risco assumido pela cooperativa, por concentrar suas atividades de comercialização em poucos produtos. Entretanto, deve-se ponderar que os cooperados vêm sofrendo forte pressão para diversificar suas atividades (por razões tecnológicas, de redução de custos e de riscos) e que um alto índice de concentração pode significar, também, uma prestação de serviços mais restrita por parte da cooperativa. A resposta do associado pode vir por meio da transferência de renda ao setor não cooperativo, trazendo resultados negativos para o desempenho financeiro de sua própria cooperativa.

Isso vem corroborar os resultados obtidos por Goodhus (1996), onde é demonstrado, com base na Teoria da Agência, que a diversificação afeta positivamente a performance das cooperativas.

O teste de multicolinearidade foi realizado por meio do cálculo da matriz de correlação, cujos resultados encontram-se descritos na Tabela 5.

Os resultados evidenciam a existência de um alto grau de correlação entre as variáveis independentes e, portanto, algumas considerações devem ser feitas.

Segundo Ferrari (1989, p. 4), "*a multicolinearidade ocorre em uma análise de regressão múltipla, quando as observações amostrais das variáveis independentes, ou combinações lineares delas, são altamente correlacionadas.*" Neter *et al.* (1983), citados por Ferrari (1989), afirmam que as variáveis independentes tendem a ser correlacionadas entre si em muitas situações não experimentais, tais como em ciências sociais, economia e finanças, entre outras.

Tabela 5
Teste de Multicolinearidade - Resultados da Matriz de Correlação

	LIC	ENI	PAO	AGO	SOB	CON
LIC	1,00	0,45	0,57	0,83	0,82	0,88
ENI		1,00	0,62	0,59	0,36	0,58
PAO			1,00	0,85	0,37	0,73
AGO				1,00	0,64	0,82
SOB					1,00	0,61
CON						1,00

Gujarati (1995) cita, como conseqüências da multicolinearidade, a maior magnitude da variância e covariância dos estimadores, intervalos de confiança de maior amplitude e a maior sensibilidade dos estimadores a pequenas variações nos dados.

Tais conseqüências estão relacionadas à afirmativa de Mandel (1982), citado por Ferrari (1989), de que a presença de multicolinearidade não implica, necessariamente, problemas com relação a previsões. Desde que elas estejam restritas a regiões do espaço das variáveis independentes onde a multicolinearidade se verifica, o modelo ajustado, freqüentemente, produzirá previsões satisfatórias.

Quando ocorrem problemas de multicolinearidade, Montgomery e Peck (1981), também citados por Ferrari (1989), observam que é comum a utilização de técnicas como a obtenção de dados adicionais ou, então, a reespecificação do modelo, por meio da eliminação de variáveis.

A primeira delas torna-se praticamente inviável, já que não existem dados sistematizados sobre indicadores econômico-financeiros e, principalmente, socioeconômicos das cooperativas de outros estados brasileiros. Algumas entidades representativas das cooperativas nos estados, tais como as OCEs²³ de Minas Gerais e São Paulo, estão iniciando os trabalhos de coleta, sistematização e análise dos dados, o que deverá viabilizar futuros estudos nessa área.

A eliminação de variáveis, apesar de ser considerada uma técnica altamente efetiva, poderá não promover solução satisfatória se as variáveis retiradas do modelo tiverem um grande poder

23 Organizações das Cooperativas nos Estados.

explicativo em relação à resposta, prejudicando sobremaneira o poder de predição do modelo. (Montgomery e Peck, 1981, citados por Ferrari, 1989)

A tendência natural deste estudo seria estabelecer um modelo de avaliação e classificação do risco de crédito para cooperativas agropecuárias com todas as variáveis conjuntamente. Entretanto, devido à presença de multicolinearidade, haveria a necessidade de se obter um maior número de dados, a fim de possibilitar a introdução de outros indicadores, de modo a evitar a inclusão simultânea de variáveis com elevada correlação.

Conclusões

As análises demonstram que apesar do problema de multicolinearidade detectado os indicadores socioeconômicos realmente interferem na previsão de inadimplência, no sistema financeiro, das cooperativas agropecuárias do Estado do Paraná.

O referencial teórico utilizado (Teoria da Agência) mostrou-se adequado ao estudo das relações existentes entre o cooperado e sua empresa, evidenciando que características peculiares das cooperativas, como seu objetivo primordial de prestação de serviços e seus princípios doutrinários, estão intimamente ligadas à situação financeira da empresa. O presente trabalho de pesquisa permitiu não somente caracterizar os indicadores socioeconômicos, como também analisá-los sob a ótica da Teoria da Agência e levantar hipóteses sobre sua influência na situação financeira das cooperativas agropecuárias paranaenses.

Cada um dos indicadores utilizados mantém estreita relação com aspectos que caracterizam as cooperativas e também as diferenciam das empresas de capital: a participação dos cooperados nas AGOs é incentivada pelo princípio doutrinário onde “a cada homem cabe um voto”; a existência de sobras líquidas está relacionada com o princípio doutrinário denominado “participação econômica dos sócios”; e a diversificação das atividades desenvolvidas pelas cooperativas, por sua vez, visa atender ao objetivo primordial dessas empresas: a prestação de serviços a seus associados.

Os resultados mostraram que cooperativas inadimplentes devem apresentar menor variação na participação dos cooperados em AGOs, inexistência de sobras líquidas e menor diversificação de suas atividades. A introdução desses indicadores possibilitou, ainda, melhorar o grau de acerto na previsão de inadimplência das cooperativas analisadas, em um modelo que continha apenas indicadores econômico-financeiros, como variáveis independentes.

O emprego de indicadores socioeconômicos na avaliação financeira de cooperativas agropecuárias poderia promover melhor adequação dos modelos de previsão de inadimplência ou de análise de risco de crédito²⁴ às particularidades das empresas cooperativadas, permitindo ao Banco do Brasil um melhor gerenciamento sobre o risco de crédito das cooperativas agropecuárias.

Estudos relativos à avaliação financeira de cooperativas agropecuárias devem, portanto, considerar a inclusão de indicadores socioeconômicos. Cabe ressaltar, no entanto, que devido ao alto grau de correlação das variáveis independentes (multicolinearidade) a capacidade de previsão dos modelos estabelecidos no presente estudo deve ficar restrita às cooperativas analisadas.

Essa restrição aponta para a necessidade de se aprimorar a coleta e sistematização de dados socioeconômicos das cooperativas brasileiras, sem os quais, estudos dessa natureza ficam restritos a determinadas regiões ou segmentos do cooperativismo.

A escassez de trabalhos nessa área revela outra necessidade: a de se aprofundar os estudos sobre cooperativas de um modo geral, notadamente em âmbito nacional. São poucos os trabalhos de pesquisa que procuram analisar com profundidade o cooperativismo e suas particularidades.

Referências bibliográficas

Araújo, U. M. *Assimetria de informação no crédito rural: aspectos teóricos e um modelo para classificação do risco dos créditos concedidos a cooperativas agropecuárias*. 1996. 81p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.

Arrow, K. J. The economics of agency. In: Pratt, J. W., Zeckhauser, R. J. (orgs.), *Principals and agents: the structure of business*. Boston: Harvard Business School Press, 1991, cap.2, p. 37-51.

Banco do Brasil S.A.. Superintendência Estadual do Paraná. *Diagnóstico do segmento cooperativista agropecuário do Paraná - 1996*. Curitiba: SUPER-PR/PROJE 1, 1996. 21p.

24 Segundo Silva (1997), os modelos de risco de crédito permitem não somente prever uma situação de inadimplência como também obter uma classificação ("rating") da empresa analisada, de acordo com o risco de crédito. Para mais detalhes, ver Silva (1997).

- _____. Superintendência Estadual do Paraná. *Diagnóstico do segmento cooperativista agropecuário do Paraná - 1997*. Curitiba: SUPER-PR, PROJE 1, 1997. 36p.
- _____. Superintendência Estadual do Paraná. *Diagnóstico do segmento cooperativista agropecuário do Paraná - 1998*. Curitiba: SUPER-PR, PROJE 1, 1998a. 32p.
- _____. Unidade Estratégica de Negócios Rural e Agroindustrial. *Plano tático: cooperativas agropecuárias e agroindustriais*. Brasília: GCOOP, DICOP, 1998b. 32p.
- _____. Superintendência Estadual do Paraná. *Diagnóstico do segmento cooperativista agropecuário do Paraná - 1999*. Curitiba: SUPER-PR, RURAL, 1999. 34p.
- Bialoskorski Neto, S. *Agribusiness cooperativo: economia, doutrina e estratégias de gestão*. 1994. 135p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- _____. *Cooperativas: economia, crescimento e estrutura de capital*. 1998. 257p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Cruz Filho, H. *Informação contábil como fator de estímulo à participação na cooperativa*. 1995. 84p. Tese (Magister Scientiae) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- Ferrari, F. *Estimadores viesados para modelos de regressão em presença de multicolinearidade*. 1989. 127p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" Universidade de São Paulo. Piracicaba.
- Goodhus, R. E. Agency theory and effort incentives in agricultural cooperatives. *American Journal of Agricultural Economics*, v. 78, n. 5, p. 1398, Dec. 1996.
- Gujarati, D. N. *Basic econometrics*. 3.ed. New York: McGraw-Hill, 1995. 838p.
- Irion, J. E. *Cooperativismo e economia social*. São Paulo: STS, 1997. 344p.
- Jensen, M. C., Meckling, W. H. Theory of the firm: managerial behavior, agency costs and ownership structure. *Journal of Financial Economics*, v. 3, n. 4, p. 305-360, Oct. 1976.
- Lennox, C. Identifying failing companies: a reevaluation of the logit, probit and DA approaches. *Journal of Economics and Business*, v. 51, p. 347-364, 1999.
- Maddala, G. S. *Limited-dependent and qualitative variables in econometrics*. Cambridge: Cambridge University Press, 1986. 401p.

OCEPAR. *Banco de dados cooperativista: ano base 1990 - exercício 1991* Curitiba: OCEPAR, 1991. 142p. v. XV.

_____. *Banco de dados cooperativista: ano base 1995 - exercício 1996*. Curitiba: OCEPAR, 1996a. 88p. v. XX.

_____. *Cooperativas: caminhos macroeconômicos para as cooperativas paranaenses - desafios e oportunidades*. Curitiba: OCEPAR, 1996b. 172p.

_____. *Banco de dados cooperativista: ano base 1996 - exercício 1997* Curitiba: OCEPAR, 1997 81p. v. XXI.

_____. *Banco de dados cooperativista: ano base 1997 - exercício 1998*. Curitiba: OCEPAR, 1998. 80p. v. XXII.

Oliveira Júnior, C. C. de. *Avaliação da eficiência empresarial das cooperativas*. 3.ed. Curitiba: OCEPAR, 1996. 79p. (Série Cooperativismo, 14)

Pinho, D. B. *A empresa cooperativa: análise social, financeira e contábil*. São Paulo: Coopercultura, 1986. 80p.

Pratt, J. W., Zeckhauser, R. J. Principals and agents: an overview. In: Pratt, J. W.; Zeckhauser, R. J. (orgs.), *Principals and agents: the structure of business*. Boston: Harvard Business School Press, 1991. cap. 1, p. 1-35.

Richards, T. J., Klein, K. K.; Walburger, A. Principal-agent relationships in agricultural cooperatives: an empirical analysis from Rural Alberta. *Journal of Cooperatives*, v. 13, 1998.

Ricketts, M. J. *The economics of business enterprise: new approaches to the firm*. Brighton: Wheatsheaf, 1987 306p.

Sappington, D. E. M. Incentives in principal-agent relationship. *Journal of Economic Perspectives*, v. 5, n. 2, p. 45-66, Spring 1991.

Schneider, J. O. Uma proposta para o balanço social das cooperativas: avaliação do desempenho social das cooperativas. *Perspectiva Econômica*, v. 14, n. 45, ago/out. 1984. Série Cooperativismo, 14.

Silva, J. P. da. *Gestão e análise de risco de crédito*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1998. 388p.

Tord, M.; Amat, J. *Finanzas para cooperativas*. Barcelona: CEAC, 1981. 196p.

Viscusi, W. K., Vernon, J. M.; Harrington, J. E. Market structure and strategic competition. *In*: Viscusi, W. K.; Vernon, J. M.; Harrington, J. E. *Economics of regulation and antitrust*. 2.ed. Cambridge: The MIT Press, 1997.

O custo social da energia elétrica: uma análise a partir da bacia hidrográfica do rio São Francisco*

José Carrera-Fernandez[§]

RESUMO

Este trabalho analisa a questão da geração hidráulica de energia no Brasil e chama a atenção para o fato de que, ao atuar sobre a capacidade de armazenamento disponível do sistema hídrico e impor restrições de ordem técnica, essa geração causa custos de sustentabilidade aos vários usuários desse sistema. Esses custos decorrem principalmente da restrição de vazão, que deve ser necessariamente assegurada a montante, e das perdas por evaporação nos reservatórios de regularização. Tomando-se a bacia hidrográfica do rio São Francisco para análise, importante fonte de geração hidrelétrica para o sistema elétrico nacional e especialmente para o Nordeste, este estudo avalia o custo social da geração de energia hidrelétrica. O fato do setor de energia elétrica não contabilizar esse custo implica que as tarifas de eletricidade estão sendo subavaliadas pelo mercado. Em consequência, os agentes econômicos estão sendo induzidos a utilizar a energia hidrelétrica mais intensivamente do que o seu nível socialmente ótimo, gerando, assim, uma alocação ineficiente de recursos na economia, com reflexos negativos para toda a sociedade.

Palavras-chave: preço social da energia elétrica, geração hidráulica de energia, tarifa de energia elétrica, usos múltiplos dos recursos hídricos, cobrança pelo uso da água.

ABSTRACT

This paper examines the question of hydraulics generation of electricity in Brazil and calls attention to the fact that, despite the water utilization for electrical power generation be considered as a consumptive use of water resources, hydroelectric generation brings upon sustainability costs to basin systems, because it establishes technical restrictions (the need to guarantee adequate upstream water flow, evaporation losses of reservoirs, and changes of downstream water flow), which are not considered by the sector through its electricity pricing mechanism. The fact that the electricity sector does not take into account these social costs, implies that electricity price is being undervalued by the market, generating in this way an inefficient allocation of resources in the Brazilian economy, by inducing economic agents to use hydroelectricity more intensively than its social optimum level, with negative effects to the society as a whole.

Key words: social price of electricity, hydraulics generation of electricity; electricity price; multiple utilization of water resources; charging for utilization of water.

JEL classification: D61, D62, H43, Q48.

* O autor agradece a assessoria eficiente do Eng. Luiz Camargo e aos estagiários Aline Nogueira e Fábio Sena, assim como a Wilson Menezes e a dois pareceristas anônimos desta revista por comentários e sugestões a uma primeira versão deste trabalho, mas se responsabiliza por qualquer erro que porventura possa existir.

§ Professor do Mestrado em Economia da Universidade Federal da Bahia e PhD* em Economia pela The University of Chicago.

1 Introdução

A utilização dos recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica data do início do século, quando começou efetivamente o ciclo da industrialização do País. Essa passagem de economia predominantemente agrícola para economia industrial exigiu esforços do governo no sentido de atrair a iniciativa privada, principalmente a estrangeira, que era a detentora da tecnologia de geração. Graças a essa iniciativa pioneira do governo brasileiro, implementou-se, em 1901, sobre o rio Tietê, o primeiro aproveitamento hidrelétrico no Brasil, que foi a usina de Parnaíba, com potência instalada inicial de 2 MW.¹ Alguns anos mais tarde, mais precisamente em 1908, construiu-se a usina de Lages em Minas Gerais, com 24 MW de potência instalada. Ambas as hidrelétricas foram construídas em parceria com a empresa canadense Light.

Com a edição do Código de Águas,² em 1934, estabeleceram-se as bases para a consolidação do setor elétrico brasileiro e aumentou-se o ritmo de implantação de aproveitamentos hidrelétricos nas principais bacias hidrográficas de domínio da União. A criação da Companhia Hidro Elétrica do São Francisco (CHESF), em 1945, e sobretudo a criação das Centrais Elétricas Brasileiras (ELETROBRÁS), em 1961, vieram consolidar a hegemonia do setor elétrico no contexto da administração pública brasileira. Essa consolidação permitiu a construção de algumas centenas de plantas hidrelétricas de médio e grande portes, sem que fossem levadas em consideração as crescentes demandas por água bruta de outros setores da economia. Salto Osório, Salto Santiago, São Simão, Ilha Solteira, Jupia, Itumbiara, Paulo Afonso, Sobradinho são exemplos de grandes plantas que viriam a ser superadas, em dimensões e sobretudo em potência instalada, por Itaipu, o cartão postal mais reluzente do setor.

Nesse contexto, o setor de geração hidrelétrica veio a ocupar o papel de grande demandante da água no Brasil, privilegiado que foi pela administração pública federal como usuário prioritário dos recursos hídricos, colocando todos os demais setores usuários a reboque dos programas de construção dessas grandes hidrelétricas. A consequência dessa linha de ação é que, hoje, mais de 95% de toda a energia elétrica produzida no Brasil é proveniente de centrais hidrelétricas. Outros países, por exemplo a França, a Alemanha e os Estados Unidos, optaram por outras fontes de geração, especialmente a nuclear e a térmica. Essa clara opção

1 A energia elétrica no Brasil foi utilizada pela primeira vez em 1883, com a instalação da usina de Ribeirão do Inferno, em Diamantina - MG.

2 Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934.

do governo brasileiro pela geração hidrelétrica, em detrimento de outras fontes de geração, foi inicialmente motivada pela forte dependência brasileira de fontes externas de combustíveis fósseis e, mais tarde, pelos riscos de acidentes nucleares e suas graves consequências para a sociedade. Mas, foram os baixos custos de geração hidrelétrica e a enorme malha hidrográfica brasileira, com grande potencial hidroenergético, que contribuíram decisivamente para a escolha dessa fonte energética.

O problema é que a água, embora seja um recurso natural renovável, é um bem cada vez mais escasso, e a expansão da geração hidrelétrica tornou o setor elétrico brasileiro fortemente dependente da base nacional de recursos hídricos. Além de representar um potencial para perigosos conflitos entre usuários múltiplos pelo uso da água, a geração hidrelétrica tem impedido, de certa forma, o crescimento sustentável de certas regiões, principalmente pela restrição imposta à expansão da agricultura irrigada. Este é o caso específico da bacia hidrográfica do rio São Francisco, onde as usinas hidrelétricas aí construídas impedem a exploração de uma extensa área de terras potencialmente irrigáveis, exclusivamente pelos riscos que tais projetos imporiam à geração de energia elétrica.³ Além do mais, a produção de energia elétrica, se mantida nos níveis atuais, pode tornar inviável qualquer projeto de transposição de suas águas para o Nordeste setentrional, transposição esta que só poderia ser viabilizada por meio de volumosos investimentos em audaciosos projetos de reversão de bacias.

Embora a utilização da água para geração de energia elétrica seja considerada como uso não consuntivo dos recursos hídricos, a geração hidráulica de energia impõe custos sociais de sustentabilidade aos sistemas hídricos. O problema é que tais custos não têm sido levados em consideração pelo setor elétrico na formação de suas tarifas. O fato do setor de energia elétrica não contabilizar esses custos significa que a tarifa de energia elétrica tem sido tradicionalmente subavaliada pelo mercado. Isso tem acarretado uma alocação ineficiente dos recursos na economia brasileira, no sentido de que os agentes econômicos estão sendo induzidos a utilizar a energia hidrelétrica mais intensivamente do que o seu nível socialmente ótimo,⁴ com graves reflexos negativos para toda a economia.

3 Estima-se que cada metro cúbico de água por segundo retirado desse manancial represente uma redução na produção de energia elétrica da ordem de 2,5 MWano ou 0,29 KWh. (Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República, 1994)

4 O nível social ótimo é aquele definido no ponto onde o custo marginal social de produção de energia elétrica, que além do custo marginal privado inclui todos os efeitos externos tecnológicos, se iguala ao benefício marginal social gerado pelo recurso.

Tentando avaliar o impacto dessa alocação dos recursos hídricos para a sociedade, este trabalho estima os custos sociais incorridos pela geração hidráulica de energia para os sistemas hídricos. Especificamente, este estudo quantifica os custos sociais que o setor elétrico impõe à sociedade ao: (i) restringir na bacia o uso dos recursos hídricos a montante da geração, indisponibilizando, assim, grandes quantidades desses recursos que poderiam estar sendo utilizados em outras finalidades; (ii) provocar perdas por evaporação nos reservatórios de regularização da vazão, reduzindo, conseqüentemente, a disponibilidade hídrica do sistema a jusante; além de (iii) alterar o padrão de escoamento a jusante, para o caso das usinas que trabalham no pico de consumo.

Além desses efeitos externos negativos relacionados à geração hidrelétrica, deve-se destacar que existem outras externalidades ambientais (negativas e positivas) passíveis de serem valoradas economicamente e contabilizadas ao custo social dessa geração.⁵ Embora uma avaliação aprofundada desses outros efeitos externos esteja fora do escopo desse trabalho, deve-se destacar que tais efeitos poderiam alterar marginalmente, para mais ou para menos, a estimativa do custo social da energia elétrica.

A bacia hidrográfica escolhida para avaliar o custo social de energia elétrica foi a do rio São Francisco. Essa escolha se deu porque esta é uma das mais importantes fontes de geração de energia para o sistema elétrico brasileiro e a mais significativa do sistema Nordeste. Além do mais, suas águas são demandadas, na própria região hidrográfica, para uma série de importantes projetos públicos e privados para exploração agrícola de irrigação e, em outras regiões, por meio de transposição para os estados do Nordeste setentrional.

É importante ressaltar que, ao incorporar esse custo social de oportunidade à estrutura tarifária de energia elétrica, o setor elétrico brasileiro estaria sinalizando para seus usuários o verdadeiro custo desta para a sociedade. Isto é, ao contabilizar esse custo social, as tarifas de energia elétrica estariam induzindo os agentes econômicos (nas suas decisões de consumo e produção) a utilizar esse recurso de forma mais eficiente, ao nível socialmente ótimo. De fato, a incorporação desse custo social às tarifas de energia elétrica funcionaria como mecanismo de correção das divergências entre os preços de mercado e os preços sociais, orientando eficientemente as ações de investimento na economia.

5 Por exemplo, a construção de reservatórios de regularização causa custos por inundação de terras, com conseqüentes desapropriações e deslocamentos da população, além de alterações na qualidade das águas nesses reservatórios. Por outro lado, essas barragens geram efeitos externos positivos ao reduzirem os riscos de enchentes a jusante e trazem benefícios sociais em períodos de seca. A geração hidrelétrica também gera benefícios sociais ao evitar a emissão de gases poluentes na atmosfera, que seriam fatalmente produzidos pela geração termelétrica.

Além dessa introdução, este trabalho possui mais quatro seções. A segunda contém a fundamentação teórica do custo social que o setor de energia elétrica impõe a toda a sociedade. Visando levantar as informações necessárias para o cálculo desse custo para a região Nordeste, a seção seguinte contém uma caracterização geral da bacia hidrográfica do rio São Francisco, na qual apresentam-se os mais relevantes aspectos econômicos, hidrológicos e pedológicos. Com base nas informações levantadas, estima-se, na quarta seção, o custo social da energia elétrica no Nordeste, tomando-se duas hipóteses alternativas. Na primeira, mais realista, a produção de energia elétrica seria mantida no nível atual das usinas aí instaladas, enquanto que na segunda hipótese, mais improvável por causa do racionamento atual de energia elétrica, haveria uma redução na geração hidrelétrica, estabelecida ao nível da vazão mínima das respectivas usinas. Finalmente, apresentam-se as conclusões e considerações finais deste trabalho.

2 O custo social da energia elétrica: a fundamentação teórica

Admitindo-se a existência de uma economia “ideal”, na qual os mercados operam livremente, em condições de concorrência perfeita, com pleno emprego e perfeita mobilidade dos recursos, então o preço de mercado seria um bom indicador do valor dos bens para a sociedade. Na prática, entretanto, essas condições ideais são raramente verificadas, de modo que o sistema de preços de mercado deixa de ser um bom indicador dos custos para a sociedade. Isso porque esses preços contêm uma série de distorções em relação às condições ideais de equilíbrio.

Em uma economia caracteristicamente marcada pela existência de imperfeições, longe de serem alcançadas as condições ideais de mercado, tem-se que as decisões de investimento e consumo na economia, quando baseadas nas tarifas praticadas pelo mercado, levam a economia a alocar os seus recursos de forma ineficiente. Portanto, é necessário introduzir mecanismos que corrijam as divergências entre os preços de mercado e os preços sociais, orientando as ações de gasto na economia, pois só assim pode-se reduzir o uso dos recursos subavaliados e ampliar a utilização dos recursos superavaliados pelo mercado. A correção dessas divergências só poderá ser conseguida por meio da adoção de uma política explícita baseada nos preços sociais desses recursos.

De acordo com os manuais de avaliação social de projetos, a metodologia utilizada para estimar a tarifa social de energia elétrica está baseada na fonte utilizada para geração (se hidrelétrica ou termelétrica), bem como no excesso de capacidade do sistema elétrico.⁶ No

6 A esse respeito veja-se, por exemplo, Contador (1998) e Harberger (1972).

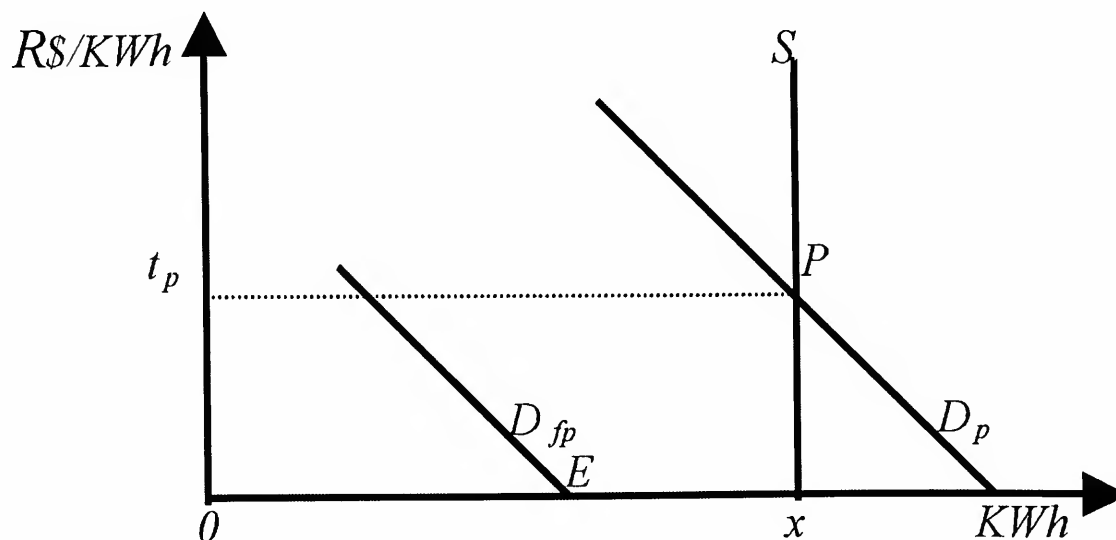
caso de geração hidrelétrica, o custo marginal social por KWh é praticamente nulo nos períodos fora do pico de consumo e positivo durante os períodos correspondentes ao pico de consumo. Nesse caso específico, a curva típica do custo marginal social teria o formato da curva OxS disposta na Figura 2.1.

Especificamente, em um sistema operando com capacidade ociosa, ou seja, quando a oferta de energia é abundante em relação à sua demanda, a energia gerada tem um custo marginal muito baixo (próximo de zero) para a sociedade; assim, para efeitos práticos, tem-se um custo social praticamente nulo. No caso em que o sistema opera fora do pico de consumo, situação que está sendo representada na Figura 2.1 pela demanda fora do pico D_{fp} , o equilíbrio se daria no ponto E. A justificativa oferecida para esse custo social ser nulo é de que a água que movimenta as turbinas seria perdida de qualquer forma. Por outro lado, quando o sistema opera no pico de consumo (situação representada nessa figura pela demanda de pico D_p), o custo social seria determinado pelo benefício sacrificado em outras atividades. Neste caso, o equilíbrio seria representado pelo ponto de interseção entre a demanda D_p e o segmento vertical xS (ponto P da figura). Dessa forma, a tarifa social de energia elétrica, t^* , seria obtida por meio da ponderação desses custos sociais, donde resultaria:

$$t^* = \alpha t_p$$

onde t_p é o benefício sacrificado em outras atividades e α é a proporção do tempo em que o sistema de geração hidrelétrica opera no pico de consumo, com $0 < \alpha < 1$.

Figura 2.1
Custo Social da Energia Elétrica



O problema que se apresenta com essa metodologia é que, independentemente da produção se dar no período de pico de consumo ou fora deste, a geração hidrelétrica atua sobre a capacidade de armazenamento disponível do sistema hídrico, exigindo que um certo volume seja reservado para esse fim, embora essa água seja, na maior parte do tempo, reposta ao manancial a jusante. Em outras palavras, os projetos de utilização da água para geração de energia elétrica estabelecem uma restrição técnica de vazão, a ser assegurada a montante do sistema, que deve ser levada em consideração quando da análise de sustentabilidade dos sistemas hídricos.⁷ Embora a utilização da água para produção de energia elétrica seja considerada como uso não consuntivo dos recursos hídricos, a geração hidráulica de energia também provoca perdas por evaporação nos reservatórios de regularização da vazão, reduzindo assim o fluxo a jusante. Deve-se lembrar que, tradicionalmente, essas perdas não são levadas em consideração no estudo da disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas utilizadas para essa finalidade.⁸ Ademais, para o caso de hidrelétricas que trabalham no pico de consumo deve-se considerar também a alteração que tais usinas, ao bombearem a água de volta, acarretam no padrão de escoamento a jusante. Todos esses custos não são levados em consideração pelo setor elétrico quando da determinação das tarifas de energia elétrica.

Essa questão pode ser melhor entendida ao se comparar os níveis ótimos de utilização da água nas atividades de geração de energia elétrica e produção agrícola irrigada, dois setores econômicos que mais competem pelo uso dos recursos hídricos no País. O nível ótimo privado de utilização de água na geração de energia elétrica, quando analisado exclusivamente sob o ponto de vista do setor elétrico, x_e^* , é obtido postulando-se que o mesmo maximiza sua função de excedente econômico⁹ π_e , ou seja:

$$\max_{x_e} \pi_e = t f(x_e) - w_e x_e, \text{ com } f' = \partial f / \partial x_e > 0 \quad (2.1)$$

onde t é a tarifa de energia elétrica, x_e é a quantidade de água requerida na geração hidrelétrica, w_e é o preço de mercado da água nesse uso (em termos de seus custos marginais de utilização da água) e $f(x_e)$ é a função de produção de energia elétrica. Isto é, o nível ótimo de utilização da água na geração hidráulica de energia é obtido por meio da condição de

7 Estima-se que cada KWh de energia elétrica gerado pelo setor restringe a vazão a montante do ponto de produção em 3,45 m³/s. Este resultado decorre do requerimento observado na nota 3.

8 As perdas totais por evaporação nos reservatórios de Três Marias, Sobradinho, Itaparica, Paulo Afonso e Xingó, importantes hidrelétricas na interligação do sistema Norte-Nordeste, correspondem a mais de 290 m³/s ou 9,15 bilhões de metros cúbicos de água por ano.

9 Objetivando-se simplificar a análise, supõe-se que os outros fatores de produção utilizados na geração de energia elétrica são constantes.

primeira ordem para um máximo interior¹⁰ $tf'(x_e) = w_e$, a qual estabelece uma igualdade entre o valor da produtividade marginal da água na geração de energia elétrica e o seu preço nesse uso.

O nível ótimo privado de utilização da água no setor agrícola de irrigação, por outro lado, é derivado postulando-se que este setor maximiza sua função de lucro nessa atividade¹¹ π_a :

$$\max_{x_a} \pi_a = p_a g\{x_a, h[f(x_e)]\} - w_a x_a, \text{ com } g'_x = \partial g / \partial x_a > 0 \text{ e } g'_h = \partial g / \partial h < 0 \quad (2.2)$$

onde p_a é o preço dos produtos agrícolas, x_a é a quantidade de água utilizada na agricultura irrigada, w_a o preço de mercado da água nesse uso (em termos de seus custos marginais de utilização da água), $g[x_a, h(x_e)]$ é a função de produção de produtos agrícolas e $h(x_e)$ é a restrição que a geração de energia elétrica impõe à produção agrícola de irrigação, ao limitar a disponibilidade hídrica do sistema, de modo que $h'_x = \partial h / \partial (x_e) > 0$. O nível ótimo de utilização da água nesse uso é obtido igualando-se o valor da produtividade marginal da água na produção agrícola ao seu preço nesse uso, estabelecido pela condição de primeira ordem para um máximo interior¹² $p_a g'_x\{x_a, h[f(x_e)]\} = w_a$.

O problema se apresenta porque a geração de energia elétrica afeta negativamente a atividade agrícola de irrigação, ao impor limites à utilização dos recursos hídricos do sistema, principalmente por restrição de vazão e perdas por evaporação. Isto significa que a geração hidráulica de energia impõe custos sociais à agricultura irrigada, com sérias implicações para a comunidade. Esses custos estão sendo ignorados pelo setor elétrico nas suas decisões de produção de energia e, portanto, não estão sendo contabilizados aos seus custos de produção.

Quando analisado sob o ponto de vista mais amplo da sociedade, os níveis ótimos de utilização da água para os setores de energia hidrelétrica e agricultura irrigada seriam aqueles obtidos por meio de um processo de otimização da função de excedente econômico total π , a qual englobaria os excedentes econômicos dos dois setores tomados em conjunto:

$$\max_{x_e, x_a} \pi = tf(x_e) + p_a g\{x_a, h[f(x_e)]\} - w_e x_e - w_a x_a \quad (2.3)$$

10 Supõe-se que a condição de suficiência para um máximo (ou seja, $f'' < 0$) é também satisfeita.

11 Por simplicidade, supõe-se que os outros insumos, na função de produção da agricultura irrigada, não sofrem qualquer variação.

12 Supõe-se que a condição de segunda ordem para um máximo interior é também satisfeita, ou seja, $g'' < 0$.

do qual resultam as seguintes condições de primeira ordem para um ótimo interior $(t+p_a g_h h_f) f'(x_e) = w_e$ e $p_a g'[x_a, h(x_e)] = w_a$.

Deve-se ressaltar que as condições de primeira ordem para utilização ótima da água na agricultura irrigada nas óticas social e privada são exatamente iguais. Isto é, a condição $p_a g'[x_a, h(x_e)] = w_a$, que define o nível de utilização socialmente ótimo da água para o setor de irrigação (problema de otimização 2.3), é exatamente igual àquela obtida sob o ponto de vista privado (problema 2.2). No entanto, a condição que estabelece o nível socialmente ótimo de utilização da água para o setor de geração hidrelétrica é caracteristicamente diferente daquela obtida sob o ponto de vista privado (solução do problema de otimização 2.1). Essa diferença, $p_a g_h h_f f'(x_e)$, é devida à **externalidade tecnológica** que o setor de energia elétrica causa à agricultura irrigada, ao restringir a vazão a montante das hidroelétricas, estabelecer perdas por evaporação nos reservatórios e alterar a vazão a jusante.

Isto significa que o setor de energia elétrica não está alocando os recursos hídricos de forma eficiente, ao utilizá-los acima do nível socialmente ótimo, com prejuízos para os outros usuários da água. A Figura 2.2 ilustra este fato e ajuda a entender a razão dessa ineficiência na alocação desse recurso. A curva superior dessa figura representa o valor da produtividade marginal da água na geração hidrelétrica sob o ponto de vista privado, enquanto que a curva inferior indica tal valorização sob o ponto de vista social. Essa figura mostra que, ao preço de mercado w_e , o nível de utilização da água socialmente ótimo é $x_e^* < x_e$ (ponto S). Uma forma absolutamente correta e socialmente justa de fazer com que o setor elétrico corrija essas divergências, e utilize mais eficientemente os recursos hídricos, seria incorporar esse custo social de oportunidade ao preço de mercado da água na produção de energia elétrica, de modo que esse preço fosse elevado ao nível $w_e - p_a g_h h_f f'(x_e)$.

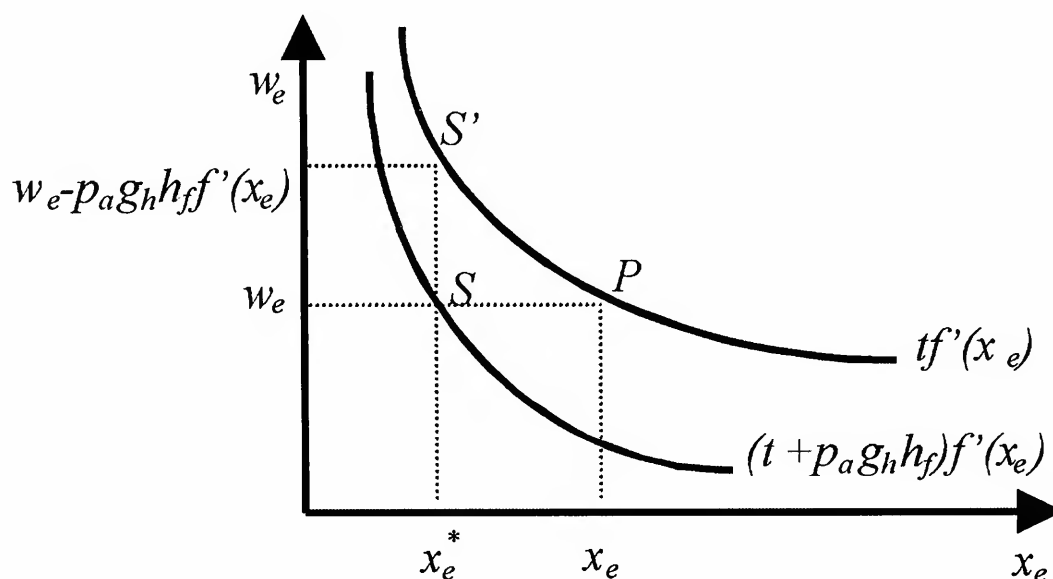
É importante ressaltar que a principal razão que leva o setor de energia elétrica a alocar ineficientemente os recursos da água é a inexistência de mercados de água bruta no Brasil. Essa falta de mercados impossibilita que se transacione o direito de uso da água e muito menos o seu direito de propriedade.¹³ Esta distorção na alocação dos recursos da água poderia ser minimizada ou até mesmo eliminada se o instrumento de cobrança pelo uso da água já estivesse implementado no País. Apesar da legislação brasileira já prever a possibilidade de cobrança pelo uso dos recursos hídricos,¹⁴ a utilização da água para geração de energia elétrica não estava enquadrada nessa possibilidade, uma vez que os mananciais onde se localizam os

13 De acordo com a legislação brasileira, a água é um bem público não suscetível de direito de propriedade, embora a tradição jurídica designe um titular, ao qual se confia a sua guarda e gestão.

14 Código de Águas de 1934 e da Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

aproveitamentos energéticos são de domínio exclusivo da União. No entanto, esse impasse parece ter sido definitivamente superado com a Lei nº 9.984/00, que cria a ANA¹⁵ e prevê que o setor elétrico deverá contribuir com 0,75% do valor comercial da energia elétrica gerada, a título de pagamento pelo uso da água na geração hidrelétrica.¹⁶

Figura 2.2
Alocação dos Recursos Hídricos no Setor de Energia Elétrica



Neste aspecto, a cobrança pelo uso da água para geração hidrelétrica representa um grande avanço da legislação brasileira no sentido de se melhorar a alocação dos recursos hídricos no País. O pagamento pelo uso da água pelo setor elétrico permite que este internalize os verdadeiros custos incorridos pela sociedade. De fato, o objetivo mais importante da cobrança pelo uso da água é exatamente garantir, a todos os setores usuários, um uso eficiente desse recurso, na medida em que corrige as distorções entre o custo social e o custo privado, ao mesmo tempo que financia os investimentos necessários ao bom funcionamento do setor de águas no País.

15 Foi aprovado pela Comissão de Assuntos Econômicos do Senado, no dia 7 de junho de 2000, o projeto de criação da ANA, autarquia autônoma, administrativa e financeiramente, que passou a desenvolver a Política Nacional de Recursos Hídricos, tendo a incumbência de outorgar o uso dos recursos hídricos da União, regular os serviços de água concedidos à iniciativa privada, implementar a cobrança pelo uso dos recursos hídricos em bacias do domínio da União, definir as condições de operação de reservatórios e traçar planos para minimizar os efeitos das secas e inundações, entre outras.

16 Estima-se que o volume de recursos a ser pago pelo setor elétrico para essa finalidade seja da ordem de R\$ 170 milhões. Está previsto que do total desses recursos, 92,5% serão destinados à própria bacia hidrográfica, como forma de financiar os custos de operação, manutenção e investimentos, enquanto que os 7,5% restantes serão destinados à ANA, que servirá para financiar o seu próprio custeio.

Portanto, torna-se indispensável que se faça a correção dos preços de mercado, de modo que as tarifas de energia elétrica possam refletir os custos verdadeiramente incorridos pela sociedade. Objetivando levantar as informações necessárias para o cálculo do custo social de oportunidade da energia elétrica na região Nordeste, a próxima seção apresenta as características gerais da bacia hidrográfica do rio São Francisco.

3 Caracterização geral da bacia hidrográfica do rio São Francisco

O rio São Francisco tem as suas nascentes na Serra da Canastra, na parte central do Estado de Minas Gerais. O seu curso alto/médio apresenta, inicialmente, uma direção geral sul/norte até o reservatório de Sobradinho, drenando grande parte da região norte/noroeste de Minas Gerais e toda a região oeste do Estado da Bahia. A partir daí, desenvolve um grande arco na direção nordeste/leste, fazendo a divisa entre os Estados da Bahia e Pernambuco, depois dividindo os Estados de Alagoas e Sergipe e, finalmente, desaguando no Oceano Atlântico.

O rio São Francisco faz um percurso de 2.700 km, drenando uma bacia hidrográfica da ordem de 645.067,2 km², dos quais 394.896,1 km² (o que equivale a 61%) estão na região Nordeste, 246.083,7 km² na região Sudeste e 4.087,4 km² na região Centro-Oeste. No Nordeste, a bacia banha os Estados da Bahia (304.421,4 km²), Pernambuco (68.536,2 km²), Alagoas (14.712,0 km²) e Sergipe (7.226,5 km²).

Em razão de sua grande extensão geográfica, a bacia do rio São Francisco apresenta condições climáticas bastante diversificadas. As precipitações pluviométricas apresentam distribuição irregular ao longo da bacia, variando de 350 mm/ano nos trechos semi-áridos do seu curso médio a 1.900 mm/ano na parte alta e no litoral semi-úmido. As temperaturas médias anuais oscilam entre 18 e 27°C. A evaporação é relativamente alta, variando de 2.300 a 3.000 mm anuais, a umidade relativa média anual situa-se na faixa de 60/80% e a insolação varia de 2.400 a 3.300 horas por ano.

O regime fluvial se caracteriza por um período de altas vazões no verão e estiagens no inverno. As cheias pertencem a dois tipos bem definidos: o primeiro, ocasionado pelas grandes chuvas localizadas nas cabeceiras, e o segundo, pelas chuvas que ocorrem no Baixo São Francisco. A descarga média anual é de $100 \times 10^9 \text{ m}^3$, o que resulta em uma vazão média de 3.150 m³/s. Os usos preponderantes de suas águas são para geração de energia elétrica, irrigação, abastecimento urbano e industrial e navegação.

O sistema hidroenergético atualmente implantado na bacia hidrográfica do São Francisco é constituído de cinco grandes aproveitamentos, os quais estão localizados na calha principal do rio, cujas características e parâmetros principais são apresentadas na Tabela 3.1. A bacia do São Francisco apresenta um potencial hidroenergético da ordem de 11.554 MW, dos quais 10.370, ou quase 90%, estão implantados e em operação na usina de Três Marias, da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), e nas usinas de Sobradinho, Itaparica, Complexo Moxotó-Paulo Afonso e Xingó, da CHESF.

O potencial hídrico da região para geração de energia elétrica está praticamente esgotado, existindo apenas um potencial de cerca de 800 MW para aproveitamentos hidrelétricos entre as centrais de Sobradinho e Itaparica. O problema é que a barragem de regularização a ser construída inundaria grandes áreas de terras agricultáveis e cidades. Existe ainda um pequeno potencial de geração no Xingó e em alguns afluentes do rio São Francisco. Segundo informações da CHESF, a empresa está planejando trazer energia da bacia hidrográfica do Tocantins, onde estão previstas grandes obras hídricas para os próximos anos.¹⁷

Tabela 3.1
Aproveitamentos Hidrelétricos no Rio São Francisco

USINA	Potência Instalada (MW)	Volume Útil (km ³)	Queda de Referência (m)	Vazão Máxima (m ³ /s)	Vazão Mínima (m ³ /s)	Área do Reservat. (km ²)
Três Marias	396	15,3	50,2	924	500	666
Sobradinho	1.050	34,1	27,2	4.277	1.300	4.214
Itaparica	1.500	10,8	50,8	3.308	1.300	834
Paulo Afonso	4.424	1,2	112,8	4.300	1.300	100
Xingó	3.000	0 ¹	116,4	2.856	1.300	
TOTAL	10.370					5.814

¹ Reservatório encaixado no *canion* do São Francisco.

No que se refere à irrigação, o Plano Diretor para o Desenvolvimento do Vale do São Francisco (PLANVASF) identificou na bacia uma área potencialmente irrigável, da ordem de 30,8 milhões de hectares. Considerando fatores restritivos (distância à fonte hídrica de até 60 km e altura de bombeamento de até 80-120 m), a área irrigável atinge 8,1 milhões de hectares. Deve-se registrar que essa superfície não poderá ser integralmente irrigada, por falta de

¹⁷ Deve-se ressaltar, entretanto, que esse projeto é polêmico e não-consensual, tendo em vista os altos custos econômicos e ambientais envolvidos, além de estar vinculado ao ainda mais polêmico projeto de transposição do rio São Francisco. Essa observação foi levantada por um dos pareceristas, ao qual fico extremamente grato.

água para tanto. Estudos atuais informam que, considerando os usos múltiplos das águas já existentes na bacia, podem ser irrigados cerca de 1,5 milhão de hectare.

Em levantamentos mais recentes, a área total irrigada na bacia do São Francisco está próxima de 300.000 hectares, dos quais cerca de 160.000 hectares em projetos públicos, já implantados e em fase de implantação, principalmente os da Companhia de Desenvolvimento do Vale de São Francisco (CODEVASP) e do Departamento Nacional de Obras Contra a Seca (DNOCS), enquanto os demais 140.000 hectares em projetos empreendidos pela iniciativa privada.

As águas do rio São Francisco são também utilizadas para abastecimento humano e industrial. Neste uso, são atendidas as demandas das cidades, vilas, distritos, povoados e indústrias para o consumo doméstico, comercial, público e industrial. Estima-se que a demanda total de água para o abastecimento urbano seja da ordem de 15 m³/s, enquanto que as demandas industriais chegam a atingir 10 m³/s.

A bacia apresenta um expressivo potencial para o transporte fluvial, com uma extensão navegável de cerca de 2.400 km, sendo 1.600 km na calha principal e os demais 800 km em afluentes. Estudos realizados indicam que, no período de estiagem, podem ser mantidas permanentemente, sem grandes oscilações, vazões defluentes de 500/600 m³/s em Três Marias e de 2.000 m³/s em Sobradinho. Estas vazões asseguram um calado de 1,80 m no trecho Pirapora/Ibotirama e de 2,50 m no trecho Ibotirama/Juazeiro. Essas condições viabilizam a implementação de um grande sistema de transporte intermodal, beneficiando todo o Nordeste setentrional.

4 Estimativa do custo social da energia elétrica para a região nordeste

O custo social da energia elétrica está diretamente relacionado com a dependência do setor elétrico em relação à fonte de geração, ou seja, depende diretamente do volume de água utilizado na geração de energia, do parâmetro de evaporação da região e do potencial de expansão de terras irrigáveis a montante dos aproveitamentos hidrelétricos. Por outro lado, esse custo guarda uma relação inversa com a disponibilidade de água (ou o balanço hídrico) do sistema.

O máximo valor que a sociedade estaria disposta a pagar para ter uma pequena redução das restrições à agricultura irrigada, impostas pelo setor de energia elétrica, seria correspondente ao acréscimo marginal nos lucros da atividade agrícola de irrigação. Esta variação marginal nos lucros seria resultante do acréscimo da produção agrícola irrigada, propiciado pelo aumento da disponibilidade hídrica do sistema. Isso pode ser facilmente

verificado ao se diferenciar a função de lucro da agricultura irrigada $\pi_a\{x_a, h[f(x_e)]\}$ em relação a h , donde resulta: $d\pi_a/dh = (\partial\pi_a/\partial x_a)(dx_a/dh) + (\partial\pi_a/\partial h)$. O **teorema da envoltória**¹⁸ garante que $\partial\pi_a/\partial x_a = 0$, visto que a utilização ótima da água na agricultura irrigada é assegurada ao nível que maximiza o lucro dessa atividade. Assim, é necessário avaliar apenas o termo $\partial\pi_a/\partial h = p_a g_h$, que representa exatamente o custo marginal social de utilizar um metro cúbico por segundo a mais de água na produção de energia elétrica.¹⁹

Deve-se ressaltar que o termo $-p_a g_h h_f f'(x_e)$, que representa o **custo de oportunidade** da água na geração de energia elétrica, é em realidade, o custo (ou **externalidade tecnológica**) que o setor elétrico impõe à sociedade. Isto é, esse é o custo que emerge ao restringir o uso dos recursos hídricos a montante da geração, provocar perdas por evaporação nos reservatórios de regularização da vazão e alterar a vazão a jusante das hidrelétricas, cujos recursos ficam indisponíveis aos demais usuários do sistema. Esse custo pode ser decomposto em duas parcelas multiplicativas: (i) $-p_a g_h$, a qual representa o custo marginal social de utilizar um metro cúbico a mais de água na produção de energia elétrica, e (ii) $h_f f'(x_e)$, que estabelece o requerimento técnico de água para geração hidrelétrica.

Para efeitos práticos, o custo de oportunidade da água na geração de energia elétrica pode ser avaliado ao **preço de reserva** da água na atividade agrícola de irrigação. Neste caso, o preço de reserva é definido pelo máximo valor que os irrigantes, em conjunto, estariam dispostos a pagar por cada metro cúbico adicional de água na produção agrícola de irrigação e permanecerem indiferentes entre irrigarem suas lavouras ou produzirem em sequeiro.²⁰ Esse máximo valor é o lucro adicional que tais produtores poderiam obter se ampliassem a irrigação de suas lavouras com uma maior disponibilidade hídrica do sistema. O preço de reserva da água na agricultura irrigada, w_a^r , pode ser então avaliado por meio da seguinte expressão:

$$w_a^r = (P_i - P_s)S_i/x_a \quad (4.1)$$

onde x_a é o volume de água que seria disponibilizado pelo setor elétrico para irrigação por unidade de tempo, S_i é a expansão na área irrigada com essa maior disponibilidade hídrica; P_i

18 Mais detalhes a respeito desse teorema podem ser encontrados em Varian (1978).

19 Se esse custo fosse internalizado aos custos privados de produção de energia elétrica, de modo a estar contido no excedente econômico desse setor, i.e., $\pi_e = t f(x_e) + (\partial\pi_a/\partial h)h[f(x_e)] - w_e x_e$, então o resultado seria socialmente eficiente. Isso fica garantido desde que a maximização do excedente econômico do setor geraria a mesma condição necessária para um ótimo social: $[t + (\partial\pi_a/\partial h)h_f]f'(x_e) = w_e$, tendo em vista que $\partial\pi_a/\partial h = p_a g_h$.

20 O preço de reserva representa a altura da curva de demanda “tudo ou nada” a qual é definida por:

$$w_a^r(x_a) = (1/x_a) \int_0^{x_a} w_a(x_a) dx_a$$

da qual a demanda ordinária (marshalliana ou walrasiana) é a curva marginal. Isto é, uma é a transformada da outra por um processo de derivação ou integração.

é o preço da terra nua irrigável por unidade de área e P_s é o preço da terra nua em sequeiro (não irrigável) por unidade de área. Cabe ressaltar que o diferencial de preços ($P_i - P_s$) na expressão (4.1) representa a **renda ou quase-renda** da terra irrigável em relação à terra não-irrigável, a qual é apropriada pelos proprietários das terras irrigáveis em relação àquelas menos produtivas de sequeiro.

De posse desse preço de reserva da água na agricultura irrigada, pode-se estimar o custo social CS_e que a geração de energia elétrica impõe à sociedade (ao restringir e indisponibilizar os recursos hídricos aos demais usuários do sistema hídrico), da seguinte forma:

$$CS_e = w_a r x_e / q \quad (4.2)$$

onde x_e é a restrição total de vazão que o setor elétrico impõe ao sistema hídrico (indisponibilidades a montante e perdas a jusante) e q é a potência instalada com base no potencial hidrológico-topográfico para geração de energia hidrelétrica. Vale lembrar que o numerador da expressão (4.2) representa o custo marginal social total de utilização da água para geração de energia hidrelétrica, enquanto que o denominador expressa o requerimento técnico do potencial hidrelétrico para produção de energia elétrica.

As perdas de água por evaporação na superfície dos reservatórios de regularização da vazão foram avaliadas considerando-se a taxa de 1.577,7 mm/ano. Esta estimativa foi feita com base nos dados da estação climatológica de Remanso, localizada às margens do reservatório de Sobradinho. A taxa de evaporação média anual no tanque Classe A, nessa estação, é de 2.253,9 mm/ano. Para a correlação com a evaporação na superfície livre de um corpo d'água considerou-se um fator de redução de 70%. Deste modo, a perda de água por evaporação no reservatório encontrada foi de $0,7 \times 2.253,9 = 1.577,7$ mm/ano. A Tabela 4.1 contém as estimativas de perdas anuais de água nos respectivos reservatórios, em m³/s, com base nessa taxa de evaporação.

Tabela 4.1
Perdas de Água por Evaporação nos Reservatórios

Aproveitamentos	Área (km ²)	Perda de água (m ³ /s)
Três Marias	666	33,30
Sobradinho	4.214	210,82
Itaparica (Luiz Gonzaga)	834	41,72
Paulo Afonso / Moxotó	100	5,00
Xingó		
TOTAL	5.814	290,84

Fonte: Tabela 3.1 e cálculos no texto.

A Tabela 4.2 contém os principais parâmetros para avaliação do preço de reserva da água na agricultura irrigada (w_a^r) e do custo social da energia elétrica na bacia do rio São Francisco (CS_e). Pode-se observar que a usina de Sobradinho é o aproveitamento hidrelétrico marginal, tanto em termos de expansão na área potencialmente irrigável quanto no que tange à vazão disponibilizada para a atividade agrícola de irrigação.

Tabela 4.2
Principais Parâmetros para Avaliação do Custo Social
da Energia Elétrica na Bacia do Rio São Francisco

Usina	Potência instalada (MW)	Vazão (m ³ /s)		Perda por evaporação no reservatório (m ³ /s)	Área potencialmente irrigável a montante (ha)		Vazão potencial para irrigação (m ³ /s)	
		Max	Min		c/ redução de EE	sem EE ¹	c/ redução de EE ²	Sem EE ³
Três Marias	396	924	500	33,30	3.000	81.000	424,00	924,00
Sobradinho	1.050	4.277	1.300	210,82	926.578	2.000.000	3.010,30	4.277,00
Itaparica	1.500	3.308	1.300	41,72	122.907	891.000	2.218,82	3.308,00
Paulo Afonso	4.424	4.300	1.300	5,00	5.000	162.000	3.064,72	4.300,00
Xingó	3.000	2.856	1.300		20.000	243.000	1.561,00	2.856,00
Total	10.370			290,84	1.077.485	3.377.000		

Fonte: Tabelas 3.1 e 4.1 e cálculos no texto.

¹Área estimada com base nos percentuais de 1,83%*, 11,2% e 3%, respectivamente (*esse percentual não foi atingido, por ser maior do que a máxima área irrigável com a vazão atual do rio nesse trecho, que é de 2.000.000 ha).

²Avaliado pela vazão restrita a montante, tendo em vista que, sem geração de energia elétrica, não haveria perdas por evaporação.

³Estimativa tomando-se por base a soma da vazão restrita a montante e a vazão equivalente das perdas por evaporação que ficam indisponibilizadas a jusante. A vazão restrita a montante foi obtida pela diferença entre as vazões máxima e mínima na geração de energia elétrica.

O custo social da energia elétrica foi avaliado admitindo-se duas hipóteses alternativas quanto à geração de energia elétrica, as quais estabelecerão um valor máximo e um mínimo. Na primeira, supôs-se que a produção de energia elétrica se daria nos níveis atuais das respectivas centrais hidrelétricas, enquanto que na segunda hipótese admitiu-se uma redução na geração dessas usinas. A redução na geração foi estabelecida no nível da vazão mínima das respectivas hidrelétricas. Nas circunstâncias atuais de racionamento de energia elétrica, essa segunda hipótese parece bastante improvável, mas não pode ser descartada em uma perspectiva de longo prazo.

A Tabela 4.3 contém a memória de cálculo do preço de reserva da água na agricultura irrigada e do custo social da energia elétrica na bacia do rio São Francisco, avaliados nos vários trechos a montante dos aproveitamentos hidrelétricos. Os parâmetros utilizados nessas avaliações foram obtidos da seguinte forma:

1. O máximo volume de água que poderia ser disponibilizado para a atividade agrícola de irrigação se não houvesse geração de energia elétrica, $x_a^{s/ee}$, foi obtido considerando-se a utilização da vazão máxima requerida nas várias centrais hidrelétricas. Deve-se ressaltar que a interrupção da geração de energia elétrica eliminaria a possibilidade de perdas de água por evaporação nos reservatórios de regularização de vazão;
2. A quantidade de água que seria disponibilizada para irrigação na hipótese de redução da produção de energia elétrica, $x_a^{c/ee-red}$, foi estimada com base na quantidade de água que seria requerida ao nível mais baixo de geração de energia elétrica, adicionando-se as perdas de água por evaporação nos reservatórios de regularização. A quantidade de água que poderia ser liberada para a agricultura irrigada, nessa hipótese, foi calculada admitindo-se um nível de geração de energia elétrica estabelecido pela vazão mínima de cada hidrelétrica, de modo que haveria uma disponibilidade de vazão exatamente igual à diferença entre as vazões máxima e mínima;
3. A área potencialmente irrigável que poderia ser expandida com a atividade agrícola sem a geração de energia elétrica, $S_i^{s/ee}$, foi calculada observando-se os levantamentos mais recentes do potencial de terras irrigáveis na região da bacia do rio São Francisco. Deve-se ressaltar que a área potencialmente irrigável a montante da hidrelétrica de Sobradinho foi bem maior do que a área que poderia ser irrigada utilizando-se toda a vazão do rio, que é de aproximadamente 2.000 m³/s. Desta forma, a área máxima que poderia ser disponibilizada para a produção agrícola irrigada sem a geração de energia elétrica, nesse trecho da bacia, seria algo em torno de 2.000.000 de hectares. Este valor foi obtido considerando-se o requerimento técnico de irrigação para a região, que é da ordem de 1 l/s/ha;
4. O acréscimo da área a ser irrigada com uma redução na geração de energia elétrica, $S_i^{c/ee}$, foi avaliado tomando-se o potencial de terras irrigáveis para a região previsto em projetos públicos e privados, que ainda não foram implementados por comprometerem a vazão necessária para geração de energia elétrica;
5. Os preços de terras nuas irrigáveis, P_p , e em sequeiro, P_s , foram tomados com base nos valores médios praticados nos municípios a montante dos respectivos aproveitamentos hidrelétricos, os quais foram levantados por meio de informações da AIBA (Associação de

Irrigantes da Bahia), do INTERBA (Instituto de Terras da Bahia), e da SRF (Secretaria da Receita Federal);

6. O preço de reserva da água na agricultura irrigada em cada trecho da bacia do rio São Francisco foi estimado por meio da sua própria definição, a qual foi avançada na expressão (4.1):

$$w_a^r = (P_i - P_s) S_i / x_a$$

Esses preços foram avaliados com base nas duas hipóteses estabelecidas anteriormente, ou seja, com a geração de energia elétrica a plena capacidade das centrais hidrelétricas, $w_a^{r(c/ee)}$, e com redução na geração de energia elétrica estabelecida pela vazão mínima das mesmas, $w_a^{r(c/ee-red)}$.

7. A restrição total de vazão com a geração de energia elétrica a plena capacidade, $x_e^{c/ee}$, foi calculada tomando-se por referência a vazão máxima de geração e a vazão equivalente às perdas de água por evaporação nos respectivos reservatórios das centrais hidrelétricas;
8. A restrição total de vazão com redução na produção de energia elétrica, $x_e^{c/ee-red}$, foi avaliada tomando-se a diferença entre as vazões máxima e mínima de geração e a vazão equivalente às perdas de água por evaporação nos respectivos reservatórios de regularização;
9. O custo social da energia elétrica em cada uma das duas hipóteses, ($CS_e^{c/ee}$ e $CS_e^{c/ee-red}$), para cada trecho da bacia hidrográfica do rio São Francisco, foi estimado utilizando-se a expressão (4.2):

$$CS_e = w_a^r x_e / q$$

10. O custo social médio da energia elétrica na bacia hidrográfica do rio São Francisco (CS_e médio) foi calculado com base na média ponderada dos custos nos trechos a montante das respectivas usinas hidrelétricas, cujos pesos foram as proporções das potências instaladas em cada uma das usinas na potência total da região, ou seja:

$$CS_e(\text{médio}) = \sum_j q_j CS_{e,j}$$

onde $q_j = q_k / \sum_k q_k$ são os pesos de ponderação.

Tabela 4.3

Memória de Cálculo do Custo Social da Energia Elétrica por Trecho da Bacia do Rio São Francisco (a Montante das Hidrelétricas)

DISCRIMINAÇÃO	TRÊS MARIAS	SOBRADINHO	ITAPARICA	PAULO AFONSO	XINGÓ
$x_a^{s/ee}$: volume de água disponibilizado sem geração de EE (m ³ /ano)	2,91x10 ¹⁰	1,35x10 ¹¹	1,04x10 ¹¹	1,36x10 ¹¹	9,01x10 ¹⁰
$x_a^{c/ee-red}$: volume de água disponibilizado com redução da geração de EE (m ³ /ano)	1,34x10 ¹⁰	9,49x10 ¹⁰	7,00x10 ¹⁰	9,59x10 ¹⁰	4,92x10 ¹⁰
• $x_a^{restrição}$	1,34x10 ¹⁰	9,39x10 ¹⁰	6,33x10 ¹⁰	9,46x10 ¹⁰	4,91x10 ¹⁰
• $x_a^{evaporação}$		1,05x10 ⁹	6,65x10 ⁹	1,32x10 ⁹	1,58x10 ⁸
$S_f^{s/ee}$: área potencialmente irrigável sem geração de EE (ha)	81.000	2.000.000	891.000	162.000	243.000
$S_f^{c/ee-red}$: área potencialmente irrigável com geração de EE reduzida (ha)	3.000	926.578	122.907	5.000	20.000
P_i : preço da terra irrigável (R\$/ha)	1.100,00	850,00	1.100,00	1.100,00	1.350,00
P_s : preço da terra em sequeiro (R\$/ha)	700,00	650,00	550,00	600,00	650,00
w_a : preço de reserva da água na agricultura irrigada (R\$/m ³)					
• $w_a^{r(c/ee)}$	1,11x10 ⁻³	2,96x10 ⁻³	4,71x10 ⁻³	5,96x10 ⁻⁴	1,89x10 ⁻³
• $w_a^{r(c/ee-red)}$	8,96x10 ⁻⁵	1,95x10 ⁻³	9,66x10 ⁻⁴	2,61x10 ⁻⁵	2,85x10 ⁻⁴
q : potência instalada (MW)	396	1.050	1.500	4.424	3.000
$x_e^{c/ee}$: restrição total de vazão com geração de EE a plena capacidade (m ³ /h)	3,33x10 ⁶	1,55x10 ⁷	1,27x10 ⁷	1,56x10 ⁷	1,03x10 ⁷
• $x_e^{restrição}$	3,33x10 ⁶	1,54x10 ⁷	1,19x10 ⁷	1,55x10 ⁷	1,03x10 ⁷
• $x_e^{evaporação}$		1,20x10 ⁵	7,59x10 ⁵	1,50x10 ⁵	1,80x10 ⁴
$x_e^{c/ee-red}$: restrição total de vazão com redução da geração de EE reduzida (m ³ /h)	1,53x10 ⁶	1,08x10 ⁷	7,99x10 ⁶	1,10x10 ⁷	5,62x10 ⁶
• $x_e^{restrição-red}$	1,53x10 ⁶	1,07x10 ⁷	7,23x10 ⁶	1,08x10 ⁷	5,60x10 ⁶
• $x_e^{evaporação}$		1,20x10 ⁵	7,59x10 ⁵	1,50x10 ⁵	1,80x10 ⁴
• CS_e : Custo social da EE (R\$/MWh)					
• $CS_e^{c/ee}$	9,33	43,70	39,88	2,10	6,49
• $CS_e^{c/ee-red}$	0,35	20,06	5,15	0,07	0,53

O custo social médio da energia elétrica para toda a bacia do rio São Francisco foi avaliado admitindo-se que as usinas hidrelétricas continuarão produzindo de acordo com os níveis atuais. Este custo foi igual R\$ 13,32 por MWh.²¹ Na hipótese de haver uma redução na geração ao nível da vazão mínima, o custo social da energia elétrica cairia para R\$ 2,97 por MWh.

21 Deve-se registrar que o componente de custo referente às variações de vazão a jusante (que ocorrem nos períodos de pico de consumo e, portanto, de produção de energia elétrica) não foi considerado nesta avaliação, por apresentar magnitude desprezível quando comparada com os outros dois componentes.

Conforme avançado anteriormente, essa estimativa de custo não inclui uma série de outros efeitos externos (negativos e positivos) relacionados à geração hidrelétrica. Um desses efeitos negativos é o impacto ambiental da inundação de áreas, decorrente da construção de reservatórios de regularização da vazão, com conseqüentes desapropriações e deslocamentos da população, assim como aquele resultante de alterações na qualidade das águas desses reservatórios.²² Por outro lado, ao armazenar grandes quantidades de água, essas barragens trazem benefícios sociais para o abastecimento humano e animal da região, assim como suas águas podem ser um importante instrumento para a produção de alimentos pesqueiros. Além disso, elas podem gerar efeitos externos positivos ao reduzir os riscos de enchentes a jusante.

A geração hidrelétrica de grande porte, a qual depende fortemente dessas barragens, tornam as condições do curso de água a montante mais favoráveis à navegação e, portanto, geram benefícios sociais adicionais. No entanto, são conhecidos os conflitos entre esses dois setores pela interrupção no fluxo das embarcações a jusante causada pelos barramentos. A solução, evidentemente, é a construção de eclusas, as quais permitem a retomada do trajeto da embarcação que, mediante operação lenta, sai de um nível de água mais alto para um mais baixo e vice-versa. Para se ter uma idéia da redução da velocidade média da embarcação, a eclusa da barragem de Sobradinho, cujo desnível é de cerca de oitenta metros, completa a operação de subida ou de descida em cerca de 37 minutos.

Não podem ser esquecidos também os benefícios sociais gerados pela geração hidrelétrica ao evitar a emissão de gases poluentes na atmosfera, que seriam fatalmente produzidos pela geração termelétrica, proporcionando uma melhoria nas condições de visibilidade e uma maior facilidade na passagem dos raios solares, que evitam o aumento da temperatura global da Terra.

Todas essas externalidades tecnológicas, negativas e positivas, são passíveis de serem valoradas economicamente e contabilizadas ao custo da geração de energia elétrica. Apesar de todos esses efeitos externos não terem sido considerados na análise, o que poderia alterar marginalmente a estimativa do custo social da energia elétrica, para mais ou para menos, os valores obtidos neste trabalho são suficientemente realísticos, a ponto de não poderem ser desconsiderados pela sociedade.

Tendo em vista que nem toda a energia elétrica produzida no País advém de aproveitamentos hidrelétricos, poder-se-ia ter a falsa idéia de que o custo de oportunidade da

22 Deve-se ressaltar, entretanto, que o setor elétrico já contabiliza parte desses custos sociais aos custos privados, na medida em que transfere recursos para os municípios afetados, a título de compensações por inundações de terras.

água e, portanto, o custo social da energia elétrica estaria sendo superestimado. Essa suspeita é mais aparente do que real, uma vez que o sistema elétrico brasileiro é caracteristicamente de base hidráulica. De fato, cerca de 95% da energia elétrica consumida no Brasil é produzida em usinas hidrelétricas, conforme pode ser observado na Tabela 4.4. Esta mesma proporção se mantém para a região Nordeste. Os outros 5% da energia elétrica consumida no País são produzidos em usinas termelétricas. Essas centrais térmicas têm sido utilizadas, via de regra, para suprir localidades isoladas ou como complementação dos sistemas nos períodos mais secos do ano e nos horários de pico de consumo.²³

Tabela 4.4
Composição da Produção e da Capacidade Instalada de Energia Elétrica no Brasil

FONTE	1978 ¹	1983 ¹	1988 ¹	1993 ¹	1996 ²	1997 ²	1998 ²
Produção (GWh)	105.930	152.816	203.781	237.623	273.300	288.846	301.198
• Hidráulica (%)	94,4	97,2	96,0	97,4	95,7	95,1	95,1
• Térmica (%)	5,6	2,8	4,0	2,6	4,3	4,9	4,9
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Capacidade instalada (MW)	26.972	40.366	49.575	56.212	57.194	59.150	61.312
• Hidráulica (%)	80,3	84,7	85,2	86,5	91,7	91,3	91,1
• Térmica (%)	19,7	15,3	13,5	12,4	8,3	8,7	8,9
• Nuclear (%)			1,3	1,2			
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Fontes: ¹ MME (1994), ² IBGE (1998).

Deve-se ressaltar, entretanto, que as usinas térmicas também exercem demanda sobre a base dos recursos hídricos. Do mesmo modo que a água é um insumo fundamental na geração de energia hidrelétrica, a produção de energia termelétrica faz uso de grandes quantidades de água, tanto para produção do vapor - insumo primordial na produção de energia elétrica - quanto para a refrigeração nas referidas plantas. Nas termelétricas, o vapor descarregado pelas turbinas a uma pressão inferior à atmosférica passa através dos condensadores, onde sofre resfriamento, e retorna ao estado líquido, sendo bombeado novamente para as caldeiras em circuito fechado. As perdas nesse processo não chegam a ser apreciáveis, razão porque o

23 É importante ressaltar que o fato da expansão da oferta de energia elétrica prevista no sistema para a região Nordeste ser basicamente de origem térmica não superestima o custo social da energia elétrica. Isto é, o fato da participação da energia termelétrica ser cada vez maior na energia elétrica “nova” que se adiciona ao sistema não cria nenhum viés nessa estimativa do custo social. Esse custo só seria superestimado se houvesse uma redução absoluta na geração hidrelétrica, com uma conseqüente liberação de recursos hídricos para os outros setores usuários.

uso da água para essa finalidade é, para fins práticos, considerado não consuntivo. No entanto, o mesmo não pode ser dito durante o processo de refrigeração dos condensadores, porquanto deve-se fazer circular grandes volumes de água, gerando perdas bem maiores do que aquelas que sucedem no circuito das caldeiras, quando a água é devolvida à fonte ou às torres de arrefecimento.

É necessário, portanto, que se faça a correção da tarifa de mercado da energia elétrica de modo que esta possa refletir os custos realmente incorridos pela sociedade. A tarifa social da energia elétrica t^* é o valor que induz os agentes econômicos a utilizar esse recurso ao nível socialmente ótimo, ou seja, é a tarifa que internaliza o efeito externo negativo e, conseqüentemente, o custo social que o setor de energia elétrica impõe a toda a sociedade, especialmente à atividade agrícola de irrigação, que poderia de outro modo utilizar esses recursos hídricos na produção, isto é:

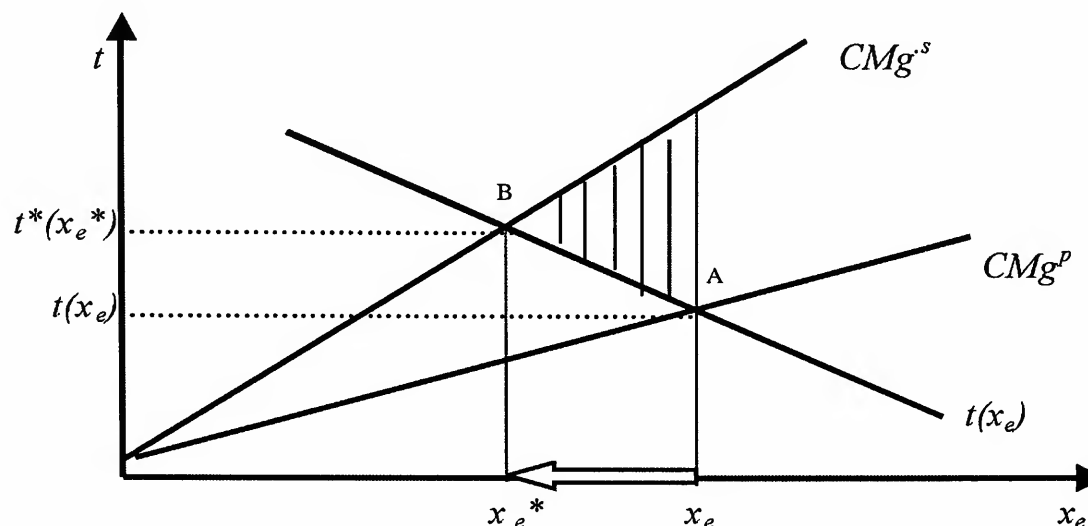
$$t^* = t + CS_e \quad (4.3)$$

onde t é a tarifa de mercado da energia elétrica (custo marginal privado de geração de um MWh de energia hidráulica) e CS_e é o custo social de oportunidade da água na produção de cada MWh de energia hidrelétrica, cujos limites superior e inferior são, respectivamente, R\$ 13,32 por MWh e R\$ 2,97 por MWh.²⁴

A Figura 4.1 ajuda a entender a racionalidade da tarifação social ótima, como política explícita para o setor, e os benefícios da sua adoção. No eixo horizontal dessa figura mede-se a quantidade de energia hidrelétrica produzida e consumida x_e , enquanto que sobre o eixo vertical representam-se as suas tarifas. A curva inferior, denotada por CMg^p nessa figura, mostra o custo marginal privado de geração de energia hidrelétrica. A curva superior, indicada por CMg^s nessa mesma figura, representa o custo marginal social dessa geração, que além do custo de oportunidade privado inclui também o custo adicional imposto à sociedade. A função de demanda por energia hidrelétrica está representada na Figura 4.1 pela curva $t(x_e)$, a qual especifica o benefício marginal social para cada nível de consumo desse recurso. A tarifa social ótima de energia elétrica t^* é aquela que iguala o benefício marginal social ao custo marginal social (ponto B nessa figura). Em conseqüência da adoção dessa tarifa, os agentes econômicos seriam induzidos a consumir energia elétrica ao nível socialmente ótimo, x_e^* . A área hachurada nessa figura representa o ganho social líquido que seria obtido com a adoção da tarifa social.

24 Estabelecidos com base nas hipóteses de que as usinas hidrelétricas produziriam de acordo com os níveis atuais (limite superior), para as quais foram dimensionadas, e com redução da geração ao nível de suas vazões mínimas (limite inferior).

Figura 4.1
A Tarifa Social Ótima



Embora o repasse desse custo social para as tarifas de energia elétrica seja necessário e socialmente justo, os recursos financeiros resultantes desse repasse são devidos a toda a sociedade e, portanto, não deveriam ser apropriados integralmente pelo setor elétrico. Apenas uma parte desses recursos deveria ser destinada ao setor elétrico, a título de renda (ou quase-renda) econômica, que serviria para financiar o programa de investimentos visando à substituição da tecnologia atual de produção de energia elétrica por fontes alternativas de geração, poupadoras de recursos hídricos. A outra parte desses recursos deveria ser destinada ao órgão gestor dos recursos hídricos, como forma de pagamento pelo uso da água na geração de energia elétrica, que seria utilizada para financiar os custos de operação, manutenção e investimento de cada bacia hidrográfica utilizada para essa finalidade.

Objetivando verificar o impacto do repasse do custo social sobre as tarifas de energia elétrica, dispõem-se na Tabela 4.5 as tarifas médias de suprimento de energia elétrica (em R\$/MWh) das principais companhias do sistema ELETROBRÁS, no período de janeiro de 1997 a junho de 1998. Na Tabela 4.6 mostram-se as tarifas de fornecimento de energia elétrica no Brasil por classe de uso em 1998.

A tarifa social da energia elétrica pode ser avaliada tomando-se a tarifa média de suprimento de energia elétrica do sistema ELETROBRÁS para a região Nordeste (sistema CHESF) como *proxy* para o custo de produção de energia hidrelétrica, a qual foi da ordem de R\$ 32,51 por MWh (veja-se Tabela 4.5). Nesse caso, a tarifa social da energia elétrica no Brasil seria de R\$ 45,83 por MWh (limite superior) e R\$ 35,48 por MWh (limite inferior). Isto significa que a tarifa de suprimento de energia elétrica praticada pelo mercado cobre apenas 70,9% (limite

superior) e 91,6% (limite inferior) do seu custo social, enquanto que os outros 29,1% (limite superior) ou 8,4% (limite inferior) representam o custo social de oportunidade da água na geração hidrelétrica, não contabilizado pelo setor de energia elétrica.

Tabela 4.5
Tarifa Média de Suprimento de Energia Elétrica (R\$/MWh)

MÊS/1997	ELETRONORTE	CHESF	FURNAS	ELETROSUL	SISTEMA ELETROBRÁS
1997/JAN	28,29	28,33	30,18	28,44	29,08
FEV	28,90	28,94	30,72	28,91	29,65
MAR	28,45	28,39	29,97	28,76	29,12
ABR	30,56	29,98	34,02	32,26	32,12
MAI	33,28	32,94	35,58	33,03	34,04
JUN	33,48	33,20	34,75	33,01	33,82
JUL	33,44	32,62	35,63	32,85	33,94
AGO	33,47	32,90	35,60	33,13	34,08
SET	33,65	32,98	35,55	33,24	34,13
OUT	32,67	32,34	34,30	32,48	33,19
NOV	32,85	32,45	34,29	32,15	33,17
DEZ	32,68	32,30	34,20	32,00	33,03
MÉDIA	31,93	31,49	33,77	31,73	32,49
1998/JAN	33,79	32,32	34,96	33,51	33,72
FEV	31,03	32,73	34,99	34,10	33,60
MAR	30,39	32,29	35,27	33,64	33,43
ABR	31,10	32,62	35,64	33,86	33,83
MAI	30,48	32,43	35,60	33,79	33,64
JUN	30,74	32,64	35,81	33,95	33,85
MÉDIA	31,23	32,51	35,38	33,81	33,68

Fonte: ANEEL (2000).

Tomando-se a tarifa média de fornecimento de energia no Brasil por base, a qual foi da ordem de R\$ 84,08 por MWh (veja-se Tabela 4.6), pode-se observar que a tarifa social da energia elétrica no Brasil seria de R\$ 97,40 por MWh (limite superior) e de R\$ 87,05 por MWh (limite inferior).

Portanto, quando analisado sob o ponto de vista mais amplo da sociedade, o reajuste tarifário é absolutamente necessário como forma de internalizar o custo social que a geração hidrelétrica causa à sociedade e, em particular, aos outros usuários dos recursos hídricos. Ao contabilizar esse custo social, o setor elétrico brasileiro estaria estabelecendo um mecanismo socialmente justo de correção das divergências entre os preços de mercado e os preços sociais. Neste sentido, o setor elétrico estaria sinalizando para as concessionárias níveis tarifários compatíveis com as novas condições de tecnologia e de concorrência que o setor

deverá enfrentar, ao tempo em que orientaria eficientemente as ações de investimento na economia, com ganhos para toda a sociedade.

Tabela 4.6
Tarifa Média de Fornecimento de Energia Elétrica no Brasil
Em 1998 (R\$/MWh)

Mês	Residencial	Industrial	Comercial	Rural	Outras	Total
JAN	121,64	54,39	108,80	69,22	75,76	84,32
FEV	120,98	54,34	108,76	69,80	75,90	83,65
MAR	121,13	53,61	109,23	69,78	76,77	83,48
ABR	121,13	54,23	108,59	70,65	77,02	83,20
MAI	121,70	56,86	110,68	71,09	77,91	84,98
JUN	121,61	57,08	111,06	71,00	78,01	84,86
MÉDIA	121,36	55,10	109,50	70,23	76,89	84,08

Fonte: ANEEL (2000).

5 Considerações finais e recomendações

A despeito da utilização da água para geração de energia elétrica ser considerada como uso não consuntivo dos recursos hídricos, a geração hidrelétrica, ao impor restrições de ordem técnica, acarreta custos de sustentabilidade para os sistemas hídricos. Essas restrições decorrem da vazão que deverá ser assegurada a montante, das perdas por evaporação nos reservatórios de regularização da vazão e da alteração no padrão de escoamento a jusante. O problema é que esses custos não estão sendo levados em consideração pelo setor elétrico na determinação de suas tarifas.

Tentando aprofundar um pouco mais o conhecimento a esse respeito e avaliar o impacto dessa alocação de recursos hídricos para a sociedade, este artigo estimou o custo social da energia elétrica para cada uma das usinas hidrelétricas implantadas na bacia do rio São Francisco, assim como o custo social médio para toda a bacia hidrográfica. Admitindo-se que as usinas hidrelétricas continuarão produzindo de acordo com os níveis atuais, para os quais foram dimensionadas, o custo social médio para a bacia como um todo foi avaliado em R\$ 13,32 por MWh.²⁵ Na hipótese de haver uma redução na geração de energia elétrica (ao nível da

²⁵ Deve-se lembrar que, por apresentar magnitude desprezível em relação aos outros dois componentes, o componente de custo referente às variações de vazão a jusante não foi considerado nesta avaliação.

vazão mínima de cada uma dessas usinas), que nas circunstâncias atuais de racionamento de energia elétrica parece inviável, esse custo social seria reduzido para apenas R\$ 2,97 por MWh.

Apesar de não terem sido considerados outros efeitos externos (positivos e negativos) relacionados à geração hidrelétrica, o que poderia alterar marginalmente o custo social da energia hidrelétrica tanto para mais quanto para menos, as implicações da análise aqui apresentada e as orientações de política dela emanada seriam, de alguma forma, reforçadas por todas essas externalidades tecnológicas não contabilizadas.

Tomando-se a tarifa média de suprimento da CHESF como *proxy* para o custo de geração para a região Nordeste, que foi de R\$ 32,51 por MWh, observa-se que a tarifa social de energia elétrica supera a tarifa de mercado em 41,0% (limite superior) e 9,1% (limite inferior). Por outro lado, ao tomar-se a tarifa média de fornecimento do sistema ELETROBRÁS por base para a tarifa de mercado, então a tarifa social suplantaria essa tarifa em 15,8% (limite superior) e 3,5% (limite inferior). Como todo recurso subavaliado pelo mercado é sobreutilizado pelos agentes econômicos, então o fato da tarifa de energia elétrica praticada pelo setor ser menor que o seu preço social gera uma alocação ineficiente de recursos na economia brasileira. Isto é, os usuários de energia elétrica são induzidos a utilizar esse recurso mais intensivamente, além do nível socialmente ótimo (estabelecido pela tarifa social), com impactos negativos para toda a sociedade.

É importante que o setor elétrico reconheça que o recém-criado pagamento pelo uso da água não é uma mera transferência para o setor de recursos hídricos, mas sim um custo efetivamente incorrido pela sociedade. Como tal, esse custo deveria ser repassado a todos os consumidores de energia elétrica por meio de um reajuste das tarifas. Dessa forma, os usuários de energia elétrica poderiam avaliar corretamente os verdadeiros custos desse recurso para a sociedade, ao mesmo tempo em que estariam contribuindo para financiar os investimentos do setor elétrico, indispensáveis para uma substituição gradual da geração hidrelétrica por fontes energéticas poupadoras de recursos hídricos. Esta substituição paulatina liberaria recursos da água para outros setores usuários, que hoje se encontram restringidos pela absoluta falta de água, e adaptaria a base energética brasileira à nova realidade do País em termos de recursos hídricos.

É importante ressaltar que o racionamento atual de energia elétrica, que em realidade é um racionamento de água, inviabiliza qualquer projeto de transposição das águas do rio São Francisco para os estados do Nordeste Setentrional, exclusivamente pelos riscos que tal projeto imporia às usinas hidrelétricas aí instaladas. Além do mais, se não houver uma política explícita

de substituição de geração hidrelétrica por outras fontes alternativas que reduzam a forte dependência do setor elétrico brasileiro em relação à base nacional de recursos hídricos, então a política atual do setor elétrico, que subavalia esse recurso, pode estabelecer racionamentos de energia elétrica ainda maiores. Isso porque os agentes econômicos, ao serem levados a utilizar a energia elétrica além do nível socialmente ótimo, pressionariam ainda mais o sistema de geração. A consequência não poderá ser outra que não o racionamento no consumo de energia elétrica, o qual ficará limitado pela capacidade do sistema de suprir essa energia de forma sustentável.

Portanto, ao avaliar o custo social de oportunidade da água nessa finalidade de uso, tradicionalmente desconsiderado pelo setor de energia elétrica na formação de suas tarifas, espera-se que este trabalho possa contribuir para orientar a implementação de uma política explícita de tarifação social. Isto é, tarifas que reflitam os custos verdadeiramente incorridos pela sociedade, que sejam suficientes para financiar uma substituição gradual da geração hidrelétrica por fontes alternativas de energia, assim como compensem o setor de recursos hídricos pelos custos incorridos em decorrência desse uso. A implementação de uma política responsável de tarifas sociais, além de promover uma utilização ótima dos recursos hídricos, compatível com a base energética nacional, contribuirá para guiar a economia na direção da fronteira Pareto ótimo, com ganhos generalizados para toda a sociedade.

Referência bibliográfica

ANEEL. *Tarifas de energia elétrica*. Brasília: SRE/ANEEL, 2000.

Baumol, W., Bradford, D. Optimal departures from marginal cost pricing. *American Economic Review*, v. 60, 1970.

Carrera-Fernandez, J. Cobrança e preços ótimos pelo uso e poluição das águas de mananciais. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 28, n. 3, p. 249-277, 1997

_____. O princípio dos usos múltiplos dos recursos hídricos e o custo social da energia elétrica no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, v. 28, n. especial, p. 953-966, julho, 1998.

_____. Cobrança pelo uso da água em sistemas de bacias hidrográficas: o caso do rio Pirapama em Pernambuco. *Economia Aplicada*. São Paulo: v. 4, n. 3, julho/setembro, 2000a.

Carrera-Fernandez, J.; Garrido, R. J. O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: uma análise dos estudos no Brasil. *Revista Econômica do Nordeste*, n. especial, 2000b.

_____ O instrumento de cobrança pelo uso da água em bacias hidrográficas: teorias e metodologias. *Anais do XXVIII Encontro Nacional de Economia da ANPEC*. Campinas, 2000c.

Coase, Ronald. The problem of social cost. *Journal of Law and Economics*, 1960.

Contador, Cláudio Roberto. *Projetos sociais*. São Paulo: Atlas, 1998.

Garrido, Raymundo José; Carrera-Fernandez, José. Metodología para la determinación de los precios óptimos y cobro por el uso y contaminación de las cuencas de Paraguaçu e Itapicuru (Brasil). Delgado, C. D., Alberich, M. V. E. (eds). *Contribuciones al manejo de los recursos hídricos en America Latina*. Mexico: Universidad Autónoma del Estado de México, 1997

Garrido, Raymundo José. *A indústria como usuária dos recursos hídricos notas para discussão na CIESP - Cubatão*, 1993. (Notas para discussão na CIESP - Cubatão)

_____ *Contribuição ao plano nacional de recursos hídricos*. Brasília, DF: Secretaria de Recursos Hídricos do Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1996.

Harberger, Arnold C. *Project evaluation: collected papers*. Chicago: The University of Chicago Press, 1972.

IBGE. *Anuário Estatístico do Brasil*, 1998.

Layard, Richard (ed.). *Cost benefit analysis*. New York: Penguin, 1980.

Layard, P. R. G.; Walters, A. A. *Microeconomic theory*. Mac Grow Hill, 1978.

Lypsei, R. G.; Lancaster, K. J. The general theory of the second best. *Review of Economic Studies*, v. 24, p. 11-32, 1956-7

Mas-Colell, Andreu; Whinston, M. D.; Green, J. R. *Microeconomic theory*. New York: Oxford University Press, 1995.

Motta, Ronaldo Seroa da. *Manual para valorização econômica de recursos ambientais*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazonia Legal, 1998.

_____ *Utilização de critérios econômicos para a valorização da água no Brasil*. IPEA. Texto para Discussão n. 556, 1998.

Ministério de Minas e Energia (MME). *Balanço energético nacional*. Brasília: MME, 1994.

Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazonia Legal. *Projeto Arco Íris*, v. II. Hydros, 1997

Mishan, E. J. *Análise de custos-benefícios*. Rio: Zahar, 1976.

_____. *Economics for social decisions: elements of cost-benefit analysis*. New York: Praeger, 1975.

Secretaria de Energia, Transporte e Comunicações. *Participação da iniciativa privada na produção de energia elétrica: a questão tarifária*. Salvador: Convênio de cooperação entre o Governo do Estado da Bahia e a Comissão Européia no Setor de Energia, 1994.

Secretaria de Recursos Hídricos (SRH) do Ministério do Meio Ambiente, Recursos Hídricos e Amazonia Legal (MMA). *Política nacional de recursos hídricos - Lei n. 9.433 de 8 de janeiro de 1997* Brasília: SRH/MMA, 1997.

Secretaria de Planejamento, Orçamento e Coordenação da Presidência da República (SEPLAN-PR). *Projeto Aridas - uma estratégia de desenvolvimento sustentável para o Nordeste*. Brasília: SEPLAN-PR, 1994.

Silberberg, E. *The structure of Economics: a mathematical analysis*. New York: Mac Graw-Hill, 1978.

Varian, Hal R. *Microeconomic analysis*. New York: Norton Company Inc., 1978.

Decisões críticas em idades críticas: a escolha dos jovens entre estudo e trabalho no Brasil e em outros países da América Latina*

Carlos H. Corseuil[§]

Daniel D. Santos[§]

Miguel N. Foguel[§]

RESUMO

O objetivo deste texto é realizar, em quatro países da América Latina, um estudo comparativo dos fatores que determinam a escolha dos jovens entre estudar, trabalhar, exercer ambas as atividades ou nenhuma delas. Este estudo pretende mostrar o caso específico do Brasil, verificando em que medida suas conclusões e recomendações de política podem ser estendidas a países com diferentes características sociogeográficas. Os demais países escolhidos são Chile, Peru e Honduras. A comparação da magnitude dos efeitos que essas variáveis exercem sobre a alocação do tempo dos jovens foi feita por meio de uma análise gráfica. Vale destacar o papel da educação dos pais, cuja forte influência pode ser notada em todos os países analisados. A probabilidade de um jovem estar na escola cresce significativamente com o nível educacional dos pais. No Brasil filhos(as) de pais que cursaram o ensino fundamental têm uma probabilidade de estudar 17 (14) pontos percentuais maior do que aqueles(as) cujos pais são analfabetos. Também despontam como relevantes o grau de urbanização, o número de crianças e o número de idosos. No entanto, o efeito dessas variáveis depende do gênero e do país considerado. Esse fato reforça nossa opinião de que fatores institucionais/culturais também exercem considerável influência na alocação do tempo dos jovens.

Palavras-chave: alocação de tempo, jovens, educação, trabalho.

ABSTRACT

In this paper we pretend to compare the determinants of the time allocation of the teenagers among four Latin American countries: Brazil, Chile, Peru and Honduras. We assume there are four possibilities to time allocation: only studying, only working, doing both of them or doing none of them. We focused our attention in Brazil, reporting how far one can extend the conclusions and policy recommendations to the another countries with different social and geographical characteristics. Separate analysis were done for men and women. The specific impacts of each variable on the time allocation of the teenagers were compared through a graphic analysis. The parents education revealed being the most important determinant of the young people's choice in almost all countries and genders analyzed, in the sense that the more educated the parents are, the more likely to study and the less willing to work the children are. In Brazil, for example, sons/daughters of eight-year educated parents have probability of studying 17/14 percentage points lower than sons/daughters of analphabets. Other important variables were the household location and the family composition, however the direction of these impacts depended on the gender and the country considered. This fact supports the argument that institutional/cultural differences have a central role on the teenagers' time allocation.

Key words: time allocation, teenagers, education, working.

JEL: J22.

* Os autores agradecem a colaboração fundamental de Wilson Morgado, Leonardo Pugliesi e Rodrigo Dias no processamento de dados. Este trabalho foi elaborado no âmbito do projeto *Adolescents in Latin America and Caribbean: examining time allocation decisions with cross-country microdata* elaborado para o BID. Os autores agradecem também os comentários dos demais integrantes do projeto, assim como de participantes do Congresso da Abep 2000, onde uma versão anterior deste trabalho foi apresentada.

§ Da Diretoria de Estudos Sociais do IPEA.

1 Introdução

A educação tem sido apontada por diversos autores como elemento fundamental no processo de desenvolvimento de um país. No Brasil, esses estudos mostram que a educação afeta o nível e a distribuição de renda dos indivíduos (Ferreira e Barros, 1999); a propensão a ter filhos (Lam e Duryea, 1999); a criminalidade em uma determinada área (Mendonça, 2000); e a taxa de desemprego (Santos, 2000). Esses resultados têm se confirmado em outras partes do mundo. (Behrman, Duryea e Székely, 1999). Neste sentido, um fato estilizado preocupante para os países em desenvolvimento é a menor frequência dos jovens à escola relativamente aos países desenvolvidos. Em geral, esse fato está associado ao ingresso precoce no mercado de trabalho.

O objetivo deste texto é realizar, em quatro países da América Latina, um estudo comparativo dos fatores que determinam a escolha dos jovens entre estudar, trabalhar,¹ exercer ambas as atividades ou nenhuma delas.² Este estudo pretende ressaltar o caso específico do Brasil, verificando em que medida suas conclusões e recomendações de política podem ser estendidas a países com diferentes características sociogeográficas. Os demais países escolhidos para efeito de comparação foram Chile, Peru e Honduras, e representam os principais subgrupos de interesse dos países desse continente.³

Menezes-Filho *et alii* (2000) mostram que, entre os países latino-americanos, o Chile apresenta elevada proporção de jovens na escola, o Brasil e Peru apresentam uma proporção intermediária, mas com boa parte dos jovens optando por trabalhar e estudar, e Honduras possui baixa proporção de jovens matriculados. Além disso, há uma diversidade de características geográficas/culturais presentes nesse conjunto que podem exercer alguma influência no processo estudado.⁴

A determinação da alocação do tempo dos jovens entre trabalho e estudo já foi objeto de pesquisa de alguns autores. Menezes-Filho *et alii* (2000) documentaram quais os determinantes dessa escolha para a América Latina de forma agregada. Barros e Mendonça (1991) fizeram uma análise similar para o caso brasileiro. Nosso trabalho pretende avançar a análise desse tema na medida em que permite uma comparação do Brasil com outros países

1 Neste estudo estamos considerando os jovens desempregados como tendo feito uma opção por trabalhar. O fato de não estarem ocupados no momento da entrevista não altera sua vontade de participar da força de trabalho.

2 Note-se que o trabalho doméstico não-remunerado é computado nessa última alternativa.

3 Freije e Lopez-Calva (2000) fazem uma análise semelhante envolvendo Venezuela e México.

4 Vale ressaltar que alguns possuem forte influência de grupos indígenas, cujos costumes tendem a ser distintos do padrão do continente.

latino-americanos e se baseia em um modelo econométrico mais flexível e completo que nos permite explorar relações não investigadas nos trabalhos mencionados.⁵

Na seção 2 procuramos documentar os padrões observados de alocação do tempo dos jovens por gênero ao longo da faixa etária relevante (12 a 17 anos) nos países aqui analisados. Nas seções 3 e 4 explicitamos os argumentos teóricos que fundamentam a seleção dos determinantes da alocação do tempo e a nossa estratégia empírica. Na seção 5 descrevemos os resultados obtidos. Finalmente, na seção 6 apresentamos uma síntese do trabalho.

2 Informações preliminares

A análise contida neste estudo faz uso de uma fonte de informações extremamente rica e poucas vezes utilizada. Trata-se de uma compilação de pesquisas domiciliares referentes a 18 países da América Latina e Caribe estruturada pelo Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID).⁶ Essa base contém variáveis construídas de forma compatível a partir dos microdados originais. O período investigado e o universo coberto variam um pouco entre os países, limitando uma análise mais extensa. De qualquer forma, uma comparação de mais de quatro países nos pareceu exageradamente detalhada. As informações referem-se a 1997, para Brasil e Peru, e 1998 para Chile e Honduras.

Nesta seção vamos descrever o padrão de alocação do tempo dos jovens de 12 a 17 anos de acordo com o país, a idade e o sexo. Esta descrição tem dois objetivos. Em primeiro lugar, visa informar o leitor sobre como está distribuída a alocação do tempo dos jovens nos países escolhidos. Em segundo, tais resultados serão levados em consideração na especificação de nosso modelo econométrico.

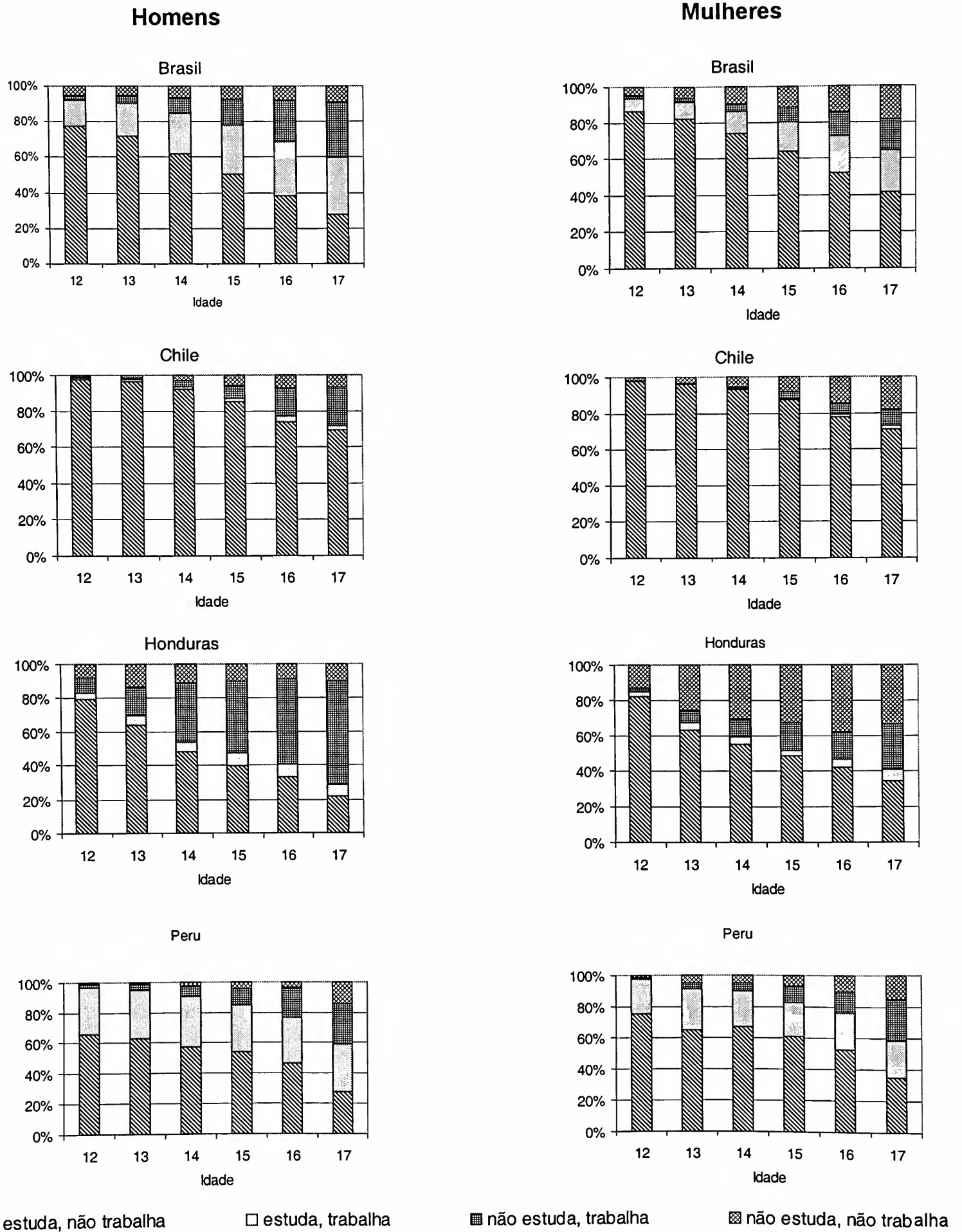
O Gráfico 1 mostra que a parcela dos jovens que aloca o tempo em cada uma das quatro alternativas propostas varia consideravelmente com a idade. No grupo etário analisado, um incremento (mesmo que marginal) nessa variável está associado a distribuições distintas de alocação de tempo. No Brasil, por exemplo, a parcela de homens jovens que alocam seu tempo exclusivamente ao estudo é superior a 70% quando a idade considerada é 13 anos, e passa a ser inferior a 40% quando a idade considerada é 16 anos.⁷

5 Na realidade, o modelo econométrico utilizado por Menezes-Filho *et alii* (2000) é bem similar ao nosso. No entanto, o trabalho mencionado, ao contrário do nosso, não explora a possibilidade de determinadas variáveis microeconômicas terem efeito diferenciado sobre a alocação do tempo dos jovens, de acordo com certas características socioeconômicas. Por outro lado, vale ressaltar que os autores incorporam variáveis macroeconômicas que não temos condições de incorporar.

6 Além do Brasil, estão presentes nessa base de dados informações da Argentina, Uruguai, Paraguai, Chile, Bolívia, Peru, Equador, Venezuela, Colômbia, Panamá, Honduras, Guatemala, Nicarágua, El Salvador, República Dominicana, Jamaica e México.

7 Na maioria dos oito grupos considerados o declínio na frequência à escola acelera entre 13 e 15 anos.

Gráfico 1
Escolha dos Jovens Entre Trabalho e Estudo ao Longo da Adolescência
Diferenças por Sexo



▨ estuda, não trabalha

□ estuda, trabalha

▩ não estuda, trabalha

▤ não estuda, não trabalha

De modo geral, observa-se entre as mulheres uma propensão menor ao trabalho do que entre os homens, o que significa que a proporção de pessoas que só trabalham ou que trabalham e estudam é maior entre os homens. Uma vez que optem por não estudar, a maioria dos homens escolhe trabalhar e a maioria das mulheres escolhe não trabalhar. O curioso é que, apesar das diferenças existentes na decisão de trabalhar, a proporção total de pessoas que estudam é semelhante entre homens e mulheres.

Nos países investigados neste estudo, a relação entre a forma como o tempo dos jovens é alocado e a idade apresenta dois padrões distintos. No Chile e Peru, homens e mulheres alteram suas alocações de tempo de modo semelhante à medida que a idade cresce. No Brasil e em Honduras, observa-se uma reação diferenciada para homens e mulheres. Entre os primeiros, aumenta muito a proporção de pessoas que trabalham e estudam, enquanto entre as mulheres a categoria que mais cresce com a idade é a de pessoas que não trabalham nem estudam.

3 Argumentos teóricos

Dada a escassez de modelos estruturais, nossa análise empírica será baseada em argumentos presentes na literatura sobre os determinantes do trabalho precoce e da frequência à escola. Esses argumentos são, em geral, derivados do arcabouço genérico sobre produção doméstica, que analisa a tomada de decisão da família sobre a alocação ótima do tempo dos integrantes sob uma ótica racional. Dessa forma, a decisão a ser tomada para os membros mais jovens da família depende, em última instância, das dotações de recursos de todos os membros da família, bem como das preferências por consumo e lazer, e os respectivos preços relativos, como colocam Barros, Mendonça e Velazco (1994). Esses três argumentos, por sua vez, são influenciados por diversas variáveis presentes nas pesquisas domiciliares utilizadas em investigações empíricas.

A educação dos pais é apontada como um dos principais determinantes da preferência da família em relação a esses argumentos. Pais mais educados teriam mais informações sobre a importância da educação e tenderiam a atribuir maior valor ao tempo gasto por seus filhos em atividades escolares. Por outro lado, e à medida que a educação seja entendida como *proxy* para a renda permanente do indivíduo, pais mais escolarizados disporiam de mais recursos para investir na educação de seus filhos, aumentando a probabilidade de eles estarem frequentando a escola num dado ponto do tempo.

Tradicionalmente, o tamanho e a composição do domicílio são destacados como determinantes da repartição de recursos entre os membros. (Grootaert e Kanbur, 1995 e Patrinos e Psacharopoulos, 1997) O argumento que justifica a importância do tamanho do

domicílio está relacionado a um *trade-off* entre quantidade de filhos e qualidade da sua educação. (Hanushek, 1992) Supondo que os pais têm um montante limitado de recursos e tempo a ser gasto com a educação dos filhos, quanto maior a quantidade de filhos, menor a qualidade da educação que cada filho recebe.

No entanto, a distribuição dos recursos disponíveis para a educação pode não ser uniforme. A repartição pode levar em consideração os rendimentos potenciais, atuais e futuros de cada membro, determinando, eventualmente, uma estratégia diferenciada de alocação de tempo para membros da mesma família.⁸ Desta forma, a composição da família influenciaria na alocação do tempo dos jovens entre as atividades mencionadas.

Os argumentos anteriores partem da premissa de que a família dispõe de recursos para suas atividades de subsistência e ainda conta com um volume que seria alocado para a educação dos jovens. No entanto, nem sempre isto se verifica. É possível que as famílias não possam despender recurso algum com educação, ou mesmo que precisem dos jovens trabalhando para complementar os recursos necessários à subsistência. Neste caso, a alocação seria totalmente determinada pelo montante de recursos correntes disponível para a família. Desta forma, o nível de renda familiar e as restrições ao crédito para as famílias pobres são destacados como principais determinantes (Basu e Van, 1998 e Ranjan, 1999) da alocação do tempo de jovens em sociedades pobres.

Com relação a preços relativos, há uma tendência de serem relacionados com a área geográfica. Esta distinção por área, no entanto, também capta outros fatores que influenciam na decisão do jovem, como diferenças na probabilidade de conseguir emprego e qualidade do ensino oferecido.

Recentemente, outros fatores vêm sendo apontados como relevantes na decisão sobre como os jovens devem alocar seu tempo. Um deles é a definição de quem concentra o poder decisório. Alguns estudos assumem que essa escolha cabe ao chefe de família, enquanto outros consideram que há um processo de barganha entre os membros.⁹ O fato de haver ou não barganha e o modo como se dá a barganha devem estar relacionados tanto ao tamanho quanto à composição da família.

Outro fator apontado como um determinante a ser considerado na alocação do tempo dos jovens, sobretudo crianças, consiste na tolerância das sociedades ao trabalho infantil. (Lopez-

8 Note-se que essa estratégia implicitamente leva em consideração a atratividade esperada do mercado de trabalho percebida pelos membros da família ao longo do ciclo de vida.

9 Basu (1999) faz uma resenha teórica que discute esse aspecto da decisão mencionada.

Calva, 2000) Isto quer dizer que uma família pode decidir se um jovem trabalhará ou não baseada na expectativa de sofrer retaliações legais ou sociais a essa decisão. Tal tolerância estaria sendo determinada por um conjunto de normas institucionais da sociedade a ser analisada.

4 Estratégia empírica

O objetivo desta seção é descrever a metodologia para uma análise multivariada que possibilitaria investigar os efeitos de cada variável demográfica ou socioeconômica sobre a escolha dos jovens, descontados os efeitos das demais variáveis. A estratégia empírica eleita para essa finalidade foi a utilização de um modelo paramétrico do tipo *logit* multinomial. Esse modelo parte do pressuposto que as decisões de estudar ou não, e trabalhar ou não, são tomadas simultaneamente.¹⁰

Devido à grande variação da escolha alocativa de tempo dos jovens com a idade e sexo, optamos por separar nosso universo de análise em subuniversos que incluíssem somente pessoas do mesmo sexo e com idade semelhante. Mais especificamente, foram construídas subamostras para homens e mulheres na faixa etária de 14 a 15 anos.¹¹

4.1 O modelo de regressão

Basicamente, estamos interessados em estimar relações do tipo:

$$P^s = P[S = s | Z:\beta] = f(Z:\beta): Z = (z_1, z_2, \dots, z_n)$$

onde P^s representa a probabilidade de o jovem escolher a situação s (que pode ser **só estudar, trabalhar e estudar, só trabalhar ou não trabalhar nem estudar**). Z representa aqui o conjunto de variáveis socioeconômicas que determina (por hipótese) a escolha do jovem. Para simplificar a estimação, supomos que S apresenta uma distribuição exponencial multivariada, ou seja, supomos que, para cada indivíduo i :

10 Freije e Lopez-Calva (2000) estimam outros modelos baseados em estruturas alternativas de decisão, além desse modelo. Os autores estimam modelos do tipo *probit* bivariado e *probit* seqüencial e mostram que: *a*) o poder explicativo varia muito pouco entre as três classes de modelos considerados; e *b*) os resultados não apresentam grandes variações entre uma classe e outra.

11 Na seção 2 vimos que o declínio da frequência escolar acelera em torno dos 14 anos, o que torna a faixa etária mencionada a mais importante para investigar a opção individual pela frequência à escola.

$$P_i^s = \frac{e^{Z_i \beta_s}}{e^{Z_i \beta_s} + \sum_{j \neq s} e^{Z_i \beta_j}}$$

onde $\sum_j P_i^s = 1$ e $\{\beta_j\}$ é o conjunto de parâmetros a ser estimado.

Em virtude da escassez de modelos teóricos que derivem uma equação estrutural para uma análise de causalidade, baseamos o formato de nossa equação nos argumentos teóricos sintetizados na seção anterior. De acordo com esses argumentos deveríamos ser capazes de considerar os efeitos relacionados a preços relativos, preferências, disponibilidade de recursos e normas institucionais.

Podemos descrever as equações estimadas da seguinte forma:¹²

$$\begin{aligned} \text{Ln} \left(\frac{\hat{P}_i^s}{\sum_{j \neq s} \hat{P}_i^j} \right) = & \hat{\beta}_{0s} + \sum_{p=1}^2 IF_i^p \hat{\beta}_{ps} + PS_i \hat{\beta}_{3s} + LS_i^1 \hat{\beta}_{4s} + LS_i^2 \hat{\beta}_{5s} + \sum_{q=1}^4 NM_{qi} \hat{\beta}_{5+qs} + \\ & + HT_i \hat{\beta}_{10s} + UR_i \hat{\beta}_{11s} + D_i \hat{\beta}_{12s} + PM_i \hat{\beta}_{13s} + \sum_{q=1}^4 \sum_{p=1}^2 \left(\frac{IF^p}{NM_q} \right)_i \hat{\beta}_{12+p+q,s} + \\ & + \sum_{p=1}^2 \hat{\beta}_{21+p,s} PM_i . IF_i^p + \sum_{p=1}^2 \hat{\beta}_{23+p,s} UR_i . IF_i^p + \sum_{q=1}^4 \hat{\beta}_{25+q,s} UR_i . NM_{qi} + \\ & + \sum_{p=1}^2 \hat{\beta}_{29+p,s} LS_i^1 . IF_i^p + \sum_{p=1}^2 \hat{\beta}_{31+p,s} LS_i^2 . IF_i^p \end{aligned} \quad (1)$$

Com relação aos recursos da família, IF é a renda familiar (excluída a renda do jovem). O tamanho e a composição da família estão incorporados nos componentes do vetor NM , quais

12 Nos modelos *logit*, estimamos um sistema de equações que nada mais são do que transformações da equação (1), do tipo:

$$\text{Ln}(\hat{P}_i^s) - \text{Ln} \left(\sum_{j \neq s} \hat{P}_i^j \right) = Z_i \hat{\beta}_s + \hat{\varepsilon}_i$$

em que os parâmetros $\{\hat{\beta}_s\}$ são estimados por máxima verossimilhança.

sejam: *a*) número de membros menores de oito anos na família; *b*) membros entre oito e 15 anos; *c*) entre 15 e 65 anos; e *d*) maiores de 65 anos.¹³

Com relação às preferências, *HT* é uma variável categórica indicando o tipo de arranjo familiar e *PS* está relacionada à escolaridade dos pais. A primeira variável diferencia a família nuclear (composta por pais e filhos) da expandida. Já a segunda foi definida como o máximo entre as escolaridades do pai e da mãe. Supomos que bastaria um dos pais ser instruído para que a família tivesse informação sobre a importância da educação para seus filhos.¹⁴

UR indica se o domicílio está situado em área urbana ou rural. Essa variável estaria relacionada não só aos preços relativos, como também às normas institucionais, visto que a tolerância em relação ao trabalho infantil tende a ser diferenciada nesses dois ambientes, e que o nível de escolaridade tende a ser um fator mais importante na obtenção de boas ocupações nas áreas urbanas do que nas rurais.

Por fim, alguns controles foram introduzidos: *D* é uma *dummy* de idade que separa as duas idades incluídas na regressão, *LS^α* reflete a situação laboral do chefe da família (*dummies* que distinguem se o chefe é assalariado, se auto-emprega ou não trabalha) e *PM* indica a presença da mãe no domicílio.

O termo quadrático da renda permite maior flexibilidade na relação dessa variável com a alocação do tempo. Os termos de interação da renda com as variáveis demográficas permitem captar diferenças dos efeitos dessas variáveis de acordo com o nível de renda domiciliar.

O fato de contarmos com uma *cross-section* para cada país nos impede de incluir em nossa especificação variáveis “macro” que expressem alguma característica relacionada às normas institucionais do país, à atratividade do mercado de trabalho ou a algum indicador de recursos públicos direcionados à educação (usualmente aproximado pelo nível de desenvolvimento ou grau de pobreza dos pais).¹⁵ No entanto, Menezes-Filho *et alii* (2000), ao estimar um modelo análogo ao nosso para um *pooling* de países, reportam que as variáveis “macro” contribuem apenas marginalmente para o ajuste do modelo. Além disso, Barros, Mendonça e Velazco

13 Note-se que as variáveis *NJ* e *NA* podem também captar a informação sobre a existência de irmãos mais novos ou mais velhos. Este tipo de informação é considerado em diversos trabalhos empíricos do gênero. (Patrinos e Psacharopoulos, 1997)

14 Além disso, essa definição permite incluir em nossa amostra domicílios em que o pai ou a mãe já não habita mais.

15 Supostamente os recursos públicos fazem diminuir a necessidade de a família alocar seus recursos para educação.

(1994) sugerem que a pobreza agregada (no nível regional) tem influência insignificante sobre a decisão de trabalho dos jovens no Brasil.

4.2 Efeitos marginais

A partir dos coeficientes estimados, é possível calcular o impacto de mudanças marginais nas variáveis explicativas, $\{z_n\}$, sobre a probabilidade de um jovem se encontrar em uma determinada situação, P^s . O sistema de equações estimado em (1) fornece as relações entre a probabilidade de um indivíduo se encontrar em determinada situação e as variáveis que explicam essa probabilidade, $\hat{P}_i^s(S = s | \{z_n\})$. O procedimento para calcular o efeito marginal da variável z_N sobre P^s , $\partial P^s / \partial z_N$ começa pela simulação de uma situação em que todos os jovens da amostra possuam uma dotação K de z_N e a dotação verdadeiramente observada de todas as demais variáveis explicativas, $\hat{P}_i^s |_{z_N=K} = \hat{P}_i^s(S = s | z_N = K; \{z_{n \neq N}\})$. Tendo estimado esta relação para cada indivíduo, podemos estimar a média da probabilidade de um indivíduo estar na situação s caso $z_N = K$, $\hat{P}^s |_{z_N=K}$.

Repetindo esse procedimento, que atribui sucessivamente a todos os indivíduos dotações $K+1, K+2, \dots$ de z_n , obtém-se a seqüência $\left\{ \hat{P}^s |_{z_N=K} \right\}_{K=a}^b$, que fornece uma estimativa¹⁶ de $\partial P^s / \partial z_N$. Mostraremos esta seqüência na forma de gráficos na próxima seção para ambas as amostras (homens e mulheres) separadamente.¹⁷

Alguns determinantes da alocação do tempo dos jovens foram modelados de forma flexível, com o intuito de captar relações diferenciadas em distintos grupos da amostra. Em particular, consideramos a possibilidade de que houvesse interações de renda, urbanização, ocupação do chefe, presença da mãe e número de membros no domicílio. Quer dizer, consideramos que

16 Onde a e b denotam os limites de variação da variável z_n . No caso da renda familiar, os valores atribuídos a K correspondem aos que delimitam os decis da distribuição de renda.

17 Consideramos que um procedimento desse tipo é necessário na medida em que a apresentação dos coeficientes limitaria a informação ao impacto da variável explicativa na probabilidade relativa entre duas formas de alocar o tempo. Portanto, quando se tem apenas os coeficientes, não se sabe se o acréscimo na variável explicativa aumenta ou diminui, em termos absolutos, as probabilidades de alocar o tempo em cada uma das alternativas consideradas.

o efeito de uma dessas variáveis sobre a alocação do tempo dos jovens pode depender do nível da outra.

Para fins de apresentação e interpretação do resultado é necessário definir, no caso de duas variáveis, se o efeito da primeira depende do nível da segunda ou vice-versa. Por exemplo, quando interagimos renda e urbanização, podemos mostrar o efeito da renda por categoria de urbanização ou o efeito da urbanização por nível de renda. Nossas decisões a este respeito procuraram refletir argumentos da literatura. Estimamos os resultados das variáveis mencionadas acima da seguinte maneira: ocupação do chefe e presença da mãe por nível de renda; renda por categoria de urbanização; e cada uma das variáveis relacionadas a número de membros do domicílio por nível de renda e categoria de urbanização.¹⁸ Decidimos tratar o efeito do grau de urbanização como se fosse invariante, de acordo com os níveis de renda e o número de membros no domicílio.

5 Análise dos resultados

5.1 Resultados das regressões

Nesta subseção descrevemos os coeficientes obtidos a partir de nossas estimações do sistema de equações (1), com ênfase na significância estatística dos mesmos. As Tabelas A.1 a A.8 do Apêndice reportam os resultados das oito regressões (quatro países x dois sexos). Essas tabelas revelam que estatisticamente muitos coeficientes não são significativamente diferentes de zero.¹⁹

Na Tabela 1 apresentamos uma listagem resumida por regressão de quais são as variáveis significativas a um nível de confiança de 10%. Dois fatos relevantes podem ser extraídos dessa tabela. Primeiro, nenhuma variável deixa de aparecer em pelo menos uma regressão. Segundo, há uma enorme heterogeneidade nas variáveis listadas em cada regressão. Estes dois fatos nos levam a crer que um modelo mais parcimonioso poderia esconder alguma relação que é relevante para algumas amostras analisadas.

18 Para mostrar os resultados por nível de renda consideramos três categorias: baixo (corresponde a uma renda enquadrada nos dois primeiros décimos), médio (do terceiro ao quinto décimo) e alto (do sexto ao último décimo).

19 Essa informação pode levar o leitor a suspeitar que os modelos têm parâmetros demais em relação ao número de observações. A menor subamostra construída corresponde às jovens peruanas, com 346 observações.

Tabela 1
Variáveis Estatisticamente Significativas a 10% por Regressão

Brasil		Chile		Honduras		Peru	
Homem n=6176	Mulher n=6181	Homem n=2582	Mulher n=2554	Homem n=740	Mulher n=685	Homem n=392	Mulher n=346
idade (β_{12})	idade (β_{12})	idade (β_{12})	idade (β_{12})	idade (β_{12})	idade (β_{12})	arranjo (β_{10})	idade (β_{12})
educa_pais (β_3)	arranjo (β_{10})	arranjo (β_{10})	arranjo (β_{10})	arranjo (β_{10})	jovem (β_9)	educa_pais (β_3)	arranjo (β_{10})
mãe (β_{13})	educa_pais (β_3)	educa_pais (β_3)	educa_pais (β_3)	educa_pais (β_3)	educa_pais (β_3)	mãe (β_{13})	educa_pais (β_3)
auton (β_4)	mãe (β_{13})	idoso (β_8)	ativo (β_7)	criança (β_6)	ativo (β_7)	auton (β_4)	ativo (β_7)
rf*auton (β_{30})	auton (β_4)	auton (β_4)	idoso (β_8)	mãe (β_{13})	criança (β_6)	empr (β_5)	criança (β_6)
rf2*auton (β_{31})	rf (β_1)	empr (β_5)	auton (β_4)	rf (β_1)	idoso (β_8)	rf*auton (β_{30})	idoso (β_8)
rf*empr (β_{32})	rf*ativo (β_{16})	rf*empr (β_{32})	empr (β_5)	rf*ativo (β_{16})	mãe (β_{13})	rf (β_1)	mãe (β_{13})
rf2*empr (β_{33})	rf2*ativo (β_{17})	zona (β_{11})	rf*jovem (β_{14})	rf*idoso (β_{18})	empr (β_5)	rf*criança (β_{20})	auton (β_4)
rf2*mãe (β_{23})	zona*ativo (β_{27})		zona*ativo (β_{27})	rf*jovem (β_{14})	rf*empr (β_{32})	rf2 (β_2)	rf*auton (β_{30})
rf*zona (β_{24})	zona*criança (β_{26})		zona*jovem (β_{28})	rf2*mãe (β_{23})	rf (β_1)	rf2*criança (β_{21})	rf*empr (β_{32})
zona*ativo (β_{27})	zona*idoso (β_{29})		zona (β_{11})	zona*criança (β_{26})	rf*criança (β_{20})	rf*jovem (β_{14})	rf*criança (β_{20})
	zona*jovem (β_{28})			zona (β_{11})	rf2*criança (β_{21})	rf2*jovem (β_{15})	rf2 (β_2)
	zona (β_{11})				rf*idoso (β_{18})	rf*mãe (β_{22})	rf2*criança (β_{21})
					rf2*idoso (β_{19})	rf2*mãe (β_{23})	rf*idoso (β_{18})
					rf*zona (β_{24})	rf2*zona (β_{25})	rf2*idoso (β_{19})
					rf2*zona (β_{25})	zona*idoso (β_{29})	rf*jovem (β_{14})
					zona*idoso (β_{29})		rf2*mãe (β_{23})
					zona*jovem (β_{28})		rf*zona (β_{24})
					zona (β_{11})		zona (β_{11})

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Na Tabela 2 reportamos a quantidade de vezes em que cada variável do modelo apareceu como sendo significativa. Por simplicidade dividimos arbitrariamente as variáveis em dois grupos: as **mais relevantes**, que aparecem como significativas em pelo menos quatro das oito regressões, e as **menos relevantes**. Podemos notar que o grupo das mais relevantes é dominado por variáveis “puras”, ou seja, que não correspondem a interações. Somente duas variáveis desse tipo estão entre as menos relevantes: número de jovens e número de membros ativos.

Tabela 2**Quantidade de Regressões que Reportam Efeitos Significativos para Cada Variável**

Variável	Quantidade	Variável	Quantidade
educa_pais	8	rf*criança	3
idade	7	rf2*criança	3
arranjo	6	rf*idoso	3
mãe	6	rf2*idoso	3
auton	6	rf2*ativo	2
zona	5	rf2*zona	2
criança	4	rf2*idoso	2
idoso	4	zona*criança	2
empr	4	zona*idoso	2
rf	4	jovem	1
rf2*empr	4	rf2*auton	1
rf*jovem	4	rf2*empr	1
rf2*mãe	4	rf*ativo	1
ativo	3	rf2*jovem	1
zona*ativo	3	rf*mãe	1
zona*jovem	3	rf2	1
rf*auton	3		

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/ rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Por outro lado, vale destacar a influência da educação dos pais e da idade na alocação do tempo dos jovens. Estas variáveis aparecem como significativas em oito e sete regressões, respectivamente. No entanto, para se ter uma noção da magnitude dos efeitos destas variáveis sobre a alocação do tempo é necessário estimar os efeitos marginais.

5.2 Magnitude dos efeitos por sexo: uma análise comparada do Brasil com os demais países

Nesta subseção analisamos o impacto de um acréscimo marginal em cada variável considerada sobre as probabilidades de os indivíduos alocarem seu tempo em cada uma das quatro alternativas analisadas. Esta análise vai se basear em uma seqüência de gráficos para cada variável por sexo e país.

É do nosso interesse estabelecer uma hierarquia a respeito da magnitude dos efeitos sobre a alocação do tempo. No entanto, em muitos casos as variáveis explicativas possuem unidades de medidas não-comparáveis. Desta forma, procuramos comparar o efeito na alocação do tempo associado a variações em uma faixa de valores relativamente freqüentes para as variáveis explicativas.

5.2.1 Homens

Como demonstrado no lado esquerdo do Gráfico 2, a escolaridade dos pais revelou-se uma variável extremamente importante na determinação da escolha de alocação de tempo dos jovens brasileiros. Pais mais educados aumentam as chances de os filhos se dedicarem exclusivamente aos estudos e reduzem a probabilidade de eles não fazerem nada ou utilizarem parte de seu tempo para trabalhar. Filhos de pais analfabetos têm suas chances de estar matriculado reduzidas em 17 pontos de porcentagem em relação a filhos de pais com o ensino fundamental completo. Paralelamente, a diferença nas chances de estar trabalhando é de 19 pontos percentuais entre filhos de pais analfabetos e pais com oito anos de estudo.

Esse resultado mostra que os benefícios que a educação traz para um indivíduo brasileiro transbordam para a geração seguinte. Tal fato já havia sido documentado em outros estudos como, por exemplo, Lam e Duryea (1999) e Mendonça (2000). Para os demais países analisados, os resultados apontam na mesma direção, o que reforça a importância do efeito dessa variável.

Ainda relacionado a características dos pais, constata-se, por meio do Gráfico 3, que a situação ocupacional apresenta um efeito relativamente pequeno sobre as probabilidades que implicam a freqüência à escola dos filhos, apesar de ter um impacto importante sobre a propensão a participar da força de trabalho. A probabilidade de trabalhar cai cerca de 15 pontos percentuais entre jovens pobres, quando comparamos pais ocupados (seja como empregado ou autônomo) e desocupados; e a queda ocorre principalmente entre aqueles que estudam e trabalham.²⁰

Esse resultado é, de certa forma, inesperado, principalmente em relação aos pais com ocupação autônoma, uma vez que é comum na literatura o argumento de que pais nesse tipo de ocupação atraem seus filhos para o trabalho. No entanto, os resultados dos demais países analisados confirmam que filhos de chefes sem ocupação trabalham menos do que filhos de chefes autônomos.

²⁰ Resultados semelhantes são computados para jovens de famílias ricas. A variação mencionada na probabilidade de trabalhar cai 12 pontos, neste caso. Os gráficos estão disponíveis com os autores.

Gráfico 2
Relação entre a Educação dos Pais e Alocação de Tempo dos Jovens

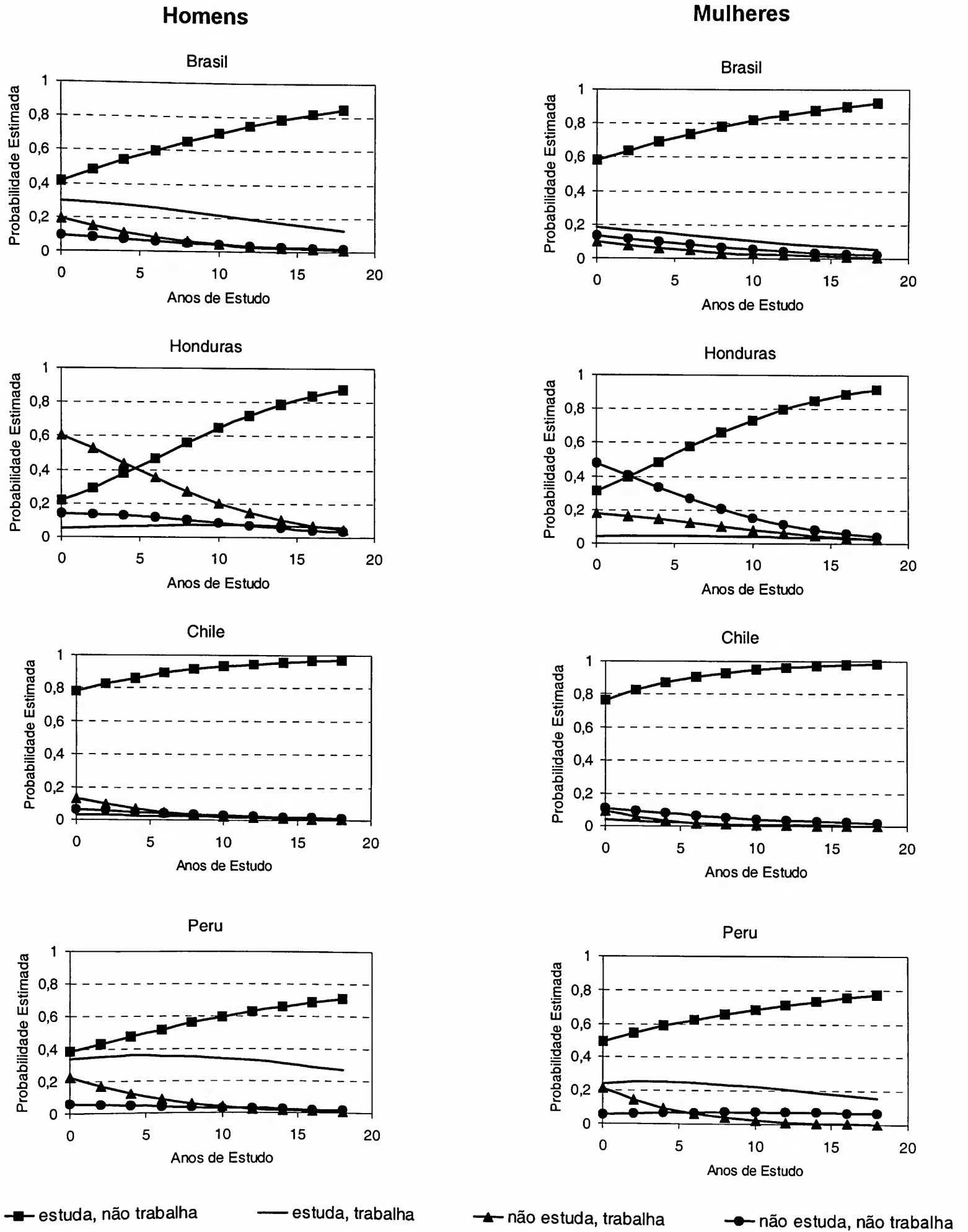
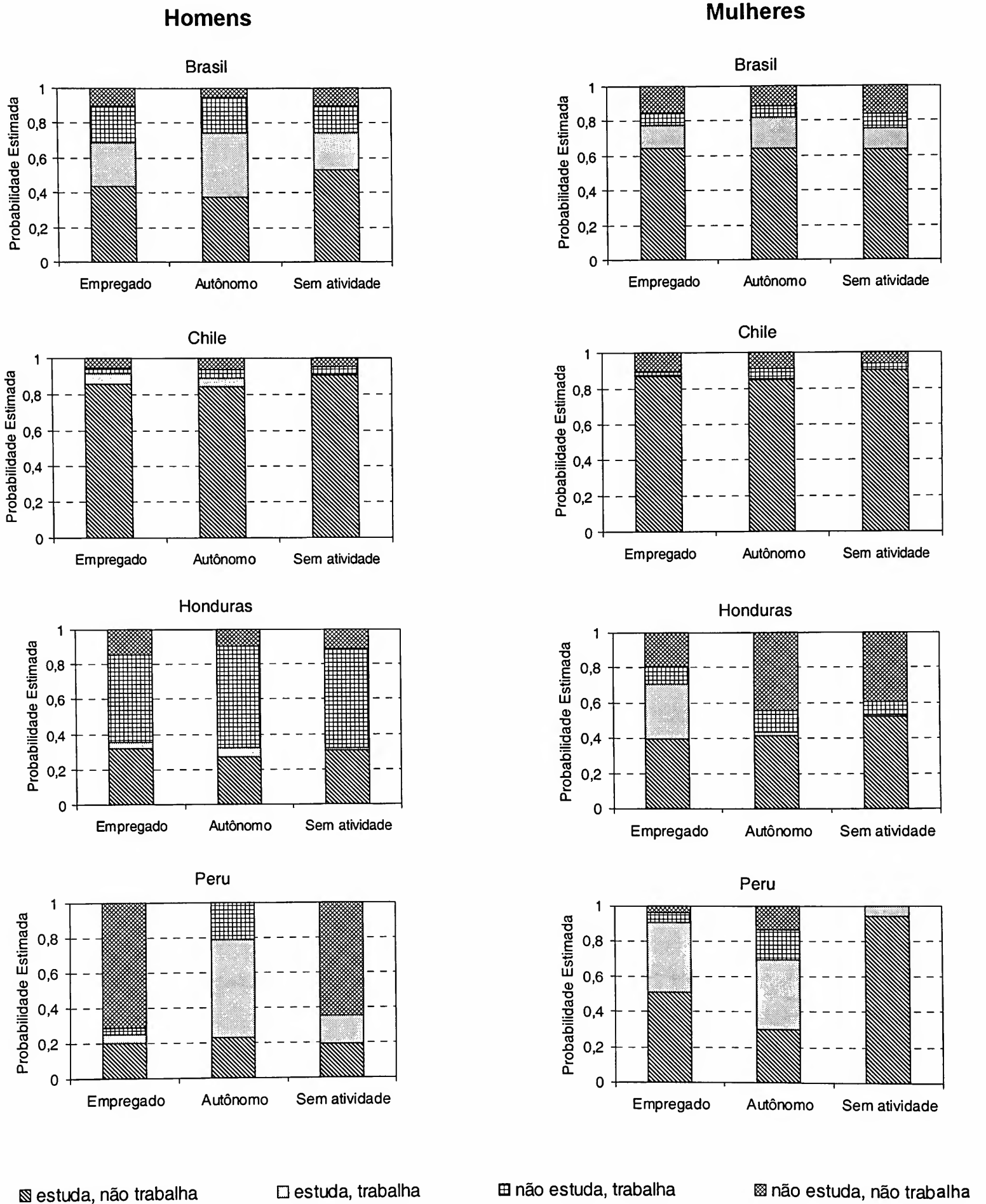


Gráfico 3
Relação entre Ocupação do Chefe e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias de Baixa Renda



Investigou-se ainda em que medida a renda familiar afeta a alocação do tempo dos jovens. Como mencionado, a renda foi incluída nas regressões da forma como aparece nos microdados, medida em moeda local. Para permitir a comparação entre países, os gráficos referentes à renda calculam o efeito marginal de uma variação na posição relativa de um indivíduo na distribuição de renda sobre a probabilidade de ele se encontrar na situação s . O procedimento é análogo ao descrito na seção metodológica, com a diferença de que as dotações K e $K=1$ de renda utilizadas nas simulações referem-se a decis contíguos da distribuição de renda. Os Gráficos 4a e 4b mostram, para cada país, como a probabilidade P^s varia ao longo da distribuição de renda.

Os resultados destes gráficos revelam que há pouca diferença estatística entre as escolhas dos jovens pobres e ricos no que se refere à decisão de estudar. Quanto à probabilidade de trabalhar, concluímos que a renda só tem alguma importância nas áreas rurais. Ainda assim, a diferença na taxa de participação entre jovens pertencentes ao primeiro e ao sexto décimos da distribuição de renda é de apenas sete pontos percentuais.

Nas áreas urbanas dos demais países, os resultados para o Chile e Honduras são similares aos do Brasil, enquanto no Peru a renda exerce uma influência razoável sobre a alocação do tempo. Nas áreas rurais temos uma diversidade maior de resultados.

O resultado do Brasil contrasta com o reportado em Barros e Mendonça (1991). Neste trabalho os resultados sugerem que a renda familiar diminui a taxa de participação dos jovens e a taxa de não-frequência à escola. No entanto, vale frisar que esses autores não incorporam uma série de variáveis por nós incorporadas e que podem ser correlacionadas com a renda familiar, como, por exemplo, educação dos pais. Além disso, eles utilizam a renda familiar *per capita* enquanto nós utilizamos a renda familiar total.²¹ Esse fato abre a possibilidade de os resultados significativos para renda reportados no trabalho mencionado serem determinados pelo tamanho da família.

Em relação à localização do domicílio, o Gráfico 5 mostra que viver em áreas rurais está associado a uma dificuldade maior de frequentar a escola. Nas áreas urbanas a probabilidade de estar estudando é 10 pontos percentuais maior do que nas áreas rurais. Comparativamente, tal impacto é de magnitude semelhante ao aumento de zero para quatro anos de estudo na escolaridade dos pais. Por outro lado, observa-se um aumento de cinco pontos percentuais na proporção de homens trabalhando nas áreas rurais em relação às urbanas. Nos demais países a localização afeta da mesma forma a alocação do tempo, porém com intensidades diferenciadas.²²

21 Ambos excluem a renda do jovem.

22 Vale destacar a altíssima sensibilidade da alocação do tempo à localização do domicílio entre os jovens hondurenhos.

Gráfico 4a
Relação entre Renda Domiciliar e Alocação do
Tempo dos Jovens - Área Rural

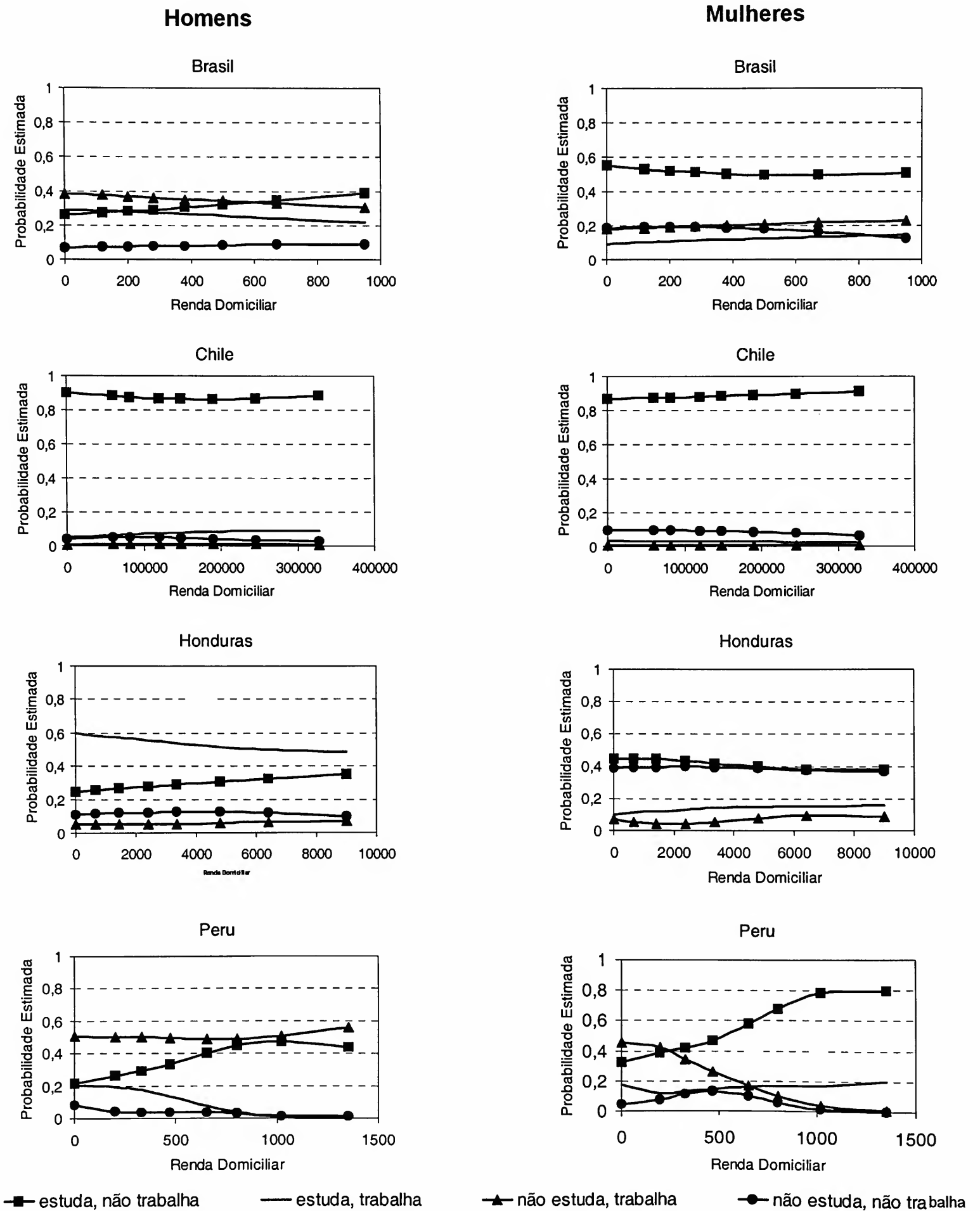
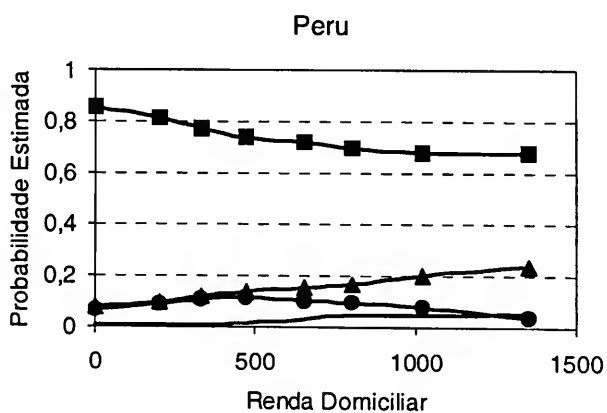
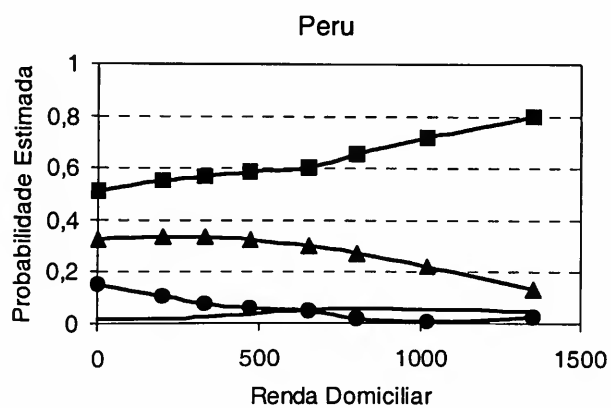
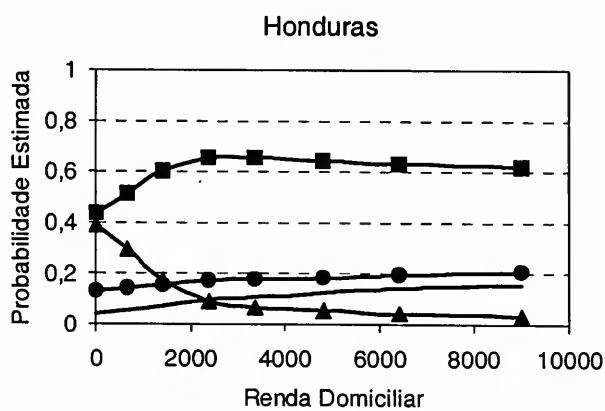
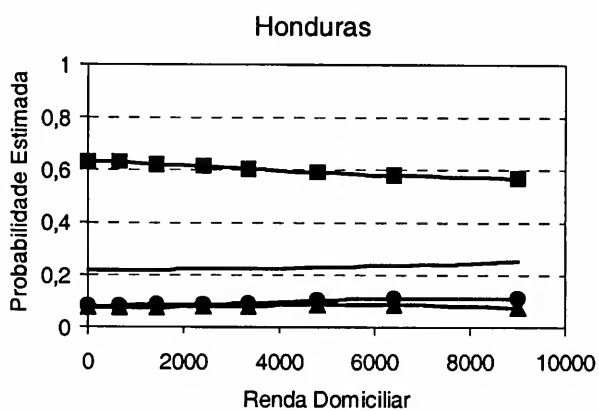
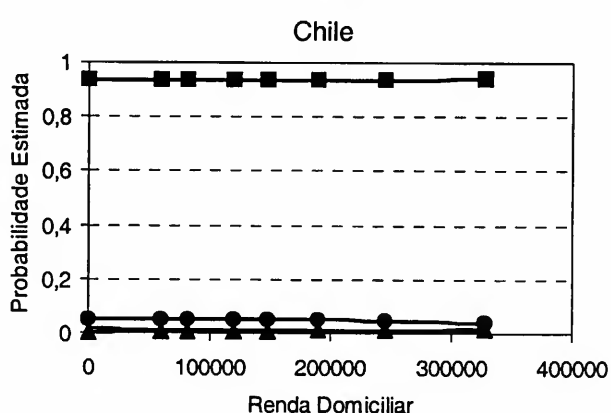
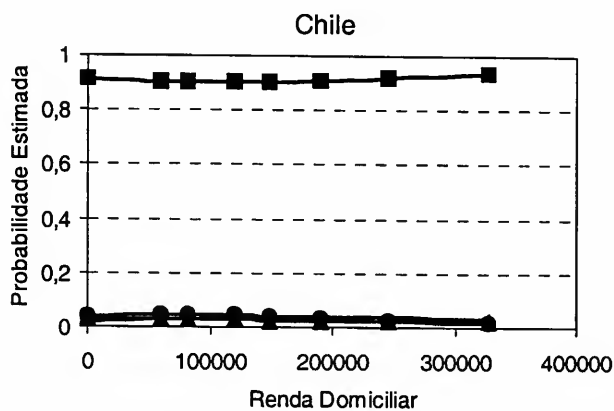
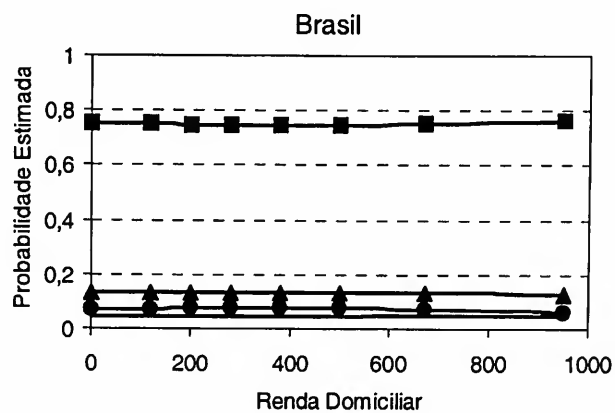
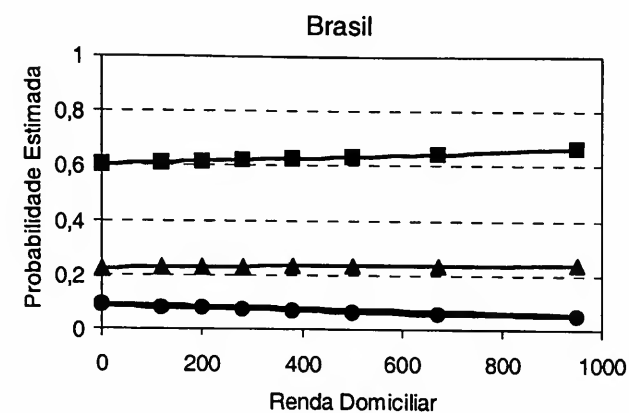


Gráfico 4b
Relação entre Renda Domiciliar e Alocação do
Tempo dos Jovens - Área Urbana

Homens

Mulheres



■ estuda, não trabalha — estuda, trabalha ▲ não estuda, trabalha ● não estuda, não trabalha

Gráfico 5
Relação entre o Grau de Urbanização e Alocação de Tempo dos Jovens

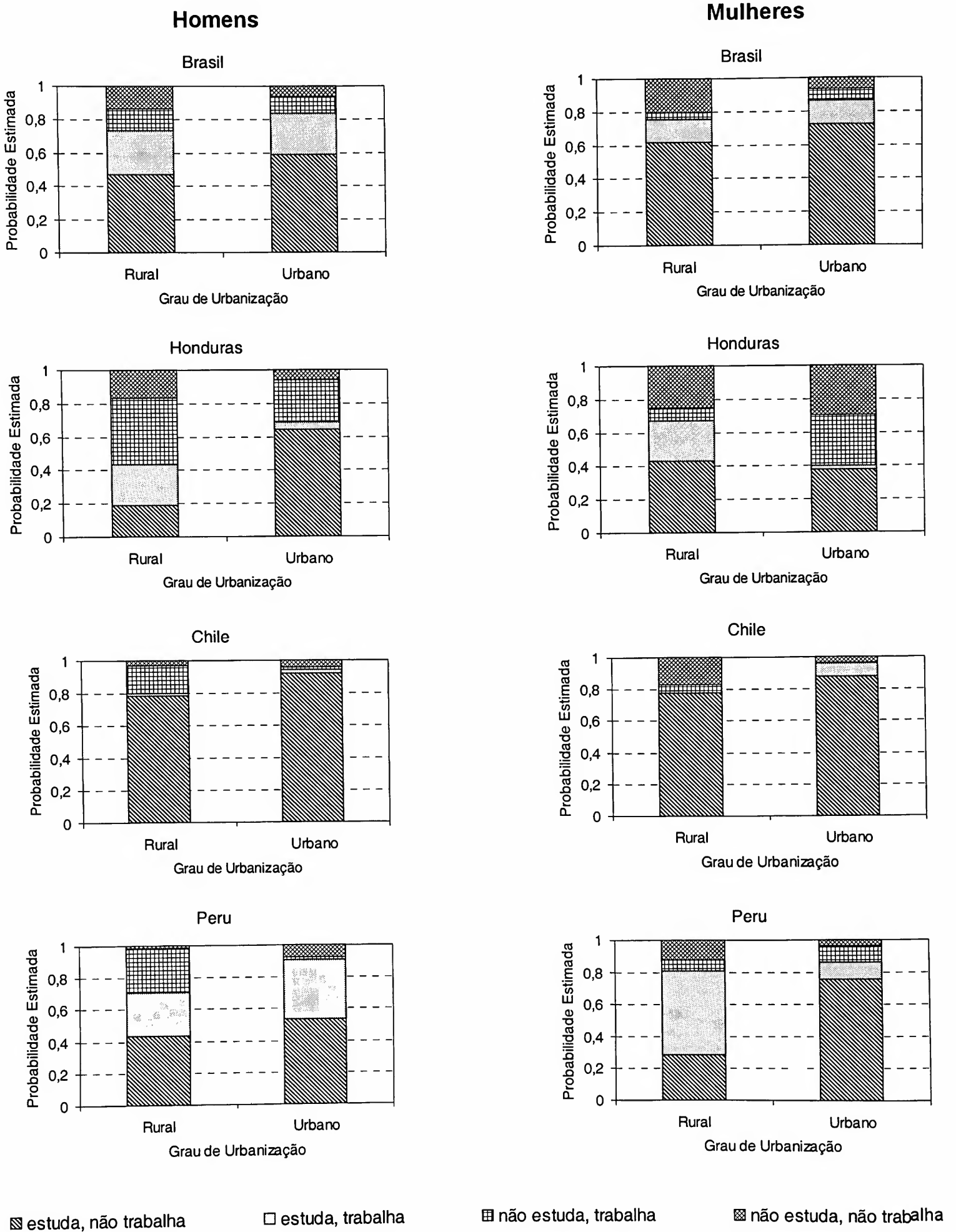
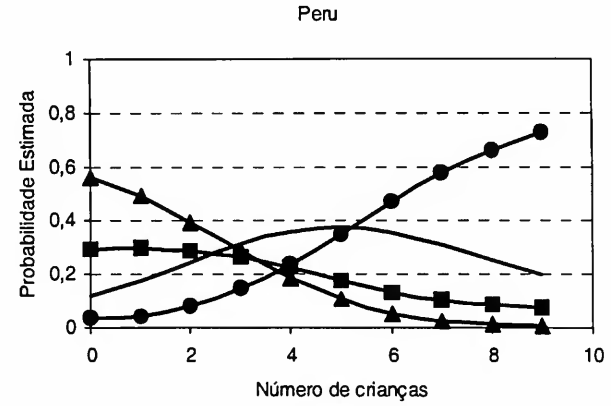
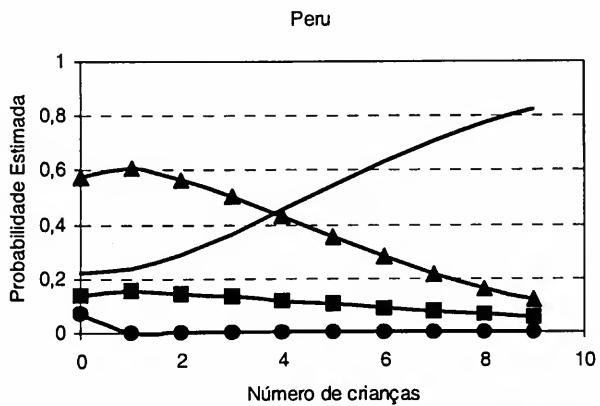
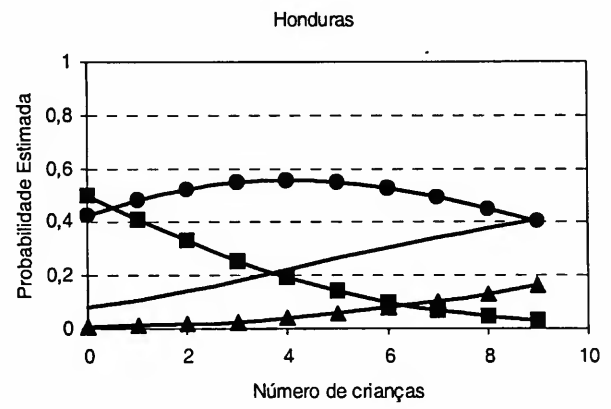
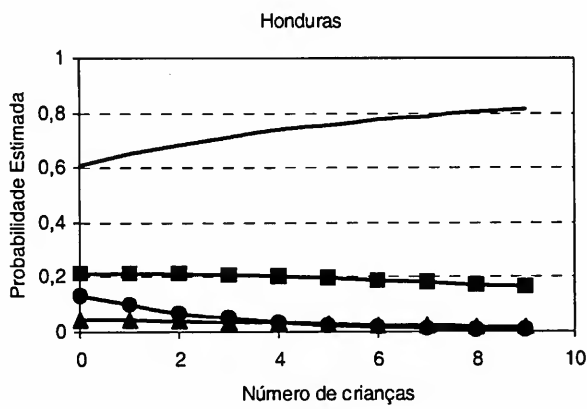
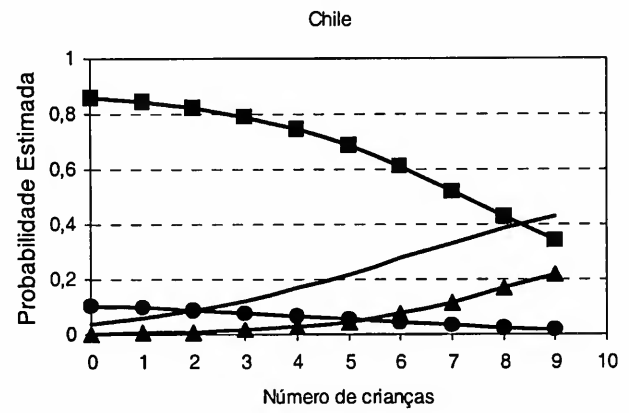
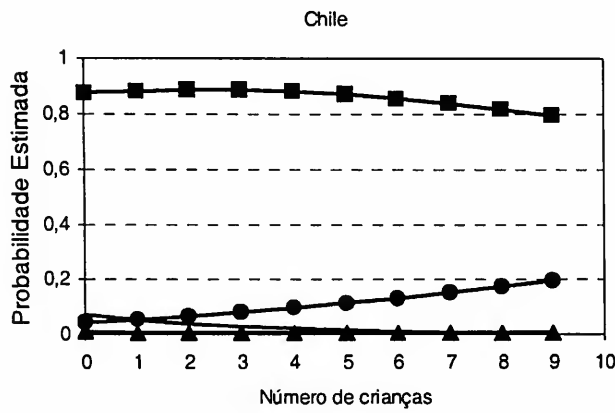
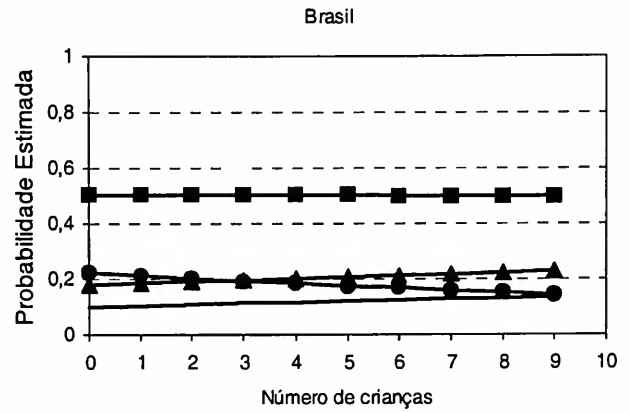
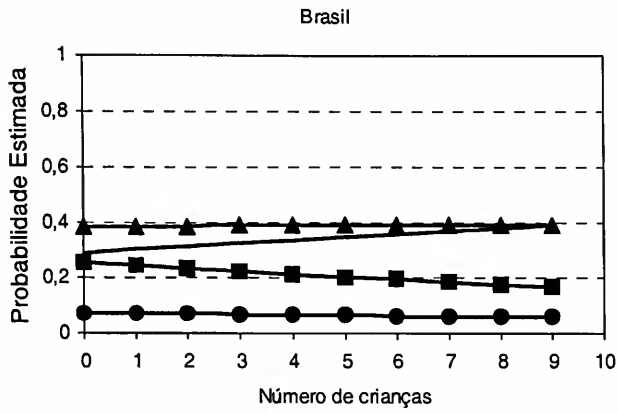


Gráfico 6a
Relação entre Número de Crianças e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias da Área Rural e de Baixa Renda

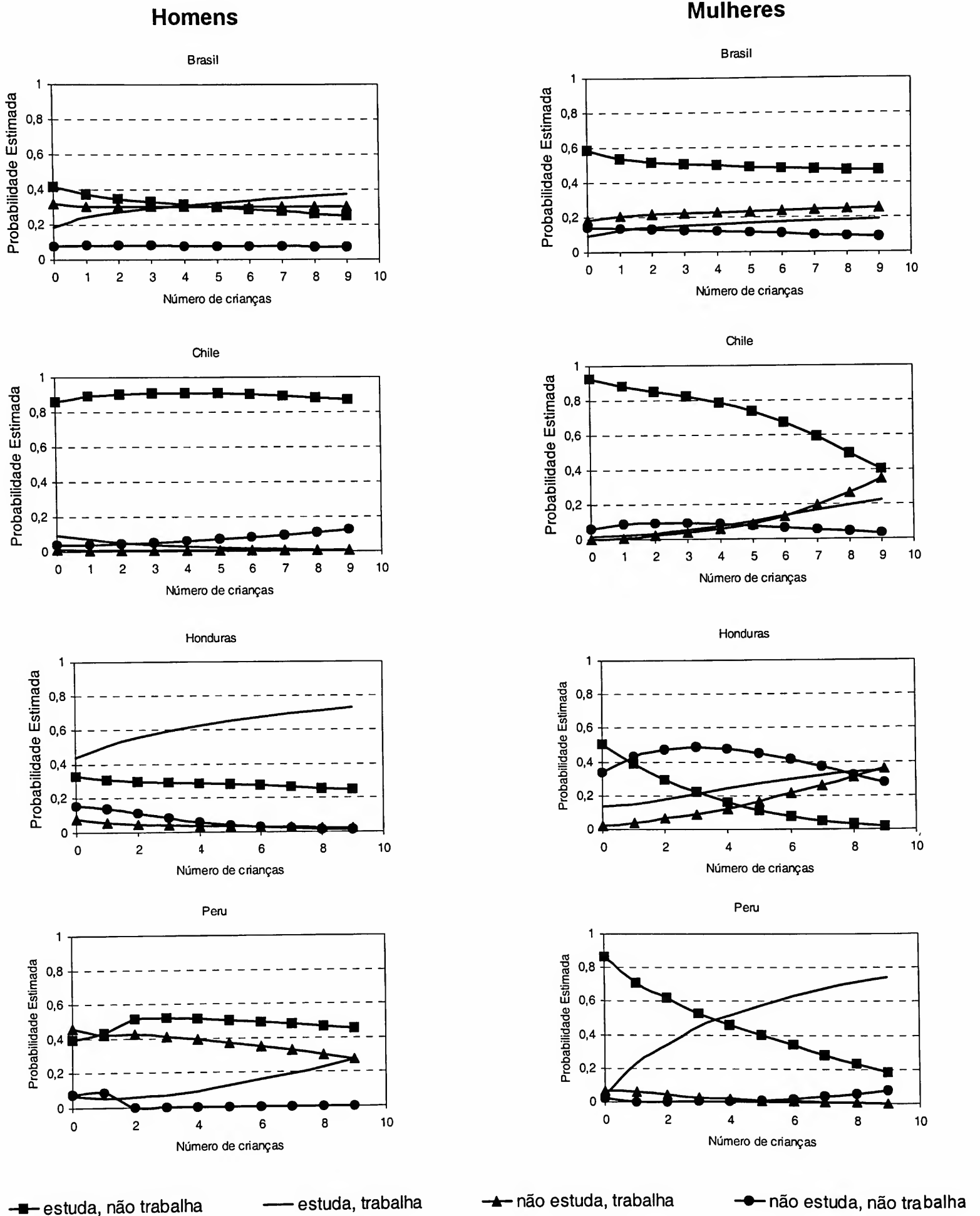
Homens

Mulheres



■ estuda, não trabalha — estuda, trabalha ▲ não estuda, trabalha ● não estuda, não trabalha

Gráfico 6b
Relação entre Número de Crianças e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias da Área Rural e de Alta Renda



Além das variáveis já mencionadas, a estrutura e composição familiar mostraram ser de suma importância para explicar as escolhas de alocação de tempo dos jovens. Em domicílios com elevado número de crianças os jovens têm menores chances de se dedicar exclusivamente à escola sobretudo entre as famílias mais ricas, como mostram os Gráficos 6a e 6b. Entre os membros dos 30% domicílios mais ricos da zona rural, as chances de frequentar a escola quando o domicílio passa de quatro para zero criança crescem tanto quanto no momento em que a escolaridade máxima dos pais aumenta em quatro anos. Os padrões para a área urbana são bem semelhantes.

Para os demais países há uma certa diversidade nos resultados. Apesar de a alocação envolvendo somente estudo nunca aumentar com o número de crianças, em alguns casos a relação entre essas variáveis é aproximadamente nula.

Por outro lado, jovens que vivem em famílias com muitas crianças trabalham mais. Esse impacto também é maior entre os jovens de famílias ricas, mas mesmo entre os pobres o efeito não é desprezível: a diferença média na probabilidade de estar trabalhando entre membros de famílias com quatro e zero crianças é de cerca de cinco pontos percentuais. Mais uma vez não há uma confirmação desse padrão nos demais países.

De acordo com os Gráficos 7a e 7b, a presença de idosos revelou ser quase tão importante quanto a escolaridade dos pais na determinação da escolha dos jovens. Membros de famílias com mais idosos tendem a apresentar incidência significativamente maior de jovens que adotam a opção de trabalhar e estudar, deixando de dedicar seu tempo somente a uma das duas atividades. No cômputo geral, o aumento da probabilidade de um jovem trabalhar e estudar mais do que compensa as reduções observadas nas probabilidades de só estudar ou só trabalhar, fazendo com que tanto a taxa de participação quanto a taxa de frequência escolar sejam maiores em famílias com idosos. É preciso ressaltar, contudo, que o número de idosos no domicílio pode estar captando o efeito da presença de rendimentos não provenientes do trabalho sobre a escolha dos jovens. Como foi dito, para que pudéssemos comparar os resultados para os diferentes países da melhor forma possível, restringimos a renda familiar às rendas do trabalho principal (cerca de 80% da renda familiar no Brasil, segundo Santos 2000b).

Diferentemente do número de crianças, é nas famílias pobres e da zona rural que a presença de idosos tem maior efeito sobre a probabilidade de frequentar a escola. Dentre essas, famílias com dois idosos têm 11 pontos percentuais a mais de chances de seus jovens estarem estudando. No outro extremo, esse impacto é de apenas três pontos entre famílias ricas de áreas urbanas. Por outro lado, o impacto da presença de idosos sobre a taxa de participação é maior em domicílios ricos de áreas urbanas. Nestes, a presença de dois idosos faz com que a taxa de participação dos jovens seja 22 pontos percentuais maior do que em domicílios sem idosos.²³

23 Resultados para famílias ricas de áreas rurais e pobres de áreas urbanas estão disponíveis com os autores mediante solicitação.

Gráfico 7a
Relação entre Número de Idosos e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias da Área Rural e de Baixa Renda

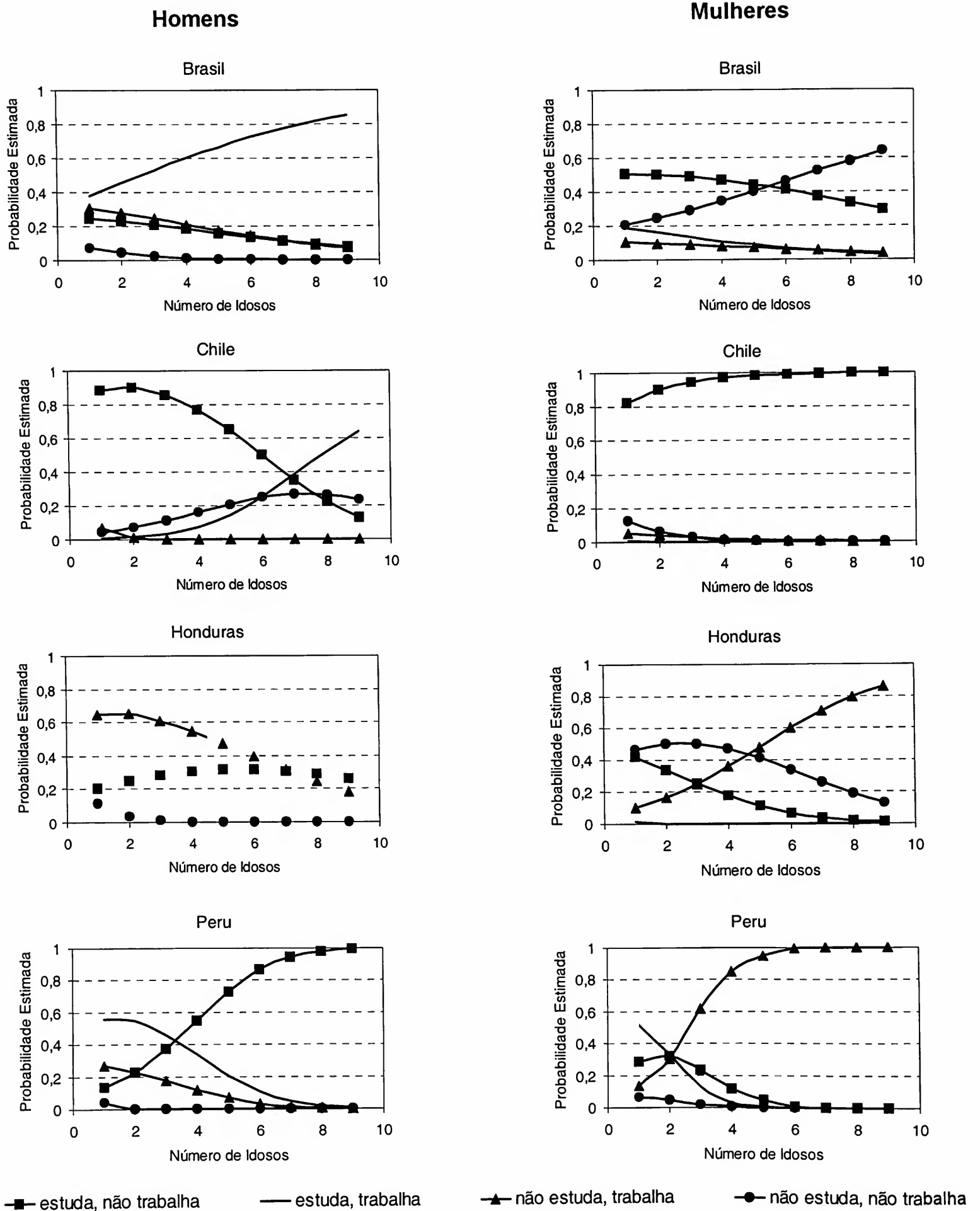
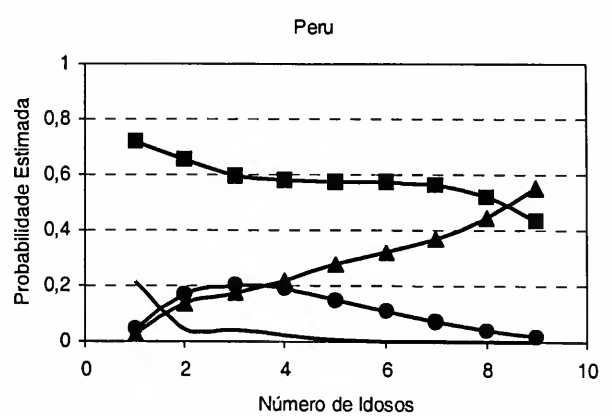
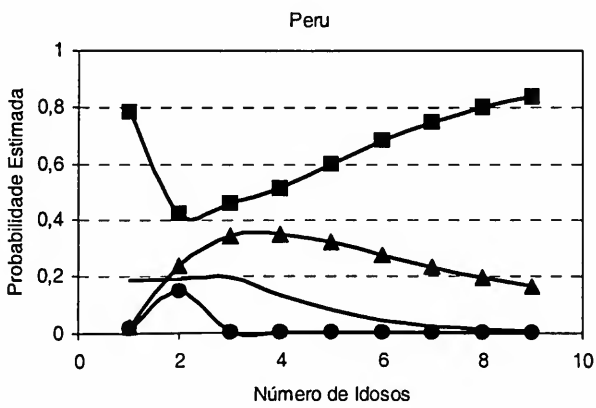
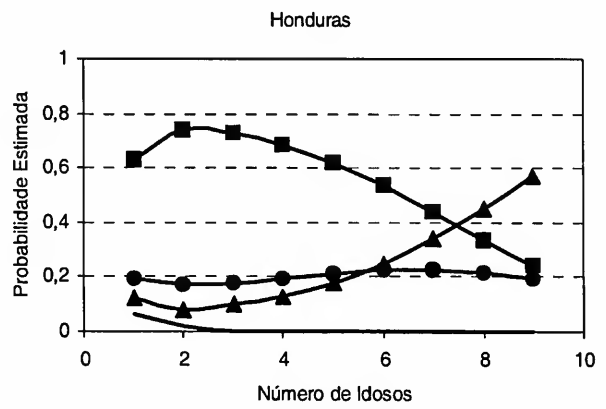
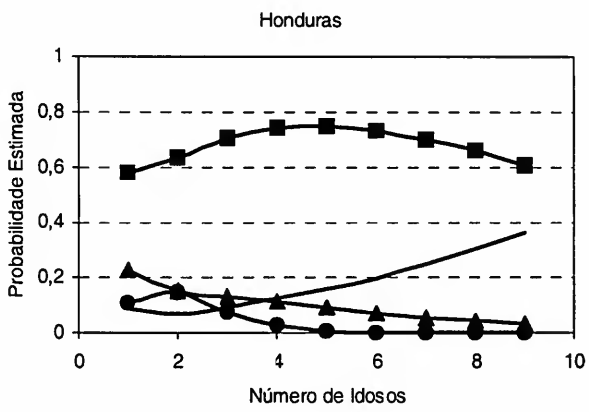
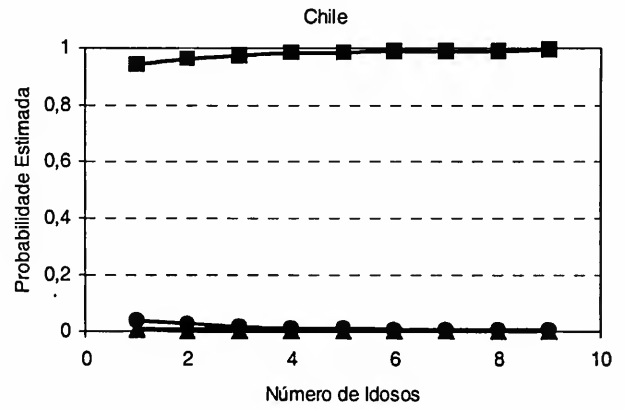
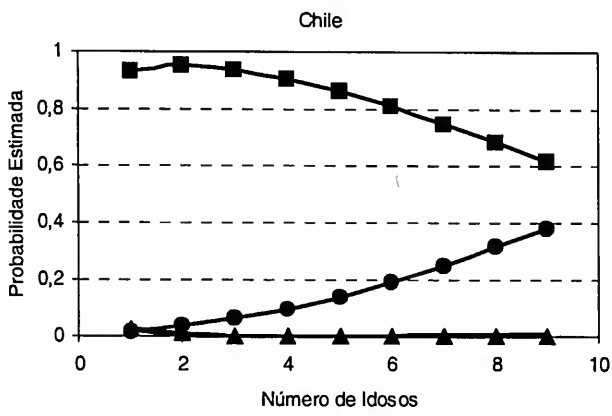
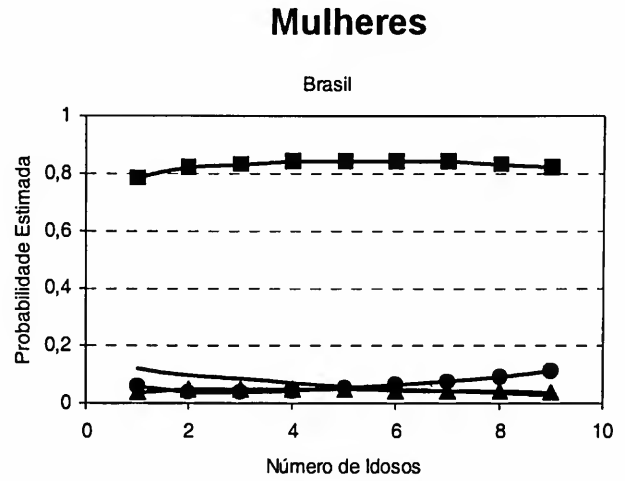
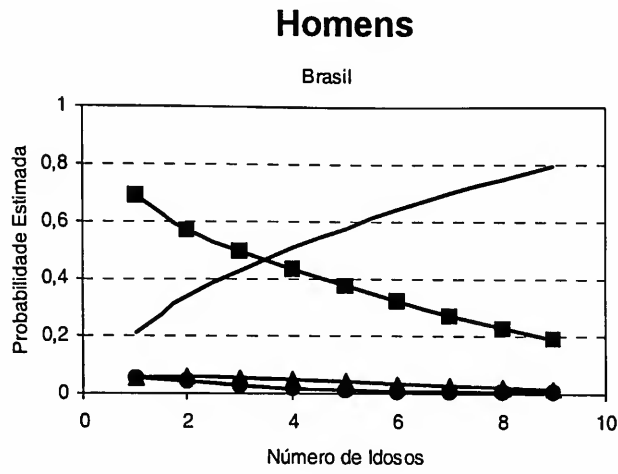


Gráfico 7b
Relação entre Número de Idosos e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias da Área Urbana e de Alta Renda



■ estuda, não trabalha — estuda, trabalha ▲ não estuda, trabalha ● não estuda, não trabalha

Nenhum outro país apresenta um efeito da presença de idosos sobre a alocação do tempo dos jovens semelhante ao verificado para o Brasil. Nesses países, a alternativa de alocação do tempo envolvendo as duas atividades não reage de forma tão pronunciada como no caso brasileiro (ao menos na faixa de zero a cinco idosos). Além disso, as taxas de participação e de frequência à escola tendem a não ser afetadas na mesma direção pela presença de idosos.

O Gráfico 8 sugere que a presença das mães num domicílio de baixa renda parece não afetar as escolhas dos homens no que se refere a trabalhar e/ou estudar. Em geral, esse padrão também é observado para os demais países analisados e para domicílios de alta renda.²⁴ Podemos reparar que, no Brasil, temos uma pequena substituição da escolha envolvendo só estudo pela que envolve ambas as atividades quando o jovem é filho de uma mãe ausente.²⁵ O Gráfico 9 mostra que tampouco o fato de ser o domicílio nuclear (composto apenas pelos pais e irmãos do jovem em questão) ou incluir outros parentes importa para a alocação do tempo do jovem brasileiro. Entre os demais países analisados, este padrão só não é seguido pelo Peru, onde a alocação envolvendo trabalho e estudo apresenta uma significativa sensibilidade em relação ao arranjo familiar.

A última variável estudada é uma *dummy* que separa as idades de 14 e 15 anos. Vimos na seção 2 que a proporção de pessoas estudando - e mais especificamente a de pessoas que só estudam - decresce ao longo do ciclo de vida a partir de um certo momento, invariavelmente antes dos 14 anos. Controlados pelas características demográficas e socioeconômicas selecionadas neste trabalho, os brasileiros de 14 anos demonstraram ter uma probabilidade de somente estudar 15 pontos percentuais maior do que seus pares de 15 anos. Vale ressaltar que metade da redução observada é compensada por um aumento na proporção de jovens que estudam e trabalham. A taxa de participação dos jovens de 15 anos, por outro lado, é 14 pontos percentuais maior do que a dos jovens de 14 anos. A idade afeta a alocação dos jovens dos outros países da mesma forma que no Brasil.

24 Resultados disponíveis com os autores.

25 Esse fenômeno também ocorre no Peru.

Gráfico 8
Relação entre a Presença da Mãe e Alocação do Tempo dos Jovens
Famílias de Baixa Renda

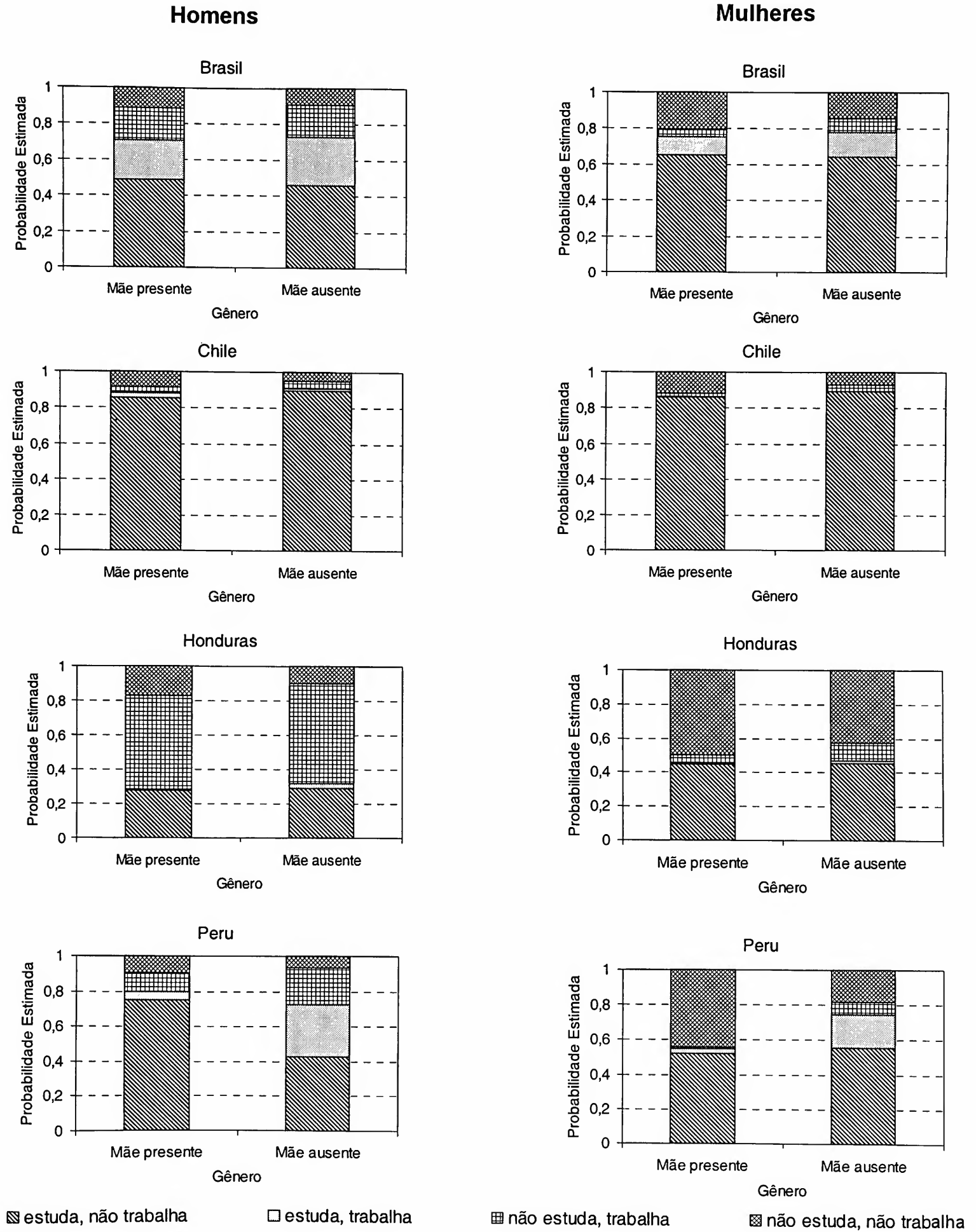
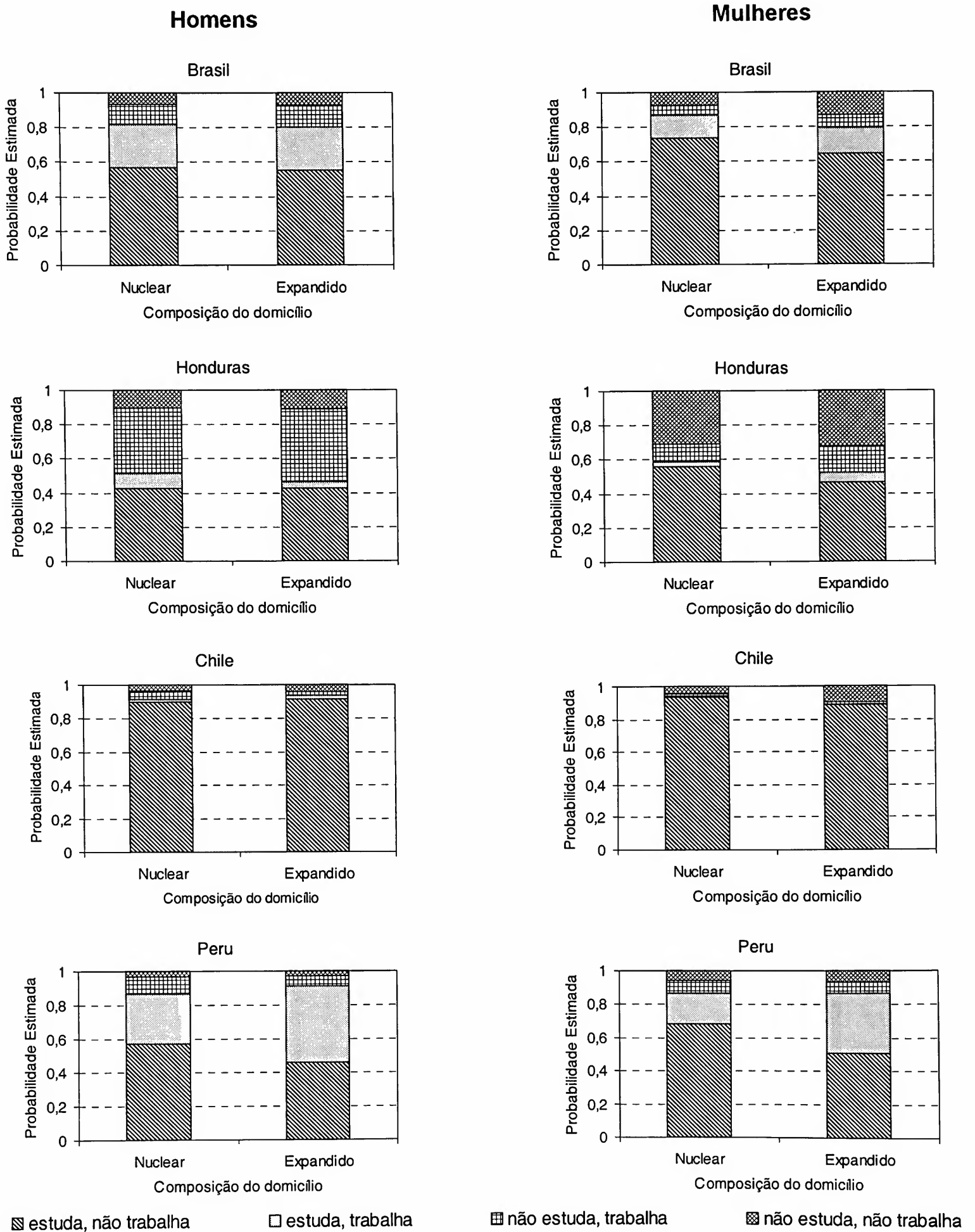


Gráfico 9
Relação entre o Arranjo Familiar e Alocação de Tempo dos Jovens



5.2.2 Mulheres

Também para as jovens a escolaridade dos pais foi a variável mais importante na determinação da escolha entre trabalho e estudo. O lado direito do Gráfico 2 registra que, no Brasil, filhas de pais com o primeiro grau completo têm 14 pontos percentuais a mais de chances de freqüentar a escola, e 13 pontos a menos de estar trabalhando, do que filhas de pais analfabetos. Este padrão também é verificado nos outros três países que analisamos.

O Gráfico 3 mostra que filhas de pais desocupados tendem a ir menos à escola e a trabalhar menos do que as de pais que exercem uma ocupação autônoma, especialmente no caso das mulheres pobres. A magnitude desses impactos é, porém, pequena, não atingindo cinco pontos de porcentagem. O efeito dessa variável sobre a freqüência à escola não é confirmado nos demais países. Já o efeito sobre a probabilidade de trabalhar é comum para todos os países, apesar de ser, *a priori*, inesperado.

Assim como no caso dos homens, a renda familiar *per capita* também só demonstrou ter algum efeito sobre as opções dos jovens na zona rural. No entanto, os Gráficos 4a e 4b mostram que, neste caso, as meninas mais ricas revelaram ter maior propensão a trabalhar: as jovens do sexto décimo têm probabilidade de estar participando da força de trabalho seis pontos percentuais maior do que as do primeiro décimo. Também como descrito para os homens, há grande diversidade de resultados entre os países analisados. A renda familiar afetaria a alocação do tempo das jovens em Honduras e no Peru, mas não afetaria no Chile. Além disso, a forma como essa variável exerce alguma influência é bastante distinta no Peru e em Honduras.

Entre as mulheres brasileiras, observa-se, no Gráfico 5, forte impacto da localização do domicílio sobre a probabilidade de não trabalhar nem estudar (possivelmente refletindo aumento da incidência de trabalho doméstico): a diferença entre domicílios localizados em áreas rurais e urbanas é de 13 pontos percentuais. Sobre a taxa de freqüência escolar, o efeito estimado da localização do domicílio é comparável à diferença existente entre filhas de pais analfabetos e pais com seis anos de estudo. A porcentagem de matriculadas entre as jovens urbanas é 10 pontos maior do que entre as jovens rurais. Curiosamente, Honduras aparece como uma exceção a esses padrões.

O efeito da presença de crianças no domicílio sobre a propensão das mulheres a participar da força de trabalho é semelhante ao constatado para os homens (menores chances de se dedicar exclusivamente à escola e tendência a trabalhar mais). Este resultado obtido para o Brasil tende a se repetir nos outros países. No que se refere ao efeito sobre a freqüência à

escola, em nosso país o impacto estimado foi bem menos significativo do que o verificado no caso masculino (revelando-se praticamente nulo entre as famílias mais pobres). Os Gráficos 6a e 6b mostram que isso é uma particularidade do Brasil, visto que em todos os outros países analisados esse efeito é mais pronunciado entre as mulheres do que entre os homens.

Já a presença de idosos na família parece não ter o mesmo impacto sobre as escolhas de homens e mulheres. Enquanto no primeiro caso domicílios com idosos sempre favoreciam as chances de seus membros jovens estudarem, agora isso deixa de ser verdade entre as famílias mais pobres. Para as meninas pobres brasileiras, viver em famílias sem idosos representa aumento de cerca de cinco pontos percentuais nas chances de ir à escola, em relação às que vivem em famílias com dois idosos. Os idosos parecem prejudicar a frequência escolar das jovens também nos demais países. A exceção fica por conta da área rural do Chile.

Já no caso da propensão a trabalhar, verifica-se que em famílias com idosos a proporção de jovens brasileiras participando da força de trabalho é menor, especialmente nos décimos inferiores de renda e em domicílios da zona rural. Entre os pobres do campo, membros de famílias com dois idosos têm sete pontos percentuais a menos de chances de trabalhar do que os de famílias sem idosos. Novamente temos um fenômeno restrito ao Brasil. Em todos os demais países a proporção de mulheres jovens trabalhando aumenta (Honduras e Peru) ou não se altera (Chile) com o número de idosos.

O impacto da presença da mãe no domicílio parece ser tão ou mais insignificante entre as mulheres do que entre os homens. Novamente esse efeito tende a se concentrar na alocação envolvendo trabalho e estudo para o Brasil. Em relação aos demais países, também conforme relatado para os homens, o mesmo tipo de efeito é documentado para o Peru.

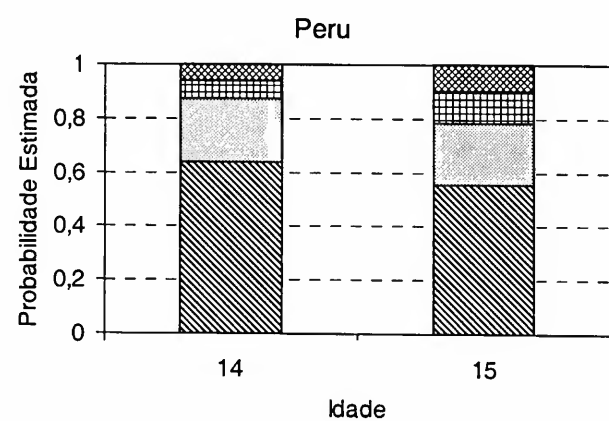
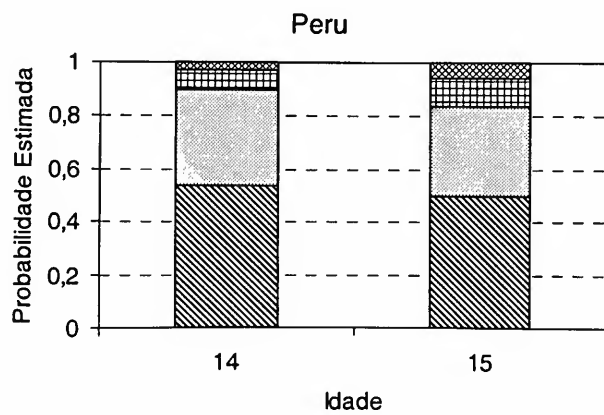
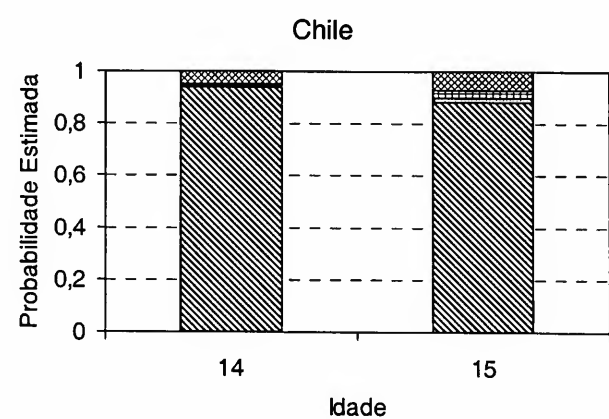
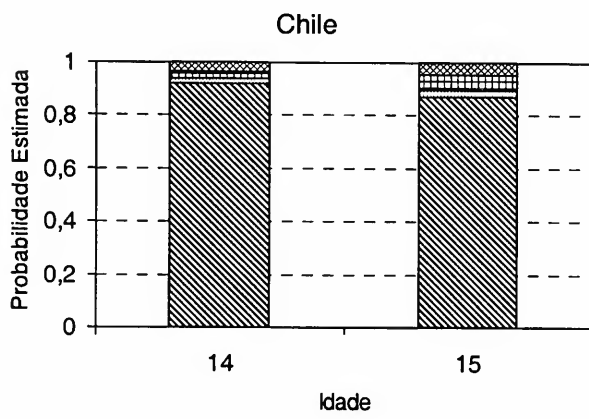
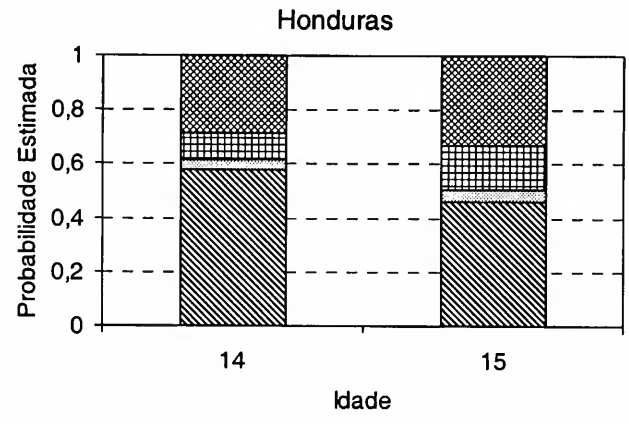
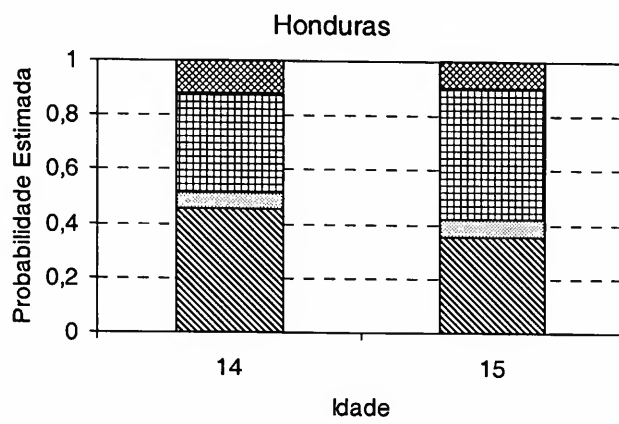
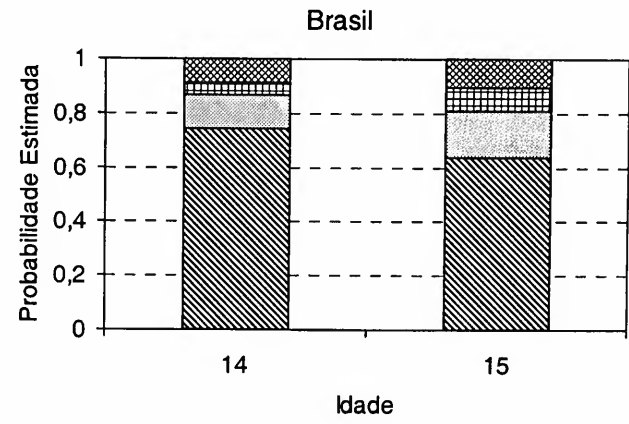
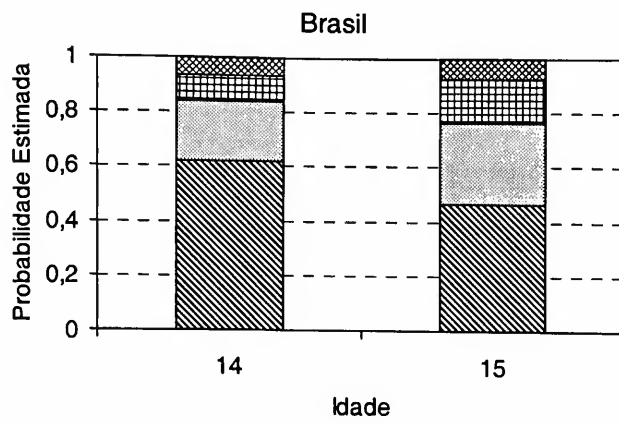
Além disso, mulheres que vivem em domicílios expandidos têm menos chances de estar só estudando do que se morassem em domicílios nucleares (que não abrigam outros moradores além de pais e irmãos). A diferença na porcentagem de jovens frequentando a escola entre domicílios nucleares e expandidos é de oito pontos. De acordo com o Gráfico 9 todos os países seguem esse padrão.

Finalmente, observamos no Gráfico 10 que, na amostra analisada, a proporção de pessoas que estudam decai em cinco pontos de porcentagem quando as jovens passam de 14 para 15 anos, tendo como contrapartida um aumento de nove pontos na porcentagem de pessoas que trabalham. Novamente esse efeito é comum a todos os países.

Gráfico 10
Relação entre a Idade e Alocação de Tempo dos Jovens

Homens

Mulheres



▨ estuda, não trabalha

□ estuda, trabalha

▩ não estuda, trabalha

▣ não estuda, não trabalha

6 Síntese

Neste artigo investigamos os determinantes da alocação do tempo dos jovens em quatro países latino-americanos: Brasil, Chile, Honduras e Peru. Além de documentar os determinantes dessa decisão, tínhamos como objetivo identificar alguma heterogeneidade da influência desses determinantes na alocação do tempo por país e por gênero.

Estimamos o mesmo modelo econométrico para oito amostras (dois gêneros e quatro países) e constatamos que: *a*) todas as variáveis propostas como possíveis determinantes são relevantes em pelo menos um dos modelos estimados; e *b*) há uma enorme heterogeneidade com relação à variável que aparece como significativa em cada um dos modelos. Este fato sugere que os aspectos institucionais e/ou culturais e geográficos não modelados podem exercer importante influência sobre os efeitos das variáveis socioeconômicas consideradas.

A comparação da magnitude dos efeitos que essas variáveis exercem sobre a alocação do tempo dos jovens foi feita por meio de uma análise gráfica. Vale destacar o papel da educação dos pais, cuja forte influência pode ser notada em todos os países analisados. Tal influência consiste no aumento da probabilidade de se dedicar ao estudo à medida que consideramos pais mais educados, independentemente do sexo do jovem.

Também despontam como relevantes o grau de urbanização, o número de crianças e o número de idosos. No entanto, o efeito destas variáveis depende do gênero e do país considerado. Este fato reforça nossa opinião de que fatores institucionais/culturais também exercem considerável influência na alocação do tempo dos jovens.

Ainda com relação ao número de crianças e idosos, permitimos que seus efeitos variassem de acordo com algumas características socioeconômicas (grau de urbanização e nível de renda familiar). Em nossa análise ficou evidente que, de fato, o efeito dessas variáveis depende das características socioeconômicas consideradas, corroborando as análises de Grootaert e Kanbur (1995) e Patrinos e Psacharopoulos (1997).

Apêndice

Tabela A1
Coeficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Brasil - Homens
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e não trabalha		Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha	
	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor
zona	1,113	0,148	0,748	0,330	0,548	0,502
idade	-0,494	0,000	0,181	0,139	0,618	0,000
educa_pais	0,143	0,000	0,045	0,019	-0,086	0,000
rf	-0,001	0,400	0,001	0,746	0,003	0,189
criança	-0,025	0,828	0,029	0,798	0,058	0,616
jovem	0,005	0,962	-0,028	0,803	0,032	0,781
ativo	0,081	0,356	-0,046	0,596	-0,014	0,877
idoso	0,468	0,366	0,724	0,150	0,436	0,409
zona*criança	-0,156	0,221	-0,046	0,714	-0,018	0,890
zona*ativo	-0,114	0,210	-0,154	0,098	-0,249	0,013
zona*jovem	-0,023	0,860	0,036	0,779	0,034	0,804
zona*idoso	-0,124	0,816	-0,854	0,106	-0,781	0,164
arranjo	-0,160	0,249	-0,094	0,523	-0,006	0,972
auton	0,189	0,439	1,208	0,000	0,959	0,001
empr	-0,232	0,292	0,219	0,365	0,384	0,175
mãe	0,151	0,311	0,422	0,007	0,250	0,159
rf*mãe	0,000	0,415	0,000	0,405	0,000	0,961
rf2*mãe	0,000	0,066	0,000	0,049	0,000	0,701
rf*auton	-0,001	0,285	-0,002	0,031	-0,004	0,010
rf2*auton	0,000	0,968	0,000	0,354	0,000	0,055
rf*empr	0,000	0,918	-0,001	0,201	-0,003	0,038
rf2*empr	0,000	0,648	0,000	0,597	0,000	0,065
rf*zona	0,001	0,318	0,002	0,052	0,001	0,208
rf2*zona	0,000	0,425	0,000	0,337	0,000	0,392
rf2	0,000	0,677	0,000	0,650	0,000	0,128
rf*criança	0,000	0,351	0,000	0,486	-0,001	0,426
rf2*criança	0,000	0,790	0,000	0,873	0,000	0,967
rf*jovem	0,000	0,786	0,000	0,718	0,000	0,701
rf2*jovem	0,000	0,347	0,000	0,275	0,000	0,479
rf*ativo	0,002	0,140	0,001	0,674	-0,001	0,546
rf2*ativo	0,000	0,365	0,000	0,842	0,000	0,915
rf*idoso	0,001	0,460	0,000	0,904	0,000	0,877
rf2*idoso	0,000	0,998	0,000	0,744	0,000	0,834

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A2
Coefficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Brasil - Mulheres
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e não trabalha		Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
zona	1,349	0,010	1,155	0,069	1,755	0,020
idade	-0,358	0,001	0,201	0,098	0,509	0,001
educa_pais	0,137	0,000	0,042	0,029	-0,041	0,105
rf	0,004	0,063	0,006	0,023	0,006	0,016
criança	0,053	0,538	0,080	0,427	0,086	0,448
jovem	-0,027	0,742	0,010	0,916	-0,012	0,916
ativo	0,099	0,127	0,027	0,725	0,017	0,850
idoso	-0,237	0,394	-0,403	0,263	-0,289	0,453
zona*criança	-0,300	0,002	-0,295	0,010	-0,160	0,229
zona*ativo	-0,046	0,526	-0,046	0,591	-0,233	0,027
zona*jovem	-0,160	0,099	-0,105	0,365	-0,191	0,182
zona*idoso	0,699	0,028	0,613	0,121	0,190	0,679
arranjo	-0,749	0,000	-0,485	0,001	-0,177	0,300
auton	0,393	0,111	0,806	0,005	0,076	0,819
empr	0,083	0,725	0,161	0,565	-0,155	0,626
mãe	0,324	0,037	0,699	0,000	0,789	0,000
rf*mãe	-0,001	0,267	-0,001	0,290	-0,001	0,285
rf2*mãe	0,000	0,310	0,000	0,277	0,000	0,208
rf*auton	-0,001	0,271	-0,002	0,135	-0,001	0,394
rf2*auton	0,000	0,940	0,000	0,623	0,000	0,824
rf*empr	-0,001	0,506	-0,001	0,254	-0,001	0,572
rf2*empr	0,000	0,901	0,000	0,507	0,000	0,995
rf*zona	0,000	0,897	-0,001	0,343	-0,001	0,337
rf2*zona	0,000	0,637	0,000	0,970	0,000	0,722
rf2	0,000	0,533	0,000	0,171	0,000	0,290
rf*criança	0,000	0,799	-0,001	0,528	-0,001	0,194
rf2*criança	0,000	0,420	0,000	0,202	0,000	0,233
rf*jovem	-0,001	0,175	-0,001	0,491	-0,001	0,281
rf2*jovem	0,000	0,552	0,000	0,661	0,000	0,589
rf*ativo	-0,002	0,206	-0,002	0,224	-0,004	0,064
rf2*ativo	0,000	0,024	0,000	0,024	0,000	0,011
rf*idoso	-0,002	0,241	-0,002	0,299	-0,001	0,474
rf2*idoso	0,000	0,951	0,000	0,784	0,000	0,791

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A3
Coefficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Chile - Homens
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha		Não estuda e não trabalha	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
zona	-0,298	0,921	-2,711	0,036	0,203	0,863
idade	0,449	0,208	0,894	0,000	0,384	0,106
educa_pais	-0,064	0,188	-0,210	0,000	-0,104	0,004
rf	0,000	0,953	0,000	0,210	0,000	0,706
criança	0,002	0,997	-0,344	0,297	0,176	0,579
jovem	-0,541	0,339	0,296	0,157	-0,309	0,278
ativo	-0,769	0,120	0,089	0,535	0,134	0,352
idoso	0,971	0,479	-1,917	0,096	0,464	0,391
zona*criança	0,677	0,266	0,407	0,209	0,237	0,451
zona*ativo	0,760	0,106	0,012	0,942	0,102	0,502
zona*jovem	-0,068	0,910	0,259	0,233	0,126	0,687
zona*idoso	-1,114	0,441	1,336	0,139	-0,761	0,155
arranjo	0,439	0,329	-0,886	0,006	0,076	0,803
auton	2,548	0,021	0,249	0,703	0,305	0,606
empr	2,614	0,011	-0,216	0,735	0,133	0,877
mãe	-0,841	0,249	0,324	0,528	-0,700	0,152
rf*mãe	0,000	0,154	0,000	0,704	0,000	0,197
rf2*mãe	0,000	0,776	0,000	0,687	0,000	0,225
rf*auton	0,000	0,169	0,000	0,241	0,000	0,482
rf2*auton	0,000	0,933	0,000	0,423	0,000	0,353
rf*empr	0,000	0,024	0,000	0,450	0,000	0,893
rf2*empr	0,000	0,606	0,000	0,457	0,000	0,486
rf*zona	0,000	0,598	0,000	0,902	0,000	0,941
rf2*zona	0,000	0,588	0,000	0,596	0,000	0,697
rf2	0,000	0,712	0,000	0,327	0,000	0,576
rf*criança	0,000	0,213	0,000	0,785	0,000	0,656
rf2*criança	0,000	0,152	0,000	0,742	0,000	0,494
rf*jovem	0,000	0,161	0,000	0,376	0,000	0,925
rf2*jovem	0,000	0,905	0,000	0,289	0,000	0,634
rf*ativo	0,000	0,402	0,000	0,274	0,000	0,960
rf2*ativo	0,000	0,191	0,000	0,511	0,000	0,747
rf*idoso	0,000	0,935	0,000	0,449	0,000	0,693
rf2*idoso	0,000	0,729	0,000	0,515	0,000	0,814

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A4
Coefficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Chile - Mulheres
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha		Não estuda e não trabalha	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
zona	4,977		-2,513	0,195	-2,123	0,037
idade	0,481	0,382	1,924	0,000	0,544	0,006
educa_pais	-0,213	0,009	-0,338	0,000	-0,124	0,000
rf	0,000	0,243	0,000	0,639	0,000	0,818
criança	0,808	0,297	0,488	0,201	-0,088	0,710
jovem	-0,852	0,381	-0,554	0,210	0,143	0,498
ativo	0,131	0,820	-0,562	0,065	-0,074	0,559
idoso	-15,871		-0,528	0,499	-0,844	0,055
zona*criança	-0,861	0,334	-0,604	0,250	0,356	0,163
zona*ativo	-0,254	0,680	0,487	0,102	0,264	0,046
zona*jovem	-2,577	0,116	1,084	0,018	-0,213	0,375
zona*idoso	-0,695	0,817	0,184	0,830	0,444	0,355
arranjo	-1,216	0,281	-0,053	0,912	0,975	0,000
auton	17,913	0,000	0,664	0,421	0,466	0,394
empr	19,257	0,000	-0,575	0,498	0,590	0,204
mãe	0,936	0,487	0,519	0,364	-0,584	0,150
rf*mãe	0,000	0,933	0,000	0,590	0,000	0,111
rf2*mãe	0,000	0,807	0,000	0,746	0,000	0,129
rf*auton	0,000		0,000	0,278	0,000	0,734
rf2*auton	0,000	1,000	0,000	0,973	0,000	0,733
rf*empr	0,000	0,949	0,000	0,982	0,000	0,352
rf2*empr	0,000	1,000	0,000	0,991	0,000	0,347
rf*zona	0,000	0,113	0,000	0,401	0,000	0,701
rf2*zona	0,000	0,111	0,000	0,704	0,000	0,724
rf2	0,000		0,000	0,558	0,000	0,903
rf*criança	0,000	0,544	0,000	0,971	0,000	0,235
rf2*criança	0,000	0,342	0,000	0,676	0,000	0,970
rf*jovem	0,000	0,077	0,000	0,848	0,000	0,961
rf2*jovem	0,000	0,101	0,000	0,600	0,000	0,460
rf*ativo	0,000	0,482	0,000	0,288	0,000	0,283
rf2*ativo	0,000	0,536	0,000	0,376	0,000	0,246
rf*idoso	0,000		0,000	0,840	0,000	0,996
rf2*idoso	0,000	0,999	0,000	0,643	0,000	0,649

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A5
Coefficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Honduras - Homens
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e não trabalha		Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
zona	2,824	0,077	-1,214	0,604	0,844	0,589
idade	-0,123	0,682	0,342	0,434	0,555	0,059
educa_pais	0,175	0,000	0,093	0,143	-0,071	0,125
rf	-0,001	0,216	-0,001	0,478	-0,001	0,098
criança	0,346	0,138	0,261	0,437	0,412	0,060
jovem	0,049	0,837	0,079	0,827	0,069	0,755
ativo	0,138	0,410	0,244	0,338	-0,011	0,945
idoso	1,570	0,106	1,927	0,152	1,368	0,141
zona*criança	-0,728	0,011	-0,014	0,972	-0,479	0,089
zona*ativo	0,091	0,641	0,343	0,210	0,029	0,885
zona*jovem	-0,445	0,116	0,127	0,766	-0,211	0,457
zona*idoso	-0,167	0,859	0,081	0,950	-0,105	0,909
arranjo	-0,104	0,746	-0,994	0,051	0,027	0,931
auton	0,024	0,975	1,560	0,269	0,196	0,799
empr	-0,233	0,786	0,782	0,614	-0,453	0,597
mãe	0,614	0,291	1,943	0,015	0,668	0,245
rf*mãe	0,000	0,550	0,000	0,125	0,000	0,749
rf2*mãe	0,000	0,421	0,000	0,068	0,000	0,433
rf*auton	0,000	0,907	0,000	0,636	0,000	0,737
rf2*auton	0,000	0,436	0,000	0,437	0,000	0,311
rf*empr	0,000	0,971	0,000	0,635	0,000	0,830
rf2*empr	0,000	0,441	0,000	0,389	0,000	0,316
rf*zona	0,000	0,510	0,000	0,815	0,000	0,878
rf2*zona	0,000	0,869	0,000	0,280	0,000	0,522
rf2	0,000	0,254	0,000	0,496	0,000	0,166
rf*criança	0,000	0,472	0,000	0,777	0,000	0,593
rf2*criança	0,000	0,639	0,000	0,329	0,000	0,475
rf*jovem	0,000	0,088	0,000	0,798	0,000	0,308
rf2*jovem	0,000	0,111	0,000	0,411	0,000	0,188
rf*ativo	0,001	0,094	0,002	0,064	0,001	0,187
rf2*ativo	0,000	0,334	0,000	0,129	0,000	0,368
rf*idoso	0,001	0,111	0,001	0,137	0,001	0,090
rf2*idoso	0,000	0,189	0,000	0,247	0,000	0,201

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A6
Coeficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Honduras - Mulheres
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e não trabalha		Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha	
	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor
zona	-1,120	0,309	-5,596	0,065	1,573	0,340
idade	-0,473	0,026	-0,059	0,909	0,395	0,183
educa_pais	0,220	0,000	0,126	0,076	0,027	0,568
rf	0,000	0,858	0,004	0,011	0,000	0,925
criança	-0,335	0,014	0,488	0,203	0,227	0,192
jovem	0,034	0,796	-1,823	0,010	-0,067	0,757
ativo	0,097	0,355	-0,356	0,367	-0,437	0,025
idoso	-0,350	0,407	-6,455	0,032	0,510	0,378
zona*criança	0,349	0,122	0,279	0,526	0,018	0,952
zona*ativo	0,088	0,543	0,480	0,205	-0,253	0,322
zona*jovem	0,066	0,759	1,405	0,041	-0,384	0,249
zona*idoso	0,532	0,307	4,112	0,057	0,169	0,818
arranjo	-0,304	0,187	0,684	0,224	0,383	0,229
auton	-0,396	0,417	0,856	0,566	0,437	0,575
empr	0,566	0,369	5,600	0,003	1,246	0,185
mãe	0,171	0,612	1,581	0,052	0,898	0,061
rf*mãe	0,000	0,495	0,000	0,916	0,000	0,296
rf2*mãe	0,000	0,406	0,000	0,209	0,000	0,143
rf*auton	0,000	0,315	-0,001	0,426	0,000	0,552
rf2*auton	0,000	0,432	0,000	0,474	0,000	0,851
rf*empr	0,000	0,863	-0,003	0,005	0,000	0,175
rf2*empr	0,000	0,684	0,000	0,107	0,000	0,677
rf*zona	0,000	0,833	-0,001	0,002	0,000	0,726
rf2*zona	0,000	0,629	0,000	0,002	0,000	0,449
rf2	0,000	0,788	0,000	0,145	0,000	0,541
rf*criança	0,000	0,443	0,001	0,090	0,000	0,858
rf2*criança	0,000	0,520	0,000	0,023	0,000	0,602
rf*jovem	0,000	0,308	-0,001	0,217	0,000	0,767
rf2*jovem	0,000	0,527	0,000	0,671	0,000	0,869
rf*ativo	0,000	0,971	0,000	0,990	0,000	0,362
rf2*ativo	0,000	0,530	0,000	0,381	0,000	0,581
rf*idoso	0,000	0,197	-0,003	0,024	0,001	0,075
rf2*idoso	0,000	0,227	0,000	0,013	0,000	0,030

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A7
Coefficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Peru - Homens
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha		Não estuda e não trabalha	
	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor	Coefficiente	p-valor
zona	0,268	0,891	-4,463	0,346	7,066	0,531
idade	0,010	0,976	0,604	0,270	1,916	0,148
educa_pais	-0,074	0,082	-0,307	0,001	-0,179	0,362
rf	0,018	0,036	-0,135	0,000	0,402	0,682
criança	-0,046	0,873	0,488	0,194	-10,552	0,432
jovem	0,050	0,866	-0,583	0,191	-0,193	0,934
ativo	-0,142	0,530	-0,222	0,435	0,793	0,618
idoso	-1,000	0,364	-1,112	0,458	-57,512	0,707
zona*criança	0,172	0,619	0,657	0,346	8,916	0,504
zona*ativo	0,028	0,902	0,558	0,201	-1,767	0,281
zona*jovem	0,541	0,123	0,251	0,766	1,923	0,429
zona*idoso	-2,506	0,023	-2,185	0,406	-14,408	0,347
arranjo	0,936	0,012	-0,169	0,819	-0,035	0,980
auton	1,132	0,257	17,622	0,000	-735,518	0,525
empr	-1,930	0,119	14,847	0,000	1,600	0,494
mãe	2,695	0,000	1,747	0,069	-0,870	0,710
rf*mãe	-0,006	0,002	-0,002	0,483	0,007	0,477
rf2*mãe	0,000	0,002	0,000	0,724	0,000	0,438
rf*auton	-0,001	0,805	0,141	0,000	0,891	0,532
rf2*auton	0,000	0,914	0,000	0,866	0,000	0,546
rf*empr	0,003	0,303	0,152		-0,009	0,330
rf2*empr	0,000	0,401	0,000	0,854	0,000	0,637
rf*zona	0,002	0,202	0,002	0,621	0,013	0,314
rf2*zona	0,000	0,024	0,000	0,632	0,000	0,273
rf2	0,000	0,028	0,000	0,862	0,000	0,686
rf*criança	-0,003	0,173	0,010	0,043	-0,003	0,807
rf2*criança	0,000	0,060	0,000	0,015	0,000	0,502
rf*jovem	0,002	0,497	-0,007	0,157	0,024	0,086
rf2*jovem	0,000	0,827	0,000	0,084	0,000	0,178
rf*ativo	-0,004	0,319	-0,007	0,475	-0,038	0,337
rf2*ativo	0,000	0,459	0,000	0,760	0,000	0,320
rf*idoso	-0,009	0,174	-0,007	0,498	-0,419	0,670
rf2*idoso	0,000	0,200	0,000	0,673	0,000	0,672

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/ rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Tabela A8
Coeficientes Estimados pelo Modelo Logit-Multinomial
Peru - Mulheres
(base para comparação: não estuda e não trabalha)

Variável	Estuda e trabalha		Não estuda e trabalha		Não estuda e não trabalha	
	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor	Coeficiente	p-valor
zona	-4,295	0,073	-0,497	0,939	-3,889	0,414
idade	0,242	0,528	1,409	0,046	1,030	0,119
educa_pais	-0,085	0,111	-0,412	0,001	-0,040	0,687
rf	0,017	0,161	-0,021	0,458	0,033	0,738
criança	-0,199	0,502	0,587	0,210	1,084	0,054
jovem	-0,285	0,426	-1,001	0,108	-0,455	0,544
ativo	-0,463	0,028	-0,475	0,271	-0,547	0,236
idoso	-0,243	0,751	2,908	0,028	-0,616	0,66
zona*criança	0,431	0,345	-0,695	0,559	0,683	0,354
zona*ativo	0,061	0,846	0,464	0,512	0,788	0,195
zona*jovem	-0,561	0,301	-2,093	0,240	0,324	0,707
zona*idoso	1,124	0,214	-1,504	0,567	-0,954	0,585
arranjo	1,441	0,004	0,466	0,617	0,909	0,265
auton	3,930	0,036	10,754	0,210	24,864	0,556
empr	3,099	0,114	8,357	0,332	21,972	0,602
mãe	1,929	0,009	2,357	0,081	-1,264	0,325
rf*mãe	0,000	0,904	-0,007	0,170	0,002	0,495
rf2*mãe	0,000	0,883	0,000	0,075	0,000	0,383
rf*auton	-0,021	0,072	-0,016	0,299	-0,040	0,682
rf2*auton	0,000	0,144	0,000	0,591	0,000	0,875
rf*empr	-0,022	0,064	-0,012	0,451	-0,039	0,687
rf2*empr	0,000	0,138	0,000	0,436	0,000	0,815
rf*zona	0,005	0,089	0,013	0,132	-0,002	0,844
rf2*zona	0,000	0,872	0,000	0,102	0,000	0,581
rf2	0,000	0,135	0,000	0,058	0,000	0,82
rf*criança	-0,002	0,590	0,002	0,811	0,020	0,006
rf2*criança	0,000	0,687	0,000	0,174	0,000	0,01
rf*jovem	-0,004	0,156	-0,014	0,090	0,004	0,55
rf2*jovem	0,000	0,352	0,000	0,723	0,000	0,629
rf*ativo	-0,007	0,291	0,004	0,856	0,002	0,891
rf2*ativo	0,000	0,417	0,000	0,176	0,000	0,562
rf*idoso	0,008	0,078	0,057	0,019	-0,006	0,562
rf2*idoso	0,000	0,106	0,000	0,012	0,000	0,999

Nota: Educa_pais = máxima educação dos pais; idade = idade do jovem; arranjo = tipo de arranjo familiar (nuclear, expandido); mãe = presença da mãe no domicílio; auton = posição na ocupação do chefe do domicílio; zona = urbana/rural; criança = número de crianças no domicílio; jovem = número de jovens no domicílio; ativo = número de pessoas em idade ativa no domicílio; idoso = número de idosos no domicílio; empr = chefe da família ocupado/ desocupado; rf = renda do trabalho principal familiar per capita (excluindo a renda do jovem); rf2 = (rf)². O sinal * refere-se a interações entre as variáveis.

Bibliografia

- Barros, R. P. de; Mendonça, R. Infância e adolescência no Brasil: as conseqüências da pobreza diferenciadas por gênero, faixa etária e região de residência. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, v. 21, n. 2, 1991.
- Barros, R. P. de; Mendonça, R., Velazco, T. *Is poverty the main cause of child work in Brazil?* Rio de Janeiro: IPEA, 1994 (Texto para Discussão, 351).
- Basu, K. Child labor: cause, consequence, and cure, with remarks on International Labor Standards. *Journal of Economic Literature*, v. XXXVII, n. 3, p. 1.083-1.119, 1999.
- Basu, K., Van, P. The economics of child labor. *American Economic Review*, v. 88, n. 3, 1998.
- Behrman, J. R., Duryea, S., Székely, M. *Schooling investments and macroeconomic conditions: a micro-macro investigation for Latin America and the Caribbean*. BID, 1999 (OCE Working Paper, 407).
- Ferreira, F. F. G.; Barros, R. P. de. The slippery slope: explaining the increase in extreme poverty in urban Brazil, 1976-1996. *Revista de Econometria*, v. 19, n. 2, Nov. 1999.
- Freije, S., Lopez-Calva, L. F. *Child labor and poverty in Venezuela and Mexico*. Versão preliminar apresentada no congresso da NIP (network of inequality and poverty) no Rio de Janeiro, 2000.
- Grootaert, C., Kanbur, R. Child labor: an economic perspective. *International Labour Review*, v. 134, n. 2, 1995.
- Hanushek, E. The trade-off between child quantity and quality. *Journal of Political Economy*, v. 100, n. 1, p. 84-117, 1992.
- Lam, D., Duryea, S. Effects of schooling on fertility, labor supply, and investments in children, with evidence from Brazil. *Journal of Human Resources*, v. 34, n. 1, p. 160-192, Winter 1999
- Lopez-Calva, L. F. *A social stigma model of child labor*. Versão preliminar apresentada no congresso da NIP (network of inequality and poverty) no Rio de Janeiro, 2000.
- Mendonça, R. *A oportunidade imperdível: expansão educacional e desenvolvimento humano no Brasil*. mar. 2000. Tese (Doutorado), UFRJ, Rio de Janeiro.
- Menezes-Filho, N. A. (coord.). *Adolescents in Latin America and Caribbean: examining time allocation decisions with cross-country micro data*. São Paulo: Fipe/USP, Apr. 2000.

Menezes-Filho, N. A., Fernandes, R., Pichetti, P.; Narita, R. The choice between school and work in Latin America. *Anais do XXVIII Encontro Nacional de Economia*, 2000.

Patrinos, H., Psacharopoulos, G. Family size, schooling and child labor in Peru - an empirical analysis. *Journal of Population Economics*, v. 10, p. 387-405, 1997.

Ranjan, P. An economic analysis of child labor. *Economic Letters*, v. 64, p. 99-105, 1999.

Santos, D. D. *Desemprego e escolaridade: comentários sobre uma relação nada óbvia*. Rio de Janeiro: IPEA, jun. 2000a. Mimeografado.

SANTOS, D. D. *Caracterização da extrema pobreza no Brasil urbano: evolução do perfil sócio-econômico entre 1977 e 1997* maio 2000b. Dissertação (Mestrado em Economia), Apresentada ao Departamento de Economia da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, PUC, Rio de Janeiro.

Primeiro censo dos moradores de rua da cidade de São Paulo: procedimentos metodológicos e resultados*

Silvia Maria Schor[§]
Rinaldo Artes[□]

RESUMO

O artigo apresenta os procedimentos metodológicos e os resultados do primeiro censo de moradores de rua da cidade de São Paulo, realizado no ano 2000. A coleta de dados por meio do censo requereu o desenvolvimento de uma metodologia especial porque a população em questão não tem endereço fixo, é espacialmente dispersa por toda a cidade e na maioria das vezes aparece principalmente durante a noite. Os dados relativos à distribuição espacial da população, sexo, cor e idade são apresentados levando-se em conta os moradores de rua encontrados em abrigos, estacionamentos, praças, ruas e outros espaços públicos.

Palavras-chave: moradores de rua, censo, procedimentos metodológicos.

ABSTRACT

The article presents the methodological procedures and the results of the first homeless population census of the city of São Paulo, held in 2000. The data collected through the census required the development of a peculiar methodology as the population in question has no address, is spatially spread all over the city and mostly noticed during the night. The data concerning the spatial distribution of the population, gender, color and age are presented, considering the homeless people found at shelters and at parks, streets, squares and other public spaces.

Key words: homeless, census, methodological procedures.

JEL classification: C81, R10.

* Além dos autores, a equipe de planejamento contou com a participação de Amélia Alves da Silva (geógrafa), Alair Molina (sociólogo), Felipa Gouveia (engenheira), Marisa do Espírito Santo Borin (socióloga), Rosana Estrela (socióloga) Vera Lúcia César (psicóloga). A todos, nosso reconhecimento pela competência e dedicação ao trabalho.

§ do Departamento de Economia da FEA/USP.

□ do Departamento de Estatística do IME/USP.

Recebido em abril de 2001. Aceito em agosto de 2001.

1 Apresentação

Em fevereiro de 2000 foi realizado¹ o primeiro censo de moradores de rua da cidade de São Paulo. O recenseamento deu cumprimento ao artigo 7º da Lei Municipal 12.316/97 que obriga o executivo paulistano a “*publicar anualmente no Diário Oficial do Município o censo da população de rua de modo a comparar as vagas ofertadas face às necessidades.*”² O presente artigo descreve os procedimentos metodológicos adotados para a realização do censo e apresenta os dados levantados.

A intenção do artigo é, primeiramente, divulgar os dados sobre a população moradora de rua que é, hoje, objeto de crescente atenção por parte do setor público, ONGs e pesquisadores. A apresentação dos procedimentos metodológicos, por sua vez, justifica-se diante do reduzido número de levantamentos censitários³ desta população no Brasil e, por conseguinte, à inexistência de uma tradição de pesquisa. Por outra parte, o recenseamento de uma população sem domicílio ou local de trabalho regular coloca, sem dúvida, estimulantes questões metodológicas.

O artigo encontra-se dividido em 4 partes, além desta apresentação. Inicialmente são analisadas as características da população de moradores de rua que tornam sua quantificação tão problemática. Segue-se a apresentação dos procedimentos metodológicos adotados e na terceira parte são apresentados os dados censitários obtidos. Alguns comentários finais concluem o artigo.

2 Moradores de rua: definição e características

A população moradora de rua pode ser definida de forma abrangente ou de maneira restrita. Quando definida de maneira ampla, inclui as pessoas que, sem moradia, pernoitam nos logradouros da cidade, nos albergues ou qualquer outro lugar não destinado à habitação.

-
- 1 O Censo foi realizado pela Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas, FIPE, contratada pela Secretaria de Assistência Social da Prefeitura do Município de São Paulo.
 - 2 O Art. 8º da regulamentação da lei 12.316 de 1997, publicada em 03 de Janeiro de 2001, redefine esta exigência: “*O Executivo deverá até o terceiro ano de gestão realizar o recenseamento da população de rua da Cidade.*”
 - 3 O primeiro censo da população de rua de Belo Horizonte foi realizado pela sua Prefeitura em 1998 (Secretaria Municipal de Planejamento de Belo Horizonte, 1998). Porto Alegre (Abreu, P. B. e J. Cruz Prates, 1999) também promoveu uma contagem dos moradores de rua da cidade, antecedendo ao levantamento das condições sociais e de saúde mental desta população, também em 1998. A Secretaria da Família e Bem-Estar Social realizou, anteriormente ao levantamento censitário, três contagens dos moradores de rua paulistanos, em 1994, 1996 e 1998.

Pode compreender, também, pessoas ou famílias que, tendo perdido sua moradia por despejo, encontram-se alojadas provisoriamente em abrigos públicos, privados ou morando em domicílios de terceiros. É possível incluir, ademais, as famílias residindo em habitações precárias de qualquer espécie. No Brasil, a definição ampla incluiria, assim, não apenas os albergados e a população que pernoita nas ruas, mas também os moradores de cortiços e favelas, dada a precariedade de seus domicílios.

A definição restrita reduz os grupos a serem incluídos, mantendo apenas os albergados e as pessoas que pernoitam nas ruas das cidades, algumas vezes denominados de “núcleo duro” deste heterogêneo conjunto de condições de moradia. Esta é a definição de população de rua utilizada no primeiro censo da cidade de São Paulo e na mais recente estimativa dos moradores de rua de Paris (Marpsat, 1999); é também a referência para o trabalho desenvolvido pela Secretaria de Assistência Social da Prefeitura do Município de São Paulo em 1998. (FABES, 1998)

Pesquisas sobre moradores de rua⁴ (Vieira, 1992), na sua definição restrita, identificaram as características desta população, algumas já de amplo conhecimento público: não dispõem de domicílio nem local de trabalho conhecido; procuram as áreas da cidade em que possam encontrar trabalho, alimentos, roupas e abrigo e apenas parte dela utiliza algum tipo de serviço, público ou privado, como albergues, Casas de Convivência ou “sopões” Pernoitam em praças, avenidas, ruelas, mocós, casarões abandonados, postos de gasolina, cemitérios, carrinhos de “catação” de papelão, sob pontes e viadutos, veículos abandonados e outras formas improvisadas de dormida. Não raramente, utilizam pensões com pagamento diário, e alguns dormem, esporadicamente, em casas de parentes ou amigos. Vários trabalham à noite guardando carros, encartando jornais e em outros tantos “bicos” que a cidade oferece. Não necessariamente assumem uma aparência andrajosa podendo, portanto, ser confundidos com as pessoas que compõem o chamado estrato de baixa renda da cidade. Muitos utilizam as ruas em busca de anonimato, por problemas com a lei, por questões familiares ou por dificuldades econômicas. Embora apresentem variações locais, os moradores de rua de Tucson (Snow, 1998), Paris (Marpsat, 1999) e São Paulo (FIPE/SAS, 2000) se assemelham.

As características dos moradores de rua apontadas se traduzem em dificuldades para realização do trabalho de campo necessário para obter informações sobre sua forma de vida, estratégias de sobrevivência e, sobretudo, para quantificá-los. Não surpreendentemente, esta

4 No Brasil, já se dispõe de algumas pesquisas sobre os moradores de rua. Entre elas, “População de Rua: Quem é, como vive, como é vista” (Vieira, 1992) é uma das pioneiras, apresentando uma abrangente descrição do modo de vida desta população.

população vem sendo excluída, no Brasil e em outros países, dos censos demográficos regulares. Esta exclusão resultou em uma série de iniciativas destinadas a quantificá-la, geralmente restritas ao âmbito de certas cidades. Com muito menor frequência, foram realizadas estimativas de âmbito nacional, como, por exemplo, nos Estados Unidos em 1990.⁵

Uma relação, mesmo que não exaustiva, das questões a serem resolvidas para quantificar os moradores de rua indica o grau de complexidade da tarefa. O primeiro item desta lista é, sem dúvida, a questão da localização e identificação da população. Sem endereço ou qualquer outro ponto de permanência conhecido,⁶ a área de busca coincide com a área da cidade. Ademais, como a principal condição definidora do morador de rua - a ausência de moradia - não é observável diretamente pelo pesquisador, torna-se necessária a abordagem de todas as pessoas que, na área de busca, possam fazer parte desta população.

A segunda questão a ser levada em conta diz respeito à duração do trabalho de campo. A mobilidade da população, inclusive à noite, requer que o levantamento das informações seja realizado no menor tempo possível, com o objetivo de minimizar a dupla contagem. A extensão da área de busca e a diversidade dos locais de pernoite solicitam, contrariamente, um maior tempo de pesquisa. A qualidade dos dados obtidos depende, em grande parte, da solução encontrada para compatibilizar estas duas exigências.

O terceiro item refere-se à necessidade de realização do trabalho de campo unicamente no período noturno, como decorrência da definição restrita da população. Riscos e temores das equipes de campo, dificuldades de percepção de locais de pernoite de pouca visibilidade podem conduzir à subenumeração dos elementos da população. Como será mostrada adiante, a forma que o censo em São Paulo encontrou para minimizar estes problemas foi a inclusão nas equipes de campo de ex-moradores de rua e integrantes de instituições que atendem a esta população.

Os problemas levantados desdobram-se em questões operacionais igualmente merecedoras de cuidado na sua solução: custo do levantamento, tamanho da equipe, treinamento e proteção aos pesquisadores, coordenação das atividades de campo, manutenção de equipe de apoio ao levantamento de campo e inúmeras outras condições. Embora tais dificuldades sejam de natureza distinta daquelas colocadas pelas características da população, quando somadas a elas configuram o elenco de decisões a serem tomadas para a realização de um trabalho que, com precisão, possa dar o número de moradores de rua da cidade.

5 Primeiro Censo da População de Rua dos Estados Unidos, realizado pelo U.S. Bureau of Census.

6 Os moradores de rua albergados também não têm domicílio conhecido pois o pernoite nestes locais é temporário e dependente do número de vagas disponíveis.

3 Os procedimentos adotados no censo de moradores de rua de São Paulo

3.1 Aspectos gerais

O cumprimento do disposto na Lei Municipal 12.316/97 eliminou a possibilidade de obter a quantificação dos moradores de rua da cidade mediante pesquisa amostral. A natureza censitária do trabalho levou, por sua vez, à realização de um levantamento *point prevalence*⁷ ou seja, a quantificação da população moradora de rua da cidade em um dado momento do tempo, colhendo sua posição instantânea. Complementarmente à enumeração da população e sua distribuição espacial na cidade, decidiu-se obter, também, algumas informações demográficas: cor, idade e sexo. As informações foram todas obtidas mediante abordagem dos moradores de rua.

Três questões orientaram, desde seu início, a elaboração da metodologia do recenseamento. Estas foram formuladas tendo como referência a natureza da população alvo, o porte da cidade de São Paulo e as restrições de tempo e custo para realização do censo. No seu conjunto, expressavam as dificuldades metodológicas mais relevantes a serem resolvidas:

Otimizar o processo de localização da população, minimizando o tempo de busca;

Minimizar as possibilidades de dupla contagem ou subenumeração;

Definir critérios operacionais para identificação e abordagem da população.

A tradução dos objetivos a serem alcançados em procedimentos para o trabalho de campo foi iniciada dividindo-se a população em dois subconjuntos: a) moradores de rua pernoitando em albergues e b) pernoitando nos logradouros da cidade. Isto porque, sabia-se de antemão⁸ (Wright, 1998) que as condições para localizar, abordar e entrevistar os moradores de rua

7 Os levantamentos do tipo *point prevalence* fornecem uma posição da população em um dado instante. Os levantamentos *period prevalence*, diferentemente, obtêm o número de moradores de rua em um dado intervalo de tempo, quantificando, por exemplo, o total de moradores de rua que a cidade de São Paulo abriga durante um ano. São incluídos, desta forma, todos os que durante este intervalo de tempo deixam as ruas ou que nelas passam a pernoitar nos doze meses de duração do levantamento. As quantificações obtidas mediante levantamentos *period prevalence*, por resultarem em números quase sempre superiores aos dos levantamentos *point prevalence*, são uma das muitas fontes de divergência entre as estimativas do tamanho de uma mesma população de moradores de rua.

8 As contagens de moradores de rua realizadas pela Secretaria da Família e Bem-Estar Social em 1994, 1996 e 1998, assim como informações obtidas em instituições que trabalham com esta população deixaram claras as diferenças entre os dois subconjuntos. A mesma conclusão é sustentada por pesquisadores americanos.

são significativamente diferentes nos albergues e nos logradouros da cidade. Desta forma, deveriam ser definidos procedimentos diferentes para cada um deles.

3.2 Os procedimentos para o recenseamento nos logradouros da cidade

Divisão da área da cidade em 9 distritos censitários

A área urbana da cidade de São Paulo é de aproximadamente 1.500 km², dividida em 96 distritos municipais. Abriga uma população de quase 10 milhões de habitantes e sua área não urbanizada é bastante reduzida. Dado o porte da cidade, o primeiro procedimento adotado foi dividi-la em distritos censitários⁹ que facilitassem o planejamento do trabalho de campo.

O critério para divisão da cidade em distritos censitários foi duplo. Seria desejável, em primeiro lugar, que os limites destas subáreas dificultassem a mobilidade de moradores de rua entre elas, minimizando a possibilidade de dupla contagem e subenumeração. Procurou-se, desta forma, encontrar limites físicos que dificultassem a circulação dos moradores de rua: rios, vias expressas ou grandes áreas vazias. Em segundo lugar, e também com o objetivo de minimizar a dupla contagem e a subenumeração, cada um dos distritos censitários deveria ser recenseado em uma única noite.

Foram definidos 9 distritos censitários como resultado da avaliação das características naturais e urbanas da cidade, associadas às informações sobre a distribuição da população pelos 96 distritos municipais, sua mobilidade diurna e noturna, hábitos relativos à demanda de serviços a eles ofertados e outros dados complementares. Foram preservados os limites dos distritos municipais que, agregados, compuseram os distritos censitários.

As informações sobre mobilidade, pontos de concentração e hábitos dos moradores de rua foram, em grande parte, fornecidas pelas instituições que trabalham com esta população - ONGs, instituições religiosas evangélicas e católicas. Transmitidas oralmente, estas informações constituíram, dado o reduzido número de trabalhos, a fonte de dados disponível mais atualizada, completa e relevante sobre esta população. Igualmente importantes foram os relatos e informações fornecidos pelos técnicos da Secretaria de Assistência Social do Município, SAS.

9 Não guardam nenhuma relação com os distritos censitários do IBGE.

A relação dos distritos municipais que compõem cada um dos distritos censitários encontra-se no Anexo I.

Definição das áreas de busca

Dividida a cidade em distritos censitários, pode-se examinar, para cada um deles, as subáreas em que se esperava a presença de moradores de rua. Isto porque a literatura existente, informações dos técnicos da SAS e instituições que auxiliavam o planejamento do censo confirmavam a existência de pontos de atração para a população que, desta forma, não se distribuía aleatoriamente pela cidade.

Aceita a hipótese da não aleatoriedade da distribuição da população, foram localizados espacialmente, em cada distrito, todos os elementos apontados como sendo possíveis pontos de atração: áreas comerciais, grandes avenidas, viadutos, praças, estações de metrô, terminais rodoviários, depósitos de sucata e papelão, mercados municipais, construções abandonadas, cemitérios, prontos socorros públicos, igrejas, albergues, casas de convivência. O mapeamento foi completado com os endereços dos pontos de pernoite identificados pela SAS em 1998 e pelas chamadas da Operação Inverno de 1999.

Em cada distrito censitário foram definidas as áreas a serem percorridas, que incluíam todos os pólos de atração, todos os pontos onde haviam sido encontrados moradores de rua, todas as grandes avenidas e seus corredores de acesso.

Definição dos trajetos e roteiros

Os distritos censitários foram divididos em 81 setores censitários que, por definição, correspondiam à área a ser percorrida por uma equipe em uma única noite, constituindo, assim, a unidade de execução do trabalho de campo.

Em cada setor censitário foi definido o percurso a ser seguido pelos recenseadores, denominado roteiro, indicando a seqüência de quadras a serem percorridas. Os roteiros foram marcados nas respectivas páginas do Mapa Oficial da Cidade (MOC), evitando eventual dupla contagem ou subenumeração decorrente da atuação simultânea das equipes de campo. Nestes roteiros estavam apontados o entorno da área sob responsabilidade de cada equipe de campo, as ruas que necessariamente deveriam ser percorridas e pontos de pernoite previamente identificados. As equipes de recenseadores receberam instruções para coletar informações, entre os próprios moradores de rua ou outras pessoas presentes nas áreas a serem percorridas, a respeito da existência de outros locais que, eventualmente, poderiam abrigar moradores de

rua. Estes possíveis novos pontos eram também verificados pela própria equipe de campo que obtivera a informação ou pela equipe responsável pela área onde se localizava.

Os tipos de percursos

A densidade dos pontos de atração e locais onde havia registro da presença de moradores de rua levou a três diferentes tipos de percursos. Nos setores censitários com alta densidade de pólos de atração e registro da presença de moradores de rua, as equipes de campo percorriam inteiramente a pé as áreas de busca: Sé e República, entre outros distritos municipais, foram assim recenseados.

Os setores que apresentavam extensas áreas de busca, com elevada dispersão dos pontos de atração, eram percorridos com o auxílio de veículos. Os veículos cobriam as distâncias entre as áreas de busca que eram sempre percorridas a pé. Em Parelheiros, por exemplo, foi utilizado este tipo de percurso. Finalmente, houve distritos em que algumas equipes de campo contaram com o auxílio de veículos e as demais realizavam os percursos inteiramente a pé, como aconteceu na Lapa. Esta combinação atendia à existência de áreas com alta densidade de pólos de atração e registro de moradores de rua, seguidas de extensões relativamente vazias.

A diferenciação dos tipos de percurso por densidade de pontos de atração otimizou o tempo do trabalho de campo e uso dos recursos, colaborando, desta forma, para a minimização da dupla contagem ou subenumeração.

O recenseamento nos cemitérios

A impossibilidade de recensear os cemitérios no período noturno exigiu um conjunto de atividades particulares. Foi realizada, inicialmente, uma fase exploratória abrangendo todos os cemitérios da cidade. Nesta etapa, mediante entrevistas com seus administradores, vizinhança e inspeção do próprio local, foram excluídos aqueles onde não havia nenhum registro, evidência ou menção quanto à presença de moradores de rua.

Identificados os cemitérios a serem recenseados, equipes de campo foram colocadas, antes da abertura dos portões, nas saídas e outros possíveis locais de acesso como, por exemplo, muros caídos, e os moradores de rua que saíam foram abordados. Os cemitérios foram incluídos como parte da área a ser percorrida pelas equipes de campo e foram recenseados na mesma noite e madrugada do distrito censitário ao qual pertenciam.

3.3 Os procedimentos para o recenseamento nos albergues da cidade

O recenseamento dos moradores de rua nos albergues envolveu um menor número de procedimentos de trabalho, dada a menor dificuldade de localização e identificação da população.

Inicialmente foram arrolados todos os albergues estaduais e conveniados com a prefeitura da cidade. Procurou-se identificar, também, os locais de abrigo noturno que entidades religiosas ou instituições privadas colocam à disposição dos moradores de rua.

A contagem dos moradores de rua albergados foi realizada na mesma noite do recenseamento do distrito censitário onde se localizavam. As equipes de entrevistadores, com a anuência da administração, permaneciam nos albergues desde a abertura até o horário em que terminava a admissão para pernoite.

3.4 Procedimentos complementares

Seleção dos recenseadores e constituição das equipes de campo

A seleção dos entrevistadores deu-se em três etapas. A primeira delas compreendeu o período de inscrição dos candidatos que deveriam atender a duas condições: estar cursando ou ter concluído curso universitário em Ciências Sociais, Psicologia, Educação, Serviço Social, História, Geografia ou áreas afins e ter experiência em levantamento de campo em pesquisas na área social. Candidatos que já haviam trabalhado ou estavam trabalhando com a população moradora de rua eram particularmente bem-vindos.

A segunda etapa consistiu da seleção dos currículos apresentados na inscrição. Foram selecionados 130 currículos dentre as quase 250 inscrições e realizadas reuniões em grupos com, no máximo, 10 candidatos. As reuniões tinham por objetivo estabelecer contato pessoal com os inscritos, ouvir o relato da experiência profissional de cada um deles e apresentar os objetivos e condições do trabalho de campo a ser realizado. Finalizadas as reuniões, foram selecionados 100 candidatos que passaram, então, ao treinamento. A seleção final deveria aguardar, ainda, o teste dos candidatos no campo, realizado após o treinamento.

Treinamento dos recenseadores

O treinamento dos entrevistadores foi dividido em duas fases. A primeira delas consistiu em um conjunto de seminários sobre moradores de rua realizados por pesquisadores da área,

técnicos da Secretaria de Assistência Social da Prefeitura de São Paulo e integrantes de instituições que trabalham com a população. Os seminários tinham como objetivo apresentar e discutir com os futuros recenseadores as questões mais relevantes para o trabalho: definição de morador de rua, seus hábitos, linguagem, códigos de conduta, as peculiaridades das condições de rua das crianças e adolescentes, formas de abordá-los e condições de segurança dos entrevistados. A diversidade dos palestrantes procurou garantir uma visão pluralista da população moradora de rua, enfocada sob diferentes ângulos.

A segunda fase destinou-se ao treino específico com o instrumento de coleta de informações e procedimentos a serem seguidos no campo. Ao término desta segunda etapa, os candidatos foram testados em campo e selecionada a equipe definitiva, que contou com 90 recenseadores.

Os supervisores de campo foram selecionados entre pesquisadores com extensa experiência comprovada em trabalho de campo na área social, mediante análise de currículo e entrevistas pessoais.

Formação das equipes

As equipes de campo eram compostas por 10 entrevistadores, agrupados em cinco duplas e um supervisor de campo. O supervisor acompanhava diretamente o trabalho de campo e se comunicava com seus recenseadores por telefone celular. O controle dos roteiros, a inclusão de novos pontos, eventuais ocorrências de campo estavam sob seu controle e responsabilidade, bem como o contato com a equipe de planejamento que acompanhava o trabalho do escritório.

As equipes de campo incluíram também ex - moradores de rua e integrantes de instituições que trabalham com esta população, denominados “facilitadores do trabalho de campo” Acompanharam as equipes recenseadoras durante o levantamento, fornecendo informações quanto aos pontos de concentração da população, códigos de conduta, pontos de pernoite e outros dados relevantes, sem participar, contudo, da coleta dos dados.

As equipes eram acompanhadas por seguranças profissionais¹⁰ e por veículos.

10 A segurança das equipes de campo poderia ter sido realizada pela Guarda Metropolitana, uma vez que se tratava de trabalho realizado para uma secretaria municipal. Julgou-se, porém, que sua presença poderia causar eventuais receios e retração dos moradores de rua.

Os instrumentos de coleta das informações

Foram utilizadas duas fichas para coleta das informações. A primeira continha as questões para identificação dos moradores de rua e era aplicada a todas as pessoas encontradas nas áreas que apresentavam alguma probabilidade de pertencer a esta população. Confirmada a inclusão na população, os dados pessoais eram registrados na mesma ficha.

A segunda ficha registrava o endereço exato do local onde o morador de rua era abordado, passando a ser denominado “ponto”, bem como o tipo predominante de ocupação do solo: atividades comerciais, industriais, residenciais ou mistas.

Coleta das informações

O trabalho de campo tinha início às 22 horas, estendendo-se até o término do último roteiro, exclusive às sextas-feiras, os finais de semana e os dias de chuva. Isto porque, nos finais de semana aumenta significativamente o fluxo de pessoas de baixa renda no período noturno em algumas áreas da cidade, crescendo as dificuldades de identificação dos moradores de rua. As noites de chuva, por outro lado, tornam os moradores de rua menos visíveis.

O trabalho de campo foi realizado em 9 noites, entre os dias 09 e 28 de fevereiro de 2.000.

Avaliação da cobertura do censo

Para avaliar a qualidade dos resultados obtidos foram planejadas recontagens da população em alguns dos roteiros percorridos, com o objetivo de aferir a taxa de sub ou sobreenumeração do censo. Apesar da reconhecida relevância deste procedimento, optou-se por não efetuar as recontagens. As chuvas que caíram na cidade estenderam o período de recenseamento, fazendo com que as noites reservadas para as recontagens, a serem realizadas para após o término do trabalho de campo, ficassem muito próximas ao período do carnaval. De acordo com informações dadas pelas entidades que assistem aos moradores de rua, a presença dessa população nas ruas da cidade se altera sensivelmente durante o período carnavalesco. Os dados obtidos na recontagem, desta forma, não seriam confiáveis.

4 Os dados censitários

4.1 Distribuição Espacial da População

Foram recenseados 8.706 moradores de rua. Destes, 5.013 foram encontrados nos logradouros da cidade e 3.693 encontravam-se nos albergues. Não foram encontrados moradores de rua em 7 dos distritos municipais¹¹ e um dos distritos não foi recenseado por não se dispor de informações *a priori* quanto à presença de moradores de rua.¹²

A agregação dos distritos municipais em regiões revelou forte concentração da população na região Central e, com menor intensidade, na região Leste. Ao se considerar apenas os moradores de rua encontrados nos logradouros, a maior concentração se dá, novamente, na região Central, seguida agora pela região Oeste. Os albergues se situam, quase que exclusivamente nas regiões Centro e Leste da cidade.

Tabela 1
Distribuição da População Moradora de Rua por Região

Região	Número de moradores		
	Logradouros	Albergues	Total
Norte	288	230	518
Oeste	758	88	846
Centro	2810	1866	4676
Leste	554	1313	1867
Sul	599	196	795
Sem informação	4		4
Total	5013	3.693	8706

Pouco mais de 80% da população recenseada nos logradouros foi encontrada em 22 dos 96 distritos da cidade, com a Sé, República, Santa Cecília, Brás, Consolação e Jardim Paulista, concentrando, aproximadamente, 50% do total.

11 Cidade Líder, Jardim Ângela, Parelheiros, Pedreira, Tremembé, Vila Andrade e Vila Curuçá.

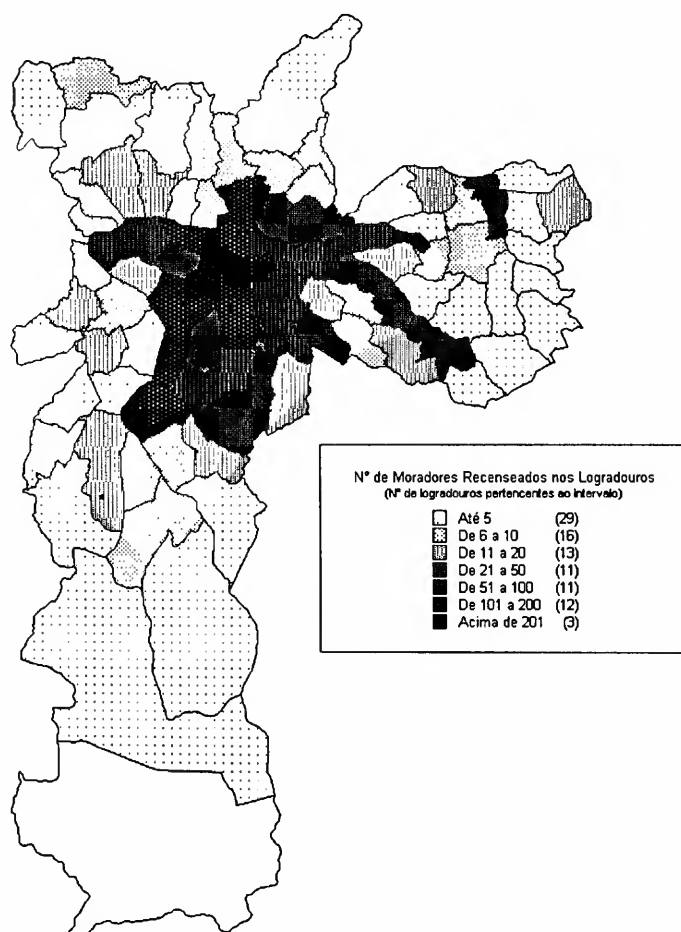
12 Engenheiro Marsilac, situado no extremo sul do município de São Paulo.

Tabela 2
Distribuição dos Distritos Municipais pelo Número de Moradores de Rua Pernoitando nos Logradouros

Moradores de Rua	Número de Distritos
Até 5	29
De 6 a 10	16
De 11 a 20	13
De 21 a 50	11
De 51 a 100	11
De 101 a 200	12
Mais de 200	3
Total	95

A Figura 1 apresenta a distribuição dos distritos municipais pelo número de moradores de rua encontrados nos logradouros da cidade. A distribuição dos 96 distritos municipais pelo número de moradores pernoitando nos logradouros e nos albergues encontra-se no Anexo II.

Figura 1
Distribuição dos Distritos Municipais da Cidade de São Paulo pelo Número de Moradores de Rua Encontrados nos Logradouros



4.2 Características Demográficas

A grande maioria da população moradora de rua é masculina, repetindo em São Paulo a predominância de homens já verificada nas áreas urbanas dos Estados Unidos (Sommer, 2000), Tóquio (Marr, 2000) e Paris (Marpsat, 1999).

Tabela 3
Distribuição da População Moradora de Rua por Sexo

Sexo	Situação		Total
	Logradouro	Albergues	
Masculino	4060	3218	7278
Feminino	909	372	1281
Sem informação	44	103	147
Total	5013	3693	8706

Os dados do censo revelaram a presença de crianças, adolescentes e idosos pernoitando nas ruas e nos albergues. A idade média dos albergados é 41 anos e 38 entre aqueles recenseados nas ruas. O elevado número de casos sem informação foi resultado, na maioria das vezes, da recusa ou impossibilidade de obter a informação. A Tabela 4 apresenta a distribuição dos moradores de rua por sexo e idade.

Tabela 4
Distribuição da População de Moradores de Rua por Sexo e Idade

Idade	Albergues			Logradouros			Total
	Mulheres	Homens	Sem Inf.	Mulheres	Homens	Sem Inf.	
0 a 3	15	17		19	23	1	75
4 a 6	10	7		7	10		34
7 a 14	25	31	1	42	136		235
15 a 17	7	10	1	49	98		165
18 a 25	31	248		118	333	2	732
26 a 40	120	1.221	4	236	1.285	2	2.868
41 a 55	83	1.143	2	162	1.105	4	2.499
56 ou +	65	463	3	60	344	1	936
Sem Inf.	16	78	92	216	726	34	1.162
TOTAL	372	3.218	103	909	4.060	44	8.706

Quanto à cor, os resultados obtidos, por local de pernoite, podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5
Distribuição da População Moradora de Rua por Sexo e Cor

Cor	Situação		Total
	Logradouro	Albergue	
Branca	1703	1697	3400
Parda	1482	1087	2569
Negra	1494	714	2208
Amarela	19	28	47
Outra	7	3	10
Sem informação	308	164	472
Total	5013	3693	8706

4.3 Os pontos de recenseamento

Os 5.013 moradores de rua encontrados nos logradouros foram entrevistados em 2.384 pontos, indicando a ocorrência de locais com mais de um morador. A Tabela 6 apresenta a distribuição do número de moradores por ponto de recenseamento. O número de pontos não equivale, inteiramente, a pontos de pernoite, pois foram recenseados moradores de rua em trânsito pelas ruas da cidade.

Tabela 6
Número de Moradores de Rua por Ponto de Recenseamento

Número de moradores	Número de pontos	%
1	1525	63,9
2	382	16,1
3	176	7,4
4 a 10	255	10,7
11 ou mais	46	1,9
Total	2384	100

Como mostra a Tabela 7, a ocorrência de pontos em áreas predominantemente residenciais é pequena, comparativamente a áreas comerciais ou mistas. Estas últimas, combinando áreas comerciais e/ou industriais e/ou residenciais.

Tabela 7
Característica da Área do Ponto de Recenseamento

Característica	Número de pontos	%
Comercial	1179	49,4
Residencial	188	7,8
Mista	865	36,2
Outra	102	4,2
Não especificada	50	2,1
Total	2384	100

5 Comentários finais

O primeiro censo, em 2000, não foi a única quantificação dos moradores de rua da cidade de São Paulo realizada na década de 90. Anteriormente ao censo, quatro pesquisas foram feitas, todas elas tendo como objetivo estimar a magnitude desta população.

Em 1991 foi realizado pela Secretaria da Família e Bem-Estar Social do Município de São Paulo o levantamento do número de moradores de rua da área central da cidade.¹³ Com metodologia rigorosa, estimou a população dormindo nos logradouros da região central em 3.392 pessoas. Os três levantamentos seguintes, também sob a responsabilidade da Secretaria do Bem Estar, foram *windshield surveys*.¹⁴ Assim, em 1994 (FABES, 1994), 1996 (FABES, 1996) e 1998 (FABES, 1998), equipes da Secretaria da Família e Bem-Estar Social,¹⁵ em veículos, percorreram os logradouros da cidade e contaram, sem abordagem, os moradores de rua visíveis ao longo dos percursos; foram contadas, também, as pessoas pernoitando nos albergues. O número total de moradores de rua em 1994 foi de 4.549 pessoas, passando para 5.334 em 1996 e 6.453 em 1998.

Os números anteriores ao censo, pela diversidade das metodologias utilizadas, não são comparáveis. Desta forma, nenhuma avaliação precisa das possíveis variações no tamanho da

13 A área do levantamento compreendeu as Administrações Regionais da Sé, Pinheiros, Lapa e apenas parte das Administrações Regionais da Mooca, Vila Mariana, Ipiranga, Penha e Santana. Cada uma das Administrações Regionais era formada por vários distritos municipais. Em 2000 a Secretaria da Família e Bem-Estar Social passou à denominação de Secretaria de Assistência Social.

14 Literalmente, “levantamentos feitos pelo pára-brisa”

15 Denominação anterior da Secretaria de Assistência Social, S.A.S.

população ao longo da década pode ser feita. Apesar desta impossibilidade, os resultados anteriores revelam a mesma ordem de grandeza dos dados do censo, cujo maior número pode ser devido a uma mais exigente metodologia do levantamento das informações.

O número de moradores de rua obtido em outras grandes cidades, como Nova York, Osaka, Tóquio e Paris, revela ordem de grandeza bastante próxima à de São Paulo, embora também aqui as comparações tornem-se difíceis pelas mesmas razões: diferentes metodologias e definição da população não coincidente em todos os levantamentos.¹⁶

Em Nova York, o primeiro censo da população de rua americano, realizado em 1990, resultou em 10.447 pessoas recenseadas, numa relação de 1,42 moradores de rua para cada 1.000 habitantes. A prefeitura de Osaka, em 1998, encontrou 8.660 moradores de rua, correspondendo a 0,98 morador de rua para cada 1.000 habitantes. Para São Paulo há, para cada 1.000 dos seus habitantes, 0,83 morador de rua.¹⁷

As dificuldades envolvidas na quantificação dos moradores de rua são conhecidas pelos pesquisadores e agências governamentais por ela responsáveis. A literatura sobre o tema vem se ampliando nos últimos anos, acompanhando o crescimento das quantificações realizadas em algumas das grandes cidades dos Estados Unidos e Europa. Comum a esta literatura é o reconhecimento de que a quantificação desta população apresenta algumas limitações insuperáveis e que a qualidade dos levantamentos deve ser avaliada pelos procedimentos adotados para que, apenas estas, permaneçam insuperáveis.

Os números obtidos para o censo de São Paulo não fogem à regra. Os moradores de rua “ocultos” (Wright, 1998), aqueles que, por vontade própria, se escondem e evitam contatos com desconhecidos não foram, certamente, incluídos no censo. Da mesma forma, moradores de rua que, na noite do recenseamento, encontravam-se pernoitando em casas de parentes, amigos ou pensões não foram também recenseados. Estas subenumerações fazem parte das limitações que a natureza da população e o caráter pontual do censo ocasionam.

16 Todas elas incluem as pessoas pernoitando em locais públicos e utilizando os serviços sociais que lhes são ofertados. A diferença é a diversidade e a cobertura destes serviços.

17 A existência de favelas em São Paulo constitui um dos fatores responsáveis por um menor número de moradores de rua por mil habitantes, comparativamente a Tóquio e Nova York. Ao permitir a construção de “barracos” livres de qualquer custo monetário na sua utilização, as favelas atuam como um redutor do número de famílias desabrigadas. Os movimentos de ocupação de edifícios vazios, principalmente na área central da cidade, incluem moradores de rua entre seus participantes, atuando também como redutores.

A extensão do período de recenseamento, ocasionando possível dupla contagem ou subenumeração, entretanto, foi resultado do julgamento quanto ao *trade off* entre maior duração do trabalho de campo e recenseamento em uma única noite. Esta última alternativa exigiria uma equipe de campo de aproximadamente 1.000 recenseadores e, somando-se a ela ex-moradores de rua e integrantes das instituições de apoio a esta população, resultaria em um tamanho excessivo para manutenção do controle de qualidade. A opção feita privilegiou a constituição de uma equipe menor de entrevistadores com qualificação, treinamento e supervisão indispensáveis à realização de um levantamento censitário pioneiro. Dando suporte a esta decisão encontrava-se a hipótese de que o número de moradores de rua em cada um dos distritos censitários não se alteraria em um curto intervalo de tempo, formulada a partir das informações obtidas na etapa de planejamento. A cuidadosa definição dos distritos censitários expressou este entendimento e proporcionou a segurança necessária à decisão.

Referências bibliográficas

- Abreu, P. B.; Prates, J. Cruz. *Relatório de resultados da pesquisa sobre as condições sociais e de saúde mental de moradores de rua em Porto Alegre*. Porto Alegre: HC de Porto Alegre, PMPA, PUCRS e UFRGS, 1999. Mimeografado.
- CNIS - Conseil National de L'Information Statistique. *Pour une meilleure connaissance statistique des sans-abri et de l'exclusion du logement*. Relatório final. Paris, n. 9, Março de 1996.
- FABES. *Contagem da população de rua no município de São Paulo e perfil dos usuários de albergues municipais*. São Paulo: Secretaria da Família e Bem-Estar Social, Prefeitura do Município de São Paulo, 1998.
- _____ *Pesquisa sobre a população de rua no município de São Paulo, 1996*. São Paulo: Secretaria da Família e Bem-Estar Social, Prefeitura do Município de São Paulo, 1996.
- _____ *Síntese da contagem da população de rua*. São Paulo: Secretaria da Família e Bem-Estar Social, Prefeitura do Município de São Paulo, 1994.
- FIPE/SAS - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. *Perfil socioeconômico da população de moradores de rua na cidade de São Paulo*. São Paulo, 2000.
- Marpsat, M. *Les sans domicile à Paris et aux Etats-Unis*. Paris: INSEE, Données Sociales, 1999.
- Marr, M.; Valenzuela, Abel; Kawachi, Janete; Koike, Takao. *Day laboreres in Tokyo, Japan: preliminary findings from the San'ya day labor survey*. UCLA Center for the Study of Urban Poverty, 2000.

Secretaria Municipal de Planejamento de Belo Horizonte. *Iº Censo de população de rua de Belo Horizonte*. Belo Horizonte, 1998.

Snow, D.; Shockey, James. *Report on Tucson's homeless population, 1997-1998*. University of Arizona, Department of Sociology. Mimeografado.

Sommer, H. *Homelessness in urban America: a review of the literature*. Berkeley: Institute of Governmental Studies Press, University of California, 2000.

Vieira, M. A. C., Bezerra, Eneida; Rosa, Cleísa M. Moreno. *População de rua: quem é, como vive, como é vista*. São Paulo, Hucitec, 1992.

Wright, J., Rubin, Beth; Devine, Joel A. *Beside the golden door: policy, politics, and the homeless*. New York, Aldine Gruyter, 1998.

Anexo I

Relação dos Distritos Municipais por Distrito Censitário

- Distrito I:** Região Norte e Noroeste: Jaguará, São Domingos, Pirituba, Jaraguá, Perus, Brasilândia, Freguesia do Ó, Limão, Cachoeirinha Casa Verde, Mandaqui, Santana, Tremembé, Tucuruvi, V. Guilherme, Jaçanã, Vila Medeiros, Vila Maria, Lapa, Vila Leopoldina.
- Distrito II:** Região Sul e Sudoeste/1. Jaguaré, Rio Pequeno, Butantã, Raposo Tavares, Vila Sônia, Morumbi, Campo Limpo, Vila Andrade, Capão Redondo, Jardim São Luís, Jardim Ângela, Itaim Bibi, Santo Amaro, Campo Grande, Cidade Ademar, Pedreira, Socorro, Cidade Dutra, Grajaú, Parelheiros.
- Distrito III:** Região Sul e Sudoeste/2: Alto de Pinheiros, Pinheiros, Jardim Paulista, Moema, Campo Belo, Saúde, Vila Mariana, Jabaquara.
- Distrito IV:** Região Sudeste: Ipiranga, Cursino, Sacomã, Tatuapé, Vila Prudente, Carrão, Vila Formosa, Ponte Rasa, Aricanduva, Sapopemba, São Mateus, Iguatemi, São Rafael.
- Distrito V:** Anel Externo ao Centro. Inclui os distritos: Perdizes, Barra Funda, Belém, Mooca
- Distrito VI:** Centro: República e Sé
- Distrito VII:** Área Central/1. Santa Cecília, Consolação, Brás, Bom Retiro.
- Distrito VIII:** Área Central/2: Pari, Liberdade, Bela Vista, Cambuci.
- Distrito IX:** Região Leste: Tatuapé, Penha, Artur Alvim, Ponte Rasa, Vila Matilde, Cangaíba, Ermelino Matarazzo, Vila Jacuí, São Miguel Paulista, Itaquera, Vila Curuçá, Itaim Paulista, Jardim Helena, Lajeado, Guaianazes, Cidade Tiradentes, Parque do Carmo, José Bonifácio, Cidade Líder.

Anexo II
Número de Moradores de Rua por Distrito Municipal

Distrito	Situação		Total
	Logradouro	Albergue	
ÁGUA RASA	18		18
ALTO DE PINHEIROS	16		16
ANHANGUERA	1		1
ARICANDUVA	22		22
ARTUR ALVIM	7		7
BARRA FUNDA	101		101
BELA VISTA	138	14	152
BELÉM	80		80
BOM RETIRO	151	6	157
BRÁS	180	791	971
BRASILÂNDIA	5		5
BUTANTÃ	10		10
CACHOEIRINHA	1		1
CAMBUCI	74		74
CAMPO BELO	65		65
CAMPO GRANDE	10		10
CAMPO LIMPO	1		1
CANGAÍBA	2		2
CAPÃO REDONDO	5		5
CARRÃO	44		44
CASA VERDE	9		9
CIDADE ADEMAR	19		19
CIDADE DUTRA	6		6
CIDADE TIRADENTES	2		2
CONSOLACAO	167		167
CURSINO	24		24
ERMELINO MATARAZZO	15		15
FREGUESIA DO Ó	19		19
GRAJAÚ	5		5
GUAIANASES	5		5
IGUATEMI	4		4
IPIRANGA	63		63
ITAIM BIBI	109		109
ITAIM PAULISTA	12		12
ITAQUERA	9		9

(continua)

Anexo II
Número de Moradores de Rua por Distrito Municipal
(continuação)

Distrito	Situação		Total
	Logradouro	Albergue	
JABAQUARA	41	74	115
JAÇANÃ	9		9
JAGUARA	3		3
JAGUARÉ	5		5
JARAGUÁ	3		3
JARDIM HELENA	1		1
JARDIM PAULISTA	161	15	176
JARDIM SAO LUÍS	15		15
JOSE BONIFÁCIO	1		1
LAJEADO	2		2
LAPA	65		65
LIBERDADE	109	627	736
LIMÃO	2		2
MANDAQUI	9		9
MOEMA	38		38
MOOCA	61	1000	1061
MORUMBI	1		1
PARI	69	249	318
PARQUE DO CARMO	1		1
PENHA	58	53	111
PERDIZES	47		47
PERUS	8		8
PINHEIROS	129	73	202
PIRITUBA	13		13
PONTE RASA	4		4
RAPOSO TAVARES	3		3
REPÚBLICA	715	81	796
RIO PEQUENO	11		11
SACOMÃ	13		13
SANTA CECÍLIA	434	51	485
SANTANA	124	230	354
SANTO AMARO	132	122	254
SAO DOMINGOS	10		10
SAO LUCAS	10		10
SAO MATEUS	21		21

(continua)

Anexo II
Número de Moradores de Rua por Distrito Municipal
(continuação)

Distrito	Situação		Total
	Logradouro	Albergue	
SAO MIGUEL	22		22
SAO RAFAEL	3		3
SAPOPEMBA	11		11
SAÚDE	51		51
SÉ	773	47	820
SOCORRO	6		6
TATUAPÉ	68	260	328
TUCURUVI	8		8
VILA FORMOSA	6		6
VILA GUILHERME	21		21
VILA JACUÍ	6		6
VILA LEOPOLDINA	86		86
VILA MARIA	37		37
VILA MARIANA	105		105
VILA MATILDE	13		13
VILA MEDEIROS	6		6
VILA PRUDENTE	46		46
VILA SÔNIA	14		14
SEM INFORMAÇÃO	4		4
Total	5013	3693	8706

Onde vender o peixe? Repercussão das principais revistas brasileiras de Economia na virada do século*

Carlos Roberto Azzoni[§]

RESUMO

Apresentam-se resultados de pesquisa sobre o número de citações recebidas pelas revistas técnicas de economia do Brasil classificadas com níveis A e B pela Capes. Analisa-se com maior interesse o período 1997-2001, mas são também fornecidas informações para o período 1970-2001. São considerados o número total de citações recebidas e o número de citações por artigo publicado. Com os resultados obtém-se um indicador do grau de repercussão das revistas na comunidade acadêmica de economistas brasileiros.

Palavras-chave: impacto das revistas, publicações em economia, análise de citações.

ABSTRACT

The paper deals with the number of citations received by articles published in the leading Brazilian journals in Economics (levels A and B, according to Capes' classification). The main focus of interest is the period 1997-2001, but information is also given for the period 1970-2001. The results provide a good indicator of the influence of the Brazilian journals among academic economists in Brazil.

Key words: journal impact, economics publications, citation analysis.

JEL classification: A140.

* O presente trabalho contou com apoio da Fipe - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas. Agradeço o precioso trabalho de José Paulo Guedes Pinto e Bruno de Almeida Laranjeira, alunos de graduação em Economia da FEA-USP e estagiários da Fipe, no levantamento e preparação das tabelas e gráficos.

§ Professor Titular de Economia da FEA/USP.

Introdução

O objetivo desta nota é apresentar um indicador da repercussão das principais revistas técnicas de Economia do Brasil, baseado nas citações recebidas pelos artigos nelas publicados. Essa informação é relevante para os autores no momento da escolha de uma revista para publicar o trabalho recém-terminado. Claramente, quanto maior a repercussão da revista, tanto melhor para a divulgação do trabalho, guardadas as devidas ressalvas quanto à pontualidade e rapidez no processo de análise e decisão. Esperamos que esta nota possa auxiliar os colegas, orientando-os na escolha do veículo onde divulgar os seus trabalhos.

Aspectos metodológicos

O enfoque desta pesquisa é considerar o número de citações recebidas por artigos publicados em uma revista como um indicador da sua importância entre os pesquisadores da área. Embora seja um indicador parcial, não resta dúvida de que o número de citações recebidas deve guardar correlação com o número de pessoas que consulta a revista. Por outro lado, indica também a qualidade dos artigos publicados, no sentido de que passam a influenciar pesquisas futuras de outros autores. Para uma discussão mais aprofundada do uso de citações como indicador de repercussão de revistas, consultar Ratnatunga e Romano (1997), Durden e Ellis (1993), Laband (1990), Moed, Van Leeuwen e Reedijk (1998), Nederhoj e Van Vijk (1999), Stegmann (1999), Nisonger (1999), Macroberts e Macroberts (1987); para visões críticas, ver Lerderberg (1972), Gans e Shepherd (1994), Kostoff (1998), Phelan (1999) e Osareh (1996); para estudos sobre a área de economia no Brasil, ver Gonçalves e David (1982), Frick (1985 e 1991), Puerari (1989), Azzoni (1998 e 2000) e Faria (2000).

São consideradas neste trabalho apenas as revistas classificadas pela CAPES como de nível A e B, num total de 14 (ver na Tabela 1 a relação das revistas pesquisadas). A análise principal é feita para o período 1997-2001, que foi escolhido para levar em conta toda a existência da revista *Economia Aplicada*, possibilitando, assim, a comparação desta com as demais revistas de economia brasileiras. Além disso, como em trabalho anterior (Azzoni, 2000) analisamos o período 1970-1998, este texto de certa forma atualiza as informações oferecidas naquele trabalho. As edições das revistas foram consultadas, levantando-se o número de citações recebidas em cada artigo pelas 14 revistas consideradas. Algumas delas sofreram interrupção ou atraso, razão pela qual tomamos apenas os números disponíveis. Os indicadores produzidos referem-se apenas aos números consultados na pesquisa.

Volume da publicação

A Tabela 1, a seguir, resume os grandes números encontrados. Como se pode ver, o período analisado chega a quase 5 anos, uma vez que uma grande parcela das revistas apresentou números até pelo menos o primeiro semestre de 2001. No total, foram considerados 175 números de revistas, perfazendo um montante de 1.170 artigos, e caracterizando uma amostra considerável da produção acadêmica brasileira.

Tabela 1
Total de Números e Artigos Consultados

Números Consultados	Números Publicados	Artigos Publicados	Média de Artigos Por Número	Último Número Consultado
ECONOMIA POLÍTICA	19	173	9,1	No. 3 de 2001
ECONOMIA APLICADA	20	127	6,4	No. 3 de 2001
BRASILEIRA DE ECON	20	119	6,0	No. 3 de 2001
ESTUDOS ECONÔMICOS	19	114	6,0	No. 3 de 2001
ENSAIOS FEE	9	105	11,7	No. 1 de 2001
ECON E SOC RURAL	19	95	5,0	No. 2 de 2001
ECON DO NORDESTE*	12	70	5,8	No. 2 de 2000
ANÁLISE ECONÔMICA	9	69	7,7	No. 1 de 2001
PESQ E PLANEJ ECON	10	57	5,7	No. 1 de 2000
ECON CONTEMPORÂNEA	9	56	6,2	No. 1 de 2001
ECONOMIA E SOCIEDADE	8	55	6,9	No. 2 de 2000
NOVA ECONOMIA	8	53	6,6	No. 2 de 2000
PLANEJ E POL PUBLIC	7	50	7,1	No. 2 de 2000
REV DE ECONOMETRIA	6	27	4,5	No. 2 de 1999
Soma	175	1170	6,7	

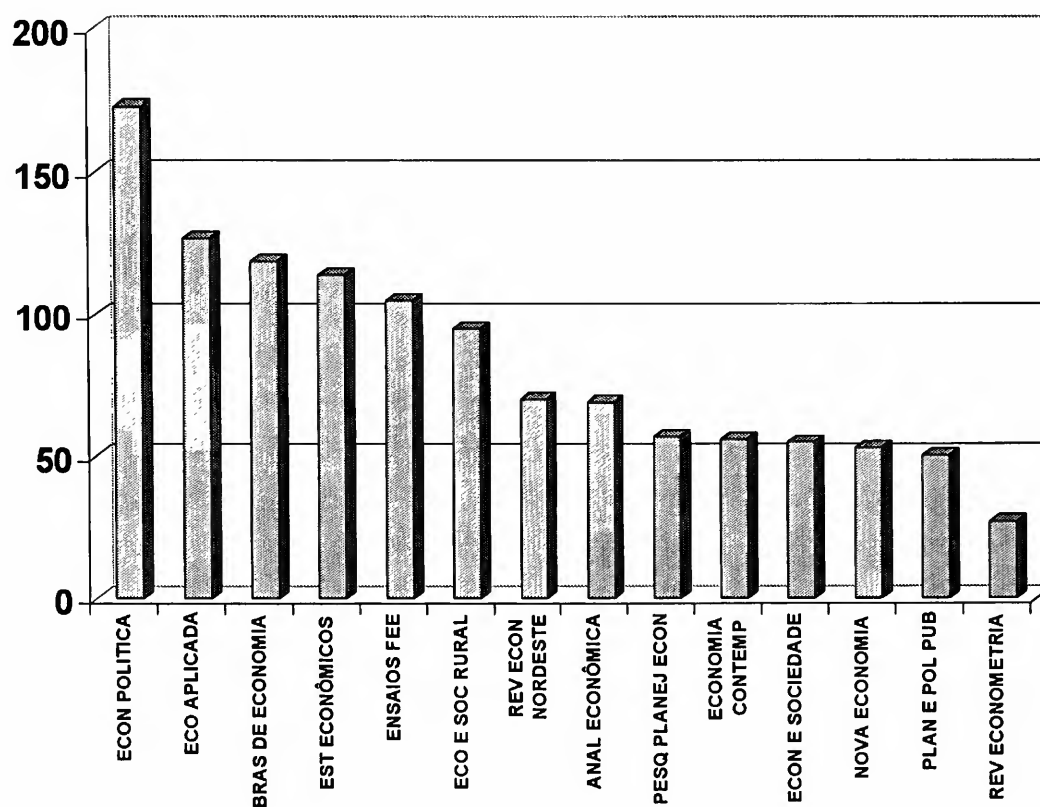
* A REN foi a revista com menor disponibilidade para consulta (bibliotecas FEA/USP e FGV/SP).

Não foram consultados: N° 3 de 97; N° 2 de 98; N°s 3 e 4 de 2000 e todos os de 2001.

Em termos de publicação de artigos, como a Tabela 1 e o Gráfico 1 revelam, o veículo que mais se destaca é a *Revista de Economia Política*, que publicou nada menos do que 173 trabalhos. Em seguida, vem *Economia Aplicada*, com 127, seguida de perto pela *Revista Brasileira de Economia* e por *Estudos Econômicos*. Em média, cada número de revista publica 6,7 artigos, sendo que *Ensaaios FEE*, com periodicidade semestral, publica, em média 11,7 artigos

por número; em segundo lugar vem a *Revista de Economia Política*, trimestral, com 9,1 artigos por número; as demais situam-se na faixa de 6 artigos por número.

Gráfico 1
Número de Artigos Publicados por Revista, 1997-2001



Citações recebidas

Na Tabela 2 e no Gráfico 2 apresentam-se as citações recebidas pelos artigos publicados nas 14 revistas, para cada ano de publicação. Como se pode ver, a *Revista de Economia Política* lidera também este *ranking*, com 48 citações recebidas; em segundo lugar aparece *Economia Aplicada*, com 42 citações. Mais abaixo, com 33 citações, vem a *Revista Brasileira de Economia*, e com 31 citações, *Estudos Econômicos*. As demais receberam um máximo de 21 citações cada.

Conforme os dados anteriores revelam, a *Revista de Economia Política* apresentou a maior produção de artigos e o maior número de citações. Dado o primeiro fator, o segundo pode ser uma simples consequência. Para levar em conta esse efeito de escala, na última coluna da Tabela 2 e no Gráfico 3 apresentam-se as médias de citações recebidas por artigo publicado nas revistas. Em primeiro lugar, cabe mencionar que a média de citações é de apenas 0,21 citações por artigo publicado, um número bem baixo. Claro está que os artigos

publicados nos primeiros anos do período receberam mais citações dos que os mais recentes, como seria de se esperar. Não obstante, mesmo aqueles apresentam pequeno número de citações, fato que já havia sido apontado em nosso trabalho anterior. (Azzoni, 2000)

Tabela 2
Citações Recebidas, 1997-2001

	Citações recebidas em artigos publicados em					Número de artigos publicados	Número médio de citações por artigo publicado	
	97	98	99	2000	2001			TOTAL
ECON E SOCIEDADE	12	8		1		21	55	0,382
ECONOMIA APLICADA	14	21	4	3		42	127	0,331
PESQ PLANEJ ECON	7	5	5			17	57	0,298
ECONOMIA POLÍTICA	29	8	6	4	1	48	173	0,277
BRASILEIRA DE ECON	18	8	6		1	33	119	0,277
ESTUDOS ECONÔMICOS	20	3	7	1		31	114	0,272
ECON DO NORDESTE	7	8	1	1		17	70	0,243
REV ECONOMETRIA	2	1	2			5	27	0,185
ECON CONTEMPORÂNEA	6	1	1	1		9	56	0,161
ECO E SOC RURAL	6	6	1			13	95	0,137
ANÁLISE ECONÔMICA	4	2	2			8	69	0,116
NOVA ECONOMIA	3	1		1		5	53	0,094
ENSAIOS FEE	3	3	2	1		9	105	0,086
PLANEJ POL PUBLIC	2	1	1			4	50	0,080
Média	133	76	38	13	2	262	1170	0,210

Gráfico 2
Número de Citações Recebidas em Artigos Publicados Entre 1997 e 2001

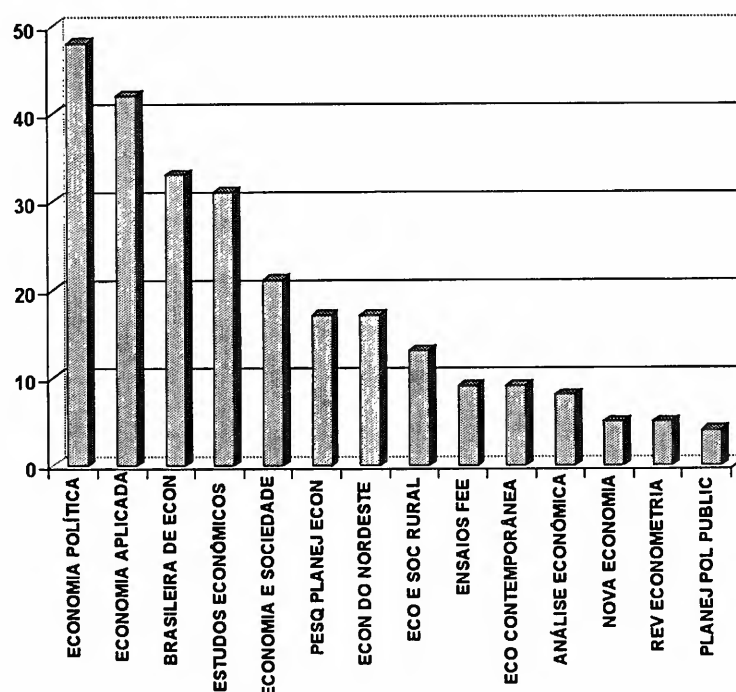
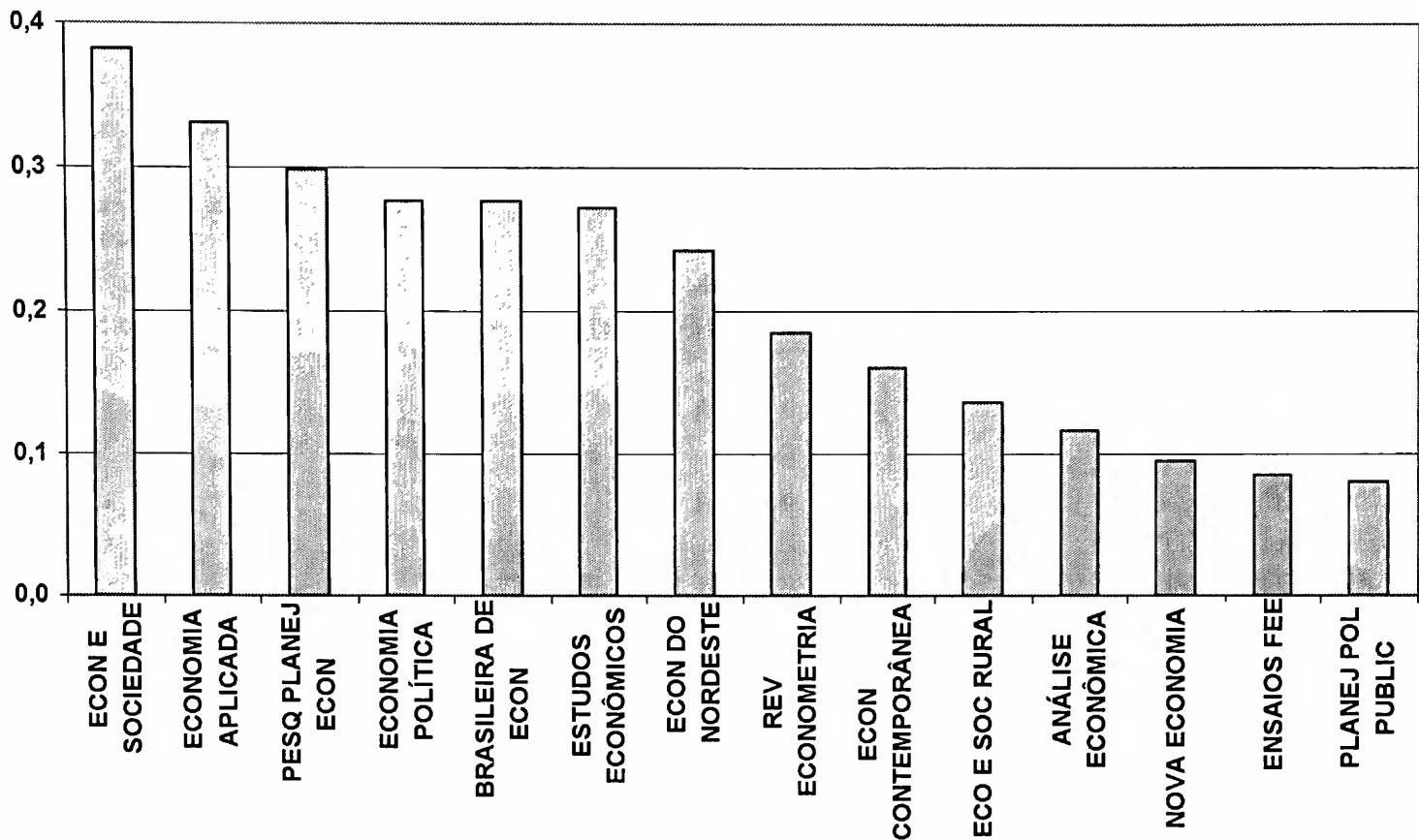


Gráfico 3
Média de Citações por Artigo Publicado, 1997-2001



Considerando-se esse fator, o *ranking* das revistas se altera, tendo em vista que os 55 artigos publicados por *Economia e Sociedade* receberam 21 citações, o que equivale a uma média de 0,382 citações por artigo, a mais alta entre todas as revistas. Em segundo lugar vem *Economia Aplicada*, com uma razão de 0,331, seguindo-se *Pesquisa e Planejamento Econômico*, com 0,298, e o trio *Revista de Economia Política*, *Revista Brasileira de Economia* e *Estudos Econômicos*, com 0,27 citações por artigo. Próxima dessas aparece a *Revista Econômica do Nordeste*, com 0,243, vindo as demais abaixo desse patamar.

Citações recebidas ao longo do tempo: 1970-2001

No trabalho anterior já citado, avaliamos o total de citações nos cinco anos seguintes à publicação dos artigos, tendo em vista que a disseminação e formação da reputação dos textos publicados leva um certo tempo. Isso não foi considerado neste caso, já que o objetivo é avaliar comparativamente a repercussão das revistas nos anos recentes. Todavia, há que considerar esse fato na análise dos resultados. Pode ser, por exemplo, que determinados artigos publicados em revistas que receberam poucas citações no período analisado possam alcançar proeminência nos anos vindouros, alterando, assim, o *ranking* apresentado.

Não obstante essas limitações, os resultados servem para o uso a que se destinam. Nessa linha, a Tabela 3 e o Gráfico 4 apresentam a importância relativa das revistas entre 1970 e 2001, aproveitando resultados do estudo anterior. No Gráfico 4 aparecem as participações relativas de cada revista no total de citações recebidas no período (total de citações em todas as 14 revistas = 100). Nota-se que *Pesquisa e Planejamento Econômico* ponteu nas décadas de 70 e 80, mas decaiu sensivelmente na virada do século, quando passa para 12º lugar. A mesma tendência de baixa, porém muito menos pronunciada, aparece no caso da *Revista Brasileira de Economia*, que do 2º lugar isoladamente nos anos 70, e de um 2º lugar dividido com *Estudos Econômicos* e *Revista de Economia Política* nos anos 80 e 90, apresenta-se nos anos recentes em 4º lugar. Outra revista tradicional, *Estudos Econômicos*, mantém basicamente sua posição nos três períodos, com pequena melhoria nos anos 80 e 90 e pequena regressão na virada do século, quando posicionou-se em quarto lugar.

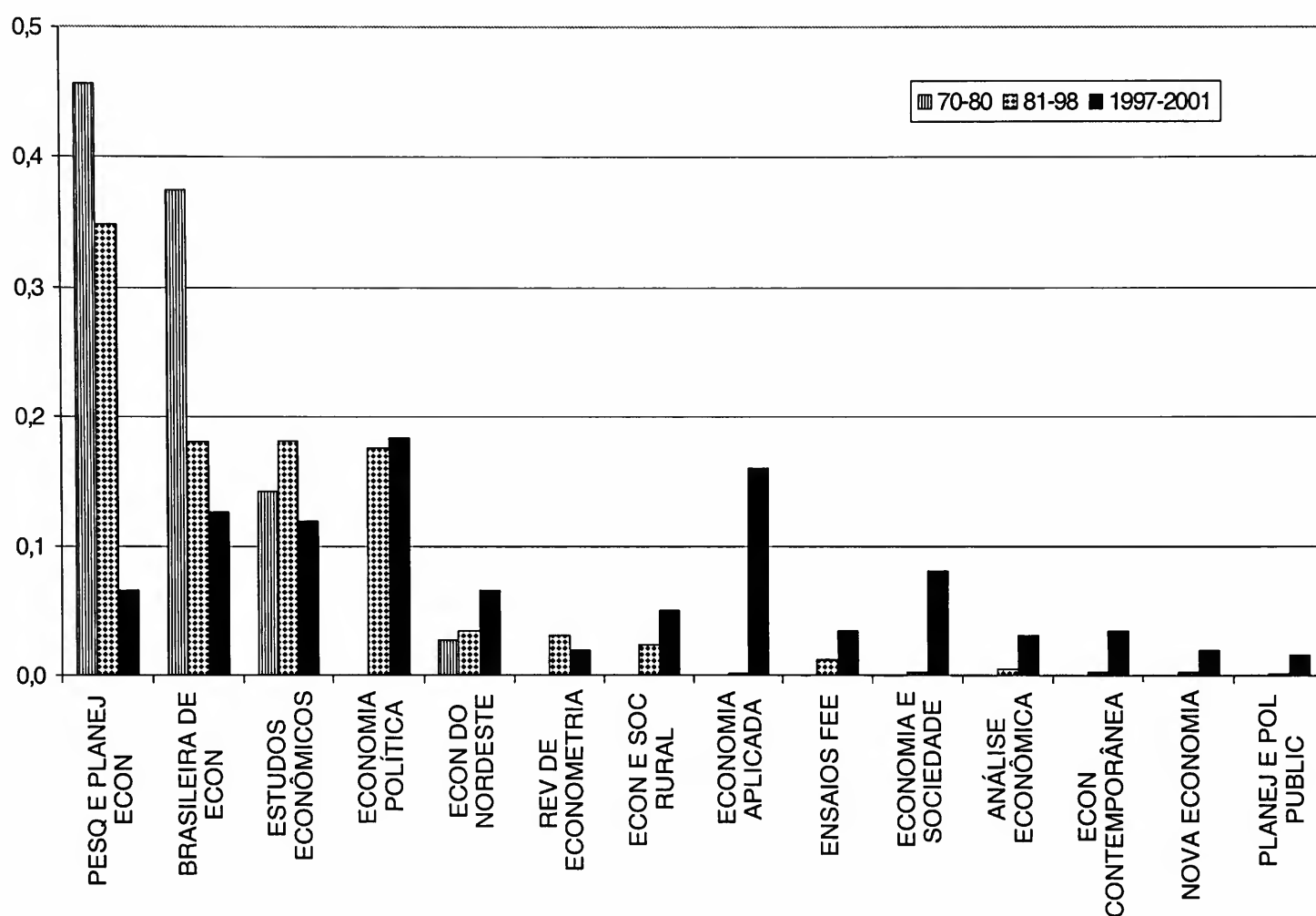
Tabela 3
Número de Citações Recebidas, 1970-2001

	Números Absolutos				Em % do Total das 14 revistas			
	70-80	81-98	1997-2001	Total	70-80	81-98	1997-2001	Total
PESQ E PLANEJ ECON	320	1021	17	1358	45,6%	34,9%	6,5%	34,9
BRASILEIRA DE ECON	263	528	33	824	37,5%	18,0%	12,6%	21,2
ESTUDOS ECONÔMICOS	100	530	31	661	14,2%	18,1%	11,8%	17,0
ECONOMIA POLÍTICA	0	512	48	560	0,0%	17,5%	18,3%	14,4
ECON DO NORDESTE	19	102	17	138	2,7%	3,5%	6,5%	3,5
REV DE ECONOMETRIA	0	89	5	94	0,0%	3,0%	1,9%	2,4
ECON E SOC RURAL	0	71	13	84	0,0%	2,4%	5,0%	2,2
ECONOMIA APLICADA	0	3	42	45	0,0%	0,1%	16,0%	1,2
ENSAIOS FEE	0	35	9	44	0,0%	1,2%	3,4%	1,1
ECONOMIA E SOCIEDADE	0	8	21	29	0,0%	0,3%	8,0%	0,7
ANÁLISE ECONÔMICA	0	13	8	21	0,0%	0,4%	3,1%	0,5
ECON CONTEMPORÂNEA	0	6	9	15	0,0%	0,2%	3,4%	0,4
NOVA ECONOMIA	0	6	5	11	0,0%	0,2%	1,9%	0,3
PLANEJ E POL PUBLIC	0	3	4	7	0,0%	0,1%	1,5%	0,2
Totais	702	2927	262	3891	100,0%	100,0%	100,0%	100,0'

O grande crescimento certamente pertence à *Revista de Economia Política*, que já nos anos 80 e 90 aparece quase empatada em segundo lugar com *Revista Brasileira de Economia* e *Estudos Econômicos*, melhora essa situação nos anos finais analisados, posicionando-se em primeiro lugar pelo quesito importância relativa. Merece destaque o prestígio obtido por *Economia Aplicada*: nascida em 1987, aparece em segundo lugar, com

16% das citações, muito próximo da líder, *Revista de Economia Política*, que tem 18% delas. Esse destaque mantém-se quando se consideram apenas as citações recebidas em artigos publicados em outras revistas. Também deve ser mencionado o crescimento de *Economia e Sociedade*, que aparece em 5º lugar, com 8% das citações.

Gráfico 4
Citações Recebidas ao Longo do Tempo (em % do total das Revistas A e B)



Considerações finais

Esta nota apresentou um levantamento de indicadores de repercussão das revistas técnicas de economia brasileiras ao longo das três últimas décadas, com foco preferencial nos cinco anos que envolvem a virada do século. Evidenciou-se que a *Revista de Economia Política* destaca-se pelo número de citações recebidas, sendo seguida mais recentemente por *Economia Aplicada*. Por outro lado, *Pesquisa e Planejamento Econômico* e *Revista de Econometria* apresentaram perfil baixo nos anos recentes, talvez mesmo por conta de dificuldades na manutenção da pontualidade na publicação.

As tradicionais *Revista Brasileira de Economia e Estudos Econômicos* mantêm o seu perfil de revistas de primeira linha, agora tendo que lidar com alguns novos concorrentes. Bom para nós acadêmicos, que agora contamos com mais vitrines onde expor nossos trabalhos.

Referências

- Azzoni, C. R. Clássicos da literatura econômica brasileira: trabalhos e autores mais citados nas nossas revistas acadêmicas. *Economia Aplicada*, v. 2, n. 4, p. 771-780, out./dez. 1988.
- _____ Desempenho das revistas e dos departamentos de economia brasileiros segundo publicações e citações recebidas no Brasil. *Economia Aplicada*, v. 4, n. 4, p. 787-822, out/dez 2000.
- Durden, G. C., Ellis, L. V. A method for identifying the most influential articles in an academic discipline. *Atlantic Economic Journal*, v. 21, n. 4, December, 1993.
- Frick, S. T. F. *Comunicação científica na área de economia: um estudo de caso*. 1985 Dissertação (Mestrado) ECA/USP, São Paulo.
- _____ *Produção científica dos principais centros de ensino e pesquisa em economia no Brasil*. 1991. Tese (Doutoramento), ECA/USP, São Paulo.
- Faria, J. R. The research output of academic economists in Brazil. *Economia Aplicada*, v. 4, n. 1, p. 95-111, jan./mar. 2000.
- Gans, J. S.; Shepherd, G. B. How are the mighty fallen – rejected classic articles by leading economists. *Journal of Economic Perspectives*, v. 8, n. 1, Winter 1994.
- Gonçalves, R., David, M. D. A produção acadêmica nas principais revistas de economia: balanço de uma década. *Literatura Econômica*, v. 4, n. 3, p. 283-380, 1982.
- Kostoff, R. N. The use and misuse of citation analysis in research evaluation - comments on theories of citation. *Scientometrics*, v. 43, n. 1, September 1998.
- Laband, D. N. Measuring the relative impact of Economics book publishers and Economics journals. *Journal of Economic Literature*, v. 28, n. 2, June 1990.
- Lederberg, J. Reply to H. V. Wyant. *Nature*, v. 239, 5369, September 1972.
- Macroberts, M. H., Macroberts, B. R. Testing the Ortega hypothesis: facts and artifacts. *Scientometrics*, v. 12, n. 5-6, 1987

- Moed, H. F., Van Leeuwen, T. N., Reedijk, J. A new classification system to describe the ageing of scientific journals and their impact factors. *Journal of Documentation*, v. 54, n. 4, September 1998.
- Nederhof, A. J.; Can Vijk, E. Profiling institutes: identifying high research performance and social relevance in the social and behavioral sciences. *Scientometrics*, v. 44, n. 3, March-April 1999.
- Nisonger, T. E. JASIS and library and information science journal rankings: a review and analysis of the last half-century. *Journal of the American Society for Information Science - JASIS*, v. 50, n. 11, September 1999.
- Osareh, F. Bibliometrics, citation analysis and co-citation analysis: a review of the literature. *Libri*, v. 46, n. 3, September 1996.
- Phelan, T. J. A compendium of issues for citation analysis. *Scientometrics*, v. 45, n. 1, May 1999.
- Puerari, D. B. M. *O periódico científico como veículo de comunicação do conhecimento e entre os pares: o caso da ciência econômica brasileira*. 1989. Dissertação (Mestrado), UFRJ, Escola de Comunicação, Rio de Janeiro.
- Ratnatunga, J., Romano, C. A 'citation classics' analysis of articles in contemporary small enterprise research. *Journal of Business Venturing*, v. 12, n. 3, May 1997
- Stegmann, J. Building a list of journals with constructed impact factors. *Journal of Documentation*, v. 55, n. 3, June 1999.

Relação de Pareceristas do Ano – 2001

Afonso Henriques Borges Ferreira	Marcelo Kfoury Muinhos
Ájax Reynaldo Bello Moreira	Marcia Saraiva Leon
Alexandre Rands Barros	Márcio Nakane
Ana Lúcia Kassouf	Marcos de Barros Lisboa
Carlos Eduardo F. Young	Marcos C. Holanda
Carlos Eduardo Soares Gonçalves	Marcos Eugênio da Silva
Cicely Moutinho do Amaral	Marcos Gomes Pinto Garcia
Denisard Cnéio de Oliveira Alves	Maria Carolina da Silva Leme
Denise Cavallini Cyrillo	Maria Cristina T. Terra
Eduardo Amaral Haddad	Maria Dolores Montoya Diaz
Eduardo Luiz Machado	Maria Sylvia Saes
Eleutério Fernando da Silva Prado	Mário Luiz Possas
Fabiana Fontes Rocha	Mauro Borges Lemos
Fábio Giambiagi	Mônica Viegas Andrade
Fernando A. Blanco Cossío	Naércio Aquino Menezes-Filho
Fernando A. Veloso	Otaviano Canuto
Fernando José Cardim de Carvalho	Pablo Fajnzylber Reyes
Francisco Cribari Neto	Paulo Brígido Rocha Macedo
Gervásio Castro de Rezende	Paulo César Coutinho
Gyorgy Varga	Paulo Furquim de Azevedo
Helder Ferreira de Mendonça	Paulo Picchetti
Jennifer Hermann	Pedro Cavalcanti C. Ferreira
João Mauriti Sabóia	Pedro Luiz Nascimento Silva
João Sicsú	Pedro Luiz Valls Pereira
João Victor Issler	Raul Cristovão dos Santos
Joaquim Bento de S. Ferreira Filho	Raul da Motta Silveira Neto
Joel Bogdanski	Regina Maria Vasconcelos Costa
Jorge Saba Arbach Filho	Ricardo Suganuma
Jorge Eduardo de Castro Soromenho	Robson Ribeiro Gonçalves
José Fernando C. Carvalho	Rodrigo De Losso da Silva Bueno
José Roberto Securato	Rogério Pereira de Andrade
José W. Rossi	Ronald Otto Hillbrecht
Juan Hersztajn Moldau	Ronaldo Serôa da Motta
Luiz Augusto de Queiros Ablas	Rosane Bezerra de Silveira
Luciana Mendes Santos Servo	Sérgio Kannebley Júnior
Luiz Renato Lima	Siegfried Bender
Marcelo A. Arbex	Sigismundo Bialoskorski Neto
Marcelo Cortes Néri	Vera Martins da Silva
Marcelo Cunha Medeiros	Zeina Abdel Latif
Marcelo Fernandes	

Orientação para Apresentação de Artigos

A revista ECONOMIA APLICADA é publicada trimestralmente nos meses de março, junho, setembro e dezembro. A revista considera de interesse textos inéditos cuja análise envolva originalidade e reflexão. Os artigos enviados para a revista ECONOMIA APLICADA serão submetidos ao seu corpo de pareceristas por meio do sistema *double blind review*, ou seja, durante o processo de avaliação não é(são) revelado(s) o(s) nome(s) do(s) autor(es) aos *referees*, nem os nomes destes ao(s) autor(es). O corpo de pareceristas é constituído por professores e pesquisadores da FEA-USP e de outras instituições, brasileiras e estrangeiras.

A revista, além de artigos, terá seções reservadas a *surveys*, comunicações, resenhas e à divulgação de pesquisas, dissertações, teses, palestras e resultados de encontros que sejam relevantes para uma melhor compreensão da economia. A revista terá, ademais, uma seção denominada *Como Eu Pesquiso*, em que serão apresentados depoimentos de professores e pesquisadores sobre suas atividades de pesquisa. Serão aceitos para publicação artigos em português, inglês, espanhol e francês.

Os artigos deverão obedecer ao seguinte padrão:

Extensão máxima de 25 páginas (página de 33 linhas e linha de 70 toques);

Apresentação de um resumo de, no máximo, 150 palavras e de 3 a 5 palavras-chave, ambos em inglês e português, JEL Classification em dois dígitos;

Notas colocadas no rodapé de cada página;

Simple referência de autoria colocada entre parênteses no próprio texto;

Especificação do(s) nome(s) completo(s) do autor(es) e de sua qualificação(ões) acadêmica(s) e profissional(is);

Referências da bibliografia efetivamente citada ao longo do artigo listadas no final do texto, de acordo com a norma NBR-6023 da ABNT;

As comunicações deverão ter, no máximo, 10 páginas, e as resenhas de livros não deverão exceder 3 páginas.

O autor deverá fornecer uma cópia impressa e uma cópia em disquete do texto em WORD 6.0 e das tabelas e dos gráficos em EXCEL.

Os arquivos de gráficos, tabelas e mapas deverão ser entregues nos formatos originais e separados do texto.

O autor receberá gratuitamente 5 exemplares do número da revista em que for publicado o seu trabalho, além de 10 separatas.



BRAZILIAN JOURNAL OF APPLIED ECONOMICS

The Brazilian Journal of Applied Economics is a quarterly publication of the Department of Economics and of Fipe - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas (Economic Research Institute Foundation) of the School of Economics, Business Administration and Accounting of the University of São Paulo, Brazil.

This journal is indexed by *Journal of Economic Literature*, electronic on line and CD-ROM.

EDITOR:

Carlos Roberto Azzoni (cazzoni@usp.br)

EDITORIAL BOARD:

Affonso Celso Pastore (USP), Antônio Barros de Castro (UFRJ),
Cássio F. Camargo Rolim (UFPR), Cláudio Monteiro Considera (UFF),
Clélio Campolina Diniz (CEDEPLAR), Denisard C. de Oliveira Alves (USP),
Eleutério F. S. Prado (USP), Fernando de Holanda Barbosa (FGV-UFF),
Geoffrey J. D. Hewings (University of Illinois), Geraldo Sant'ana de Camargo Barros (ESALQ/USP),
Gustavo Maia Gomes (IPEA), José Marcelino da Costa (NAEA/PA),
José A. Scheinkman (Princeton University), Juan Hersztajn Moldau (USP), Marcelo Portugal (UFRGS),
Maria José Willumsen (Flórida International University), Márcio Gomes Pinto Garcia (PUC/RJ),
Mário Luiz Possas (UFRJ), Paulo César Coutinho (UnB), Paulo Nogueira Batista Júnior (FGV/SP),
Pierre Perron (Boston University), Pedro Cezar Dutra Fonseca (UFRGS), Ricardo R. Araújo Lima (UnB),
Robert E. Evenson (Yale University), Roberto Smith (UFCE), Rodolfo Hoffmann (ESALQ/USP),
Rogério Studart (UFRJ), Russell E. Smith (Washburn University), Sérgio Werlang (FGV/RJ),
Tomás Málaga (FGV/SP), Victor Bulmer-Thomas (University of London),
Werner Baer (University of Illinois), Wilson Suzigan (Unicamp).

Secretary: Rute Neves

Sales and Delivery: Maria de Jesus Antunes Soares

Editing: Eny Elza Ceotto (Portuguese)

Editorial Design: Sandra Vilas Boas

Mailing Address:

Revista de Economia Aplicada
Depto. de Economia FEA/USP • FIPE - Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas
Av. Prof. Luciano Gualberto, 908 • FEA II - Depart. de Publicações Fipe • Cidade Universitária • São Paulo • SP • CEP 05508-900
Phone: (55-11) 3818-5867 e 3818-6072 • Fax (55-11) 3818-6073 • E-mail: revecap@usp.br • www.fipe.com/revecap

Subscriptions for Delivery Outside Brazil:

Individuals - US\$ 80,00 Institutions US\$ 100,00 (air mail included)

Annual subscription: 4 numbers

Individual issues can also be purchased at the above address.

Contents

PAPERS

- Artificial Neural Networks and Sensitivity Analysis: An Application to the Brazilian Demand for Imports** 645
Alexandre Bandeira Monteiro e Silva, Marcelo Savino Portugal, Adelmo Luis Cechin
- Industrial Agglomerations in The State of São Paulo** 695
Wilson Suzigan, João Furtado, Renato Garcia, Sérgio E. K. Sampaio
- An Application of Computer Simulation to IO: Modelling Revenue Managing Strategie in the Airline Industry** 719
Alessandro Vinícius Marques de Oliveira, Carlos Müller, José Maria Ferreira Jardim da Silveira
- The Use of Socio-Economic Indicators for The Financial Evaluation of Agricultural Cooperatives** 755
Alexandre Hattner Menegário, Paulo Fernando Cidade de Araújo
- The Social Cost of Electrical Energy: An Analysis Based on the São Francisco River Basin** 789
José Carrera-Fernandez
- Critical Decisions at Critical Ages: The Choice Between Study and Work for Youngsters in Brazil and Other Latin American Countries** 819
Carlos Henrique Corseuil, Daniel D. Santos, Miguel N. Foguel
- The First Census of the Homeless in São Paulo City: Methodological Procedures and Results** 861
Silvia Maria Schor, Rinaldo Artes
-

RESEARCH

- Where to Publish in Brazil? Influence of the Leading Brazilian Economic Journals at the Turn of the Century** 885
Carlos Roberto Azzoni

PAPERS

Artificial Neural Networks and Sensitivity Analysis: An Application to the Brazilian Demand for Imports

Alexandre Bandeira Monteiro e Silva, Marcelo Savino Portugal, Adelmo Luis Cechin

Industrial Agglomerations in The State of São Paulo

Wilson Suzigan, João Furtado, Renato Garcia, Sérgio E. K. Sampaio

An Application of Computer Simulation to IO: Modelling Revenue Managing Strategie in the Airline Industry

Alessandro Vinícius Marques de Oliveira, Carlos Müller, José Maria Ferreira Jardim da Silveira

The Use of Socio-Economic Indicators for the Financial Evaluation of Agricultural Cooperatives

Alexandre Hattner Menegário e Paulo Fernando Cidade de Araújo

The Social Cost of Electrical Energy: An Analysis Based on the São Francisco River Basin

José Carrera-Fernandez

Critical Decisions at Critical Ages: The Choice Between Study and Work for Youngsters in Brazil and Other Latin American Countries

Carlos Henrique Corseuil, Daniel D. Santos, Miguel N. Foguel

The First Census of the Homeless in São Paulo City: Methodological Procedures and Results

Silvia Maria Schor, Rinaldo Artes

RESEARCH

Where to Publish in Brazil? Influence of the Leading Brazilian Economic Journals at the Turn of the Century

Carlos Roberto Azzoni