

Análise de *clusters* e aplicação do modelo gravitacional aos fluxos de comércio do Estado de Goiás*

Eduiges Romanatto**

Mestre em Desenvolvimento Econômico pela UFPR

Resumo

As análises estatísticas e a formulação de modelos matemáticos são ferramentas importantes para a pesquisa em qualquer área do conhecimento. Este trabalho busca contribuir para diminuir a lacuna existente nos estudos quantitativos aplicados ao fluxo de comércio interestadual, analisando alguns fatores que favorecem ou prejudicam tais fluxos para o caso do Estado de Goiás. Aplicou-se o modelo gravitacional e a análise de "cluster" para tanto. Os resultados permitem inferir que as relações de comércio, para o caso goiano, refletem o previsto por estudos clássicos com modelos gravitacionais, ou seja, que o fluxo de comércio de Goiás depende diretamente do PIB dos outros estados e inversamente das suas distâncias. A análise de "cluster" confirma essa situação.

Palavras-chaves: modelo gravitacional; análise de *clusters*; comércio interestadual.

Abstract

The analysis and formulation of mathematical models are important tools for research in any field of knowledge. This paper seeks to contribute to reducing the gap in quantitative studies applied to the flow of interstate commerce, considering some factors that promote or hinder such flows for the case of the State of Goiás. Was applied the gravity model and cluster analysis to both. The results infer that the trade relations for the case of Goiás, reflect predicted by studies with classical gravity models, namely that the flow of trade of Goiás depends directly in GDP other states and inverse of their distances. The cluster analysis confirms this situation.

Key words: gravitational model; cluster analysis; interstate commerce.

* Revisora de Língua Portuguesa: Maria Inácia Flor Reinaldo.
Artigo recebido em 20 jan. 2011.

** E-mail: tgromanatto@yahoo.com.br

1 Introdução

O Estado de Goiás tem apresentado ganhos de participação na riqueza gerada no País nos últimos anos, com elevação substancial do seu Produto Interno Bruto (PIB). Parte deve-se à indústria, cujo desenvolvimento se deu por meio da integração entre a agropecuária moderna e o avanço da agroindústria, bem como pela emergência de novas atividades industriais atraídas pelas políticas de incentivos fiscais, praticadas por Goiás a partir de meados da década de 80 (Arriel, 2010). Com isso, a participação do PIB goiano no Brasil, que era de 2,05% em 1995, passou a 2,48% em 2008. Em termos de taxa de crescimento, Goiás cresceu 69,9% em termos reais, entre 1995 e 2008, enquanto o Brasil cresceu 46,98% nessa comparação (GO, 2010).

Conforme Paschoal (2009), o primeiro programa de incentivo fiscal em Goiás foi o Fundo de Fomento à Industrialização do Estado de Goiás (Fomentar), instituído pela Lei nº 9.489, em 1984, sendo, no ano 2000, substituído pelo Programa de Desenvolvimento Industrial de Goiás (Produzir), que preconizava, de forma direta, a geração de empregos por meio da Lei nº 13.591.

Concomitantemente aos incentivos fiscais, havia também planos de desenvolvimento regional implantados em Goiás, como, conforme Pires e Ramos (2009), o Programa de Desenvolvimento dos Cerrados (Polocentro), de 1975; o Programa de Desenvolvimento da Região Geoeconômica de Brasília, de 1979; e o Programa de Cooperação Nipo-Brasileira de Desenvolvimento dos Cerrados (Prodecir), de 1985. Além desses programas, foi instituído, em 1989, o Fundo Constitucional de Financiamento do Centro-Oeste (FCO).

Esses planos de desenvolvimento e de incentivos fiscais buscavam atrair atividades industriais, principalmente alimentícias, procurando gerar oportunidades no Estado de Goiás, já que a agropecuária moderna e concentrada na produção de grãos e na pecuária de corte contava com altos níveis de produtividade.

Assim, com a ajuda de alguns programas de desenvolvimento e de outros de incentivos fiscais, ocorreu crescimento da participação da economia goiana no cenário nacional. Hoje, de acordo com Oliveira *et. al.* (2010), Goiás mostra-se bastante integrado à economia nacional, sobretudo àqueles estados da região centro-sul, onde se tem uma relação de fluxo de comércio ao redor de 40% tanto para

compras quanto para vendas. Junto com o crescimento da economia goiana, ocorreu aumento do fluxo de comércio do Estado com as outras unidades da Federação.

Em assim sendo, e partindo-se da hipótese de que os fluxos de comércio podem contribuir para o crescimento econômico, torna-se importante saber as suas relações com outras regiões ou unidades federativas. São relevantes, por exemplo, informações que expliquem o fluxo de comércio do Estado de Goiás com as demais unidades da Federação. Por conseguinte, o objetivo do trabalho é analisar o comércio interestadual de Goiás com outros estados da Federação através do seu fluxo de comércio, utilizando-se, para isso, da estatística multivariada e da modelagem matemática, mais especificamente do modelo gravitacional.

O conceito de fluxo de comércio é aqui definido como a soma das compras e vendas do Estado de Goiás para com os outros estados, também chamado de comércio por vias internas ou, ainda, conta corrente de comércio.

Os resultados principais estão na direção de estudos clássicos dos modelos gravitacionais de que os fluxos de comércio estão diretamente relacionados com o PIB de seus parceiros comerciais, bem como inversamente com as distâncias entre eles. Para o caso dos fluxos de comércio do Estado de Goiás, outras variáveis mostraram-se não significativas. Além disso, a técnica de análise multivariada através da análise de agrupamentos confirma os resultados do modelo.

Além desta **Introdução**, o trabalho tem mais cinco partes. A segunda aborda o **Referencial Teórico**; a terceira, a **Metodologia**; a quarta comenta os **Dados Utilizados**; a quinta discute os **Resultados**; e a sexta tece as **Considerações Finais**.

2 Referencial teórico

A integração regional brasileira teve seu arrefecimento ao redor dos anos 50, quando investimentos em infraestrutura, principalmente rodoviária, ampliaram os fluxos de comércio. No caso da Região Centro-Oeste, essa intensificação de comércio deu-se com a “Marcha para o Oeste”, no Governo Vargas, com o intuito de promover a ocupação dos vazios demográficos por meio de absorção dos excedentes populacionais que faziam pressão no centro-sul do País, encaminhando-os para áreas que produziam matérias-primas e gêneros

alimentícios (Arbex Jr; Olic, 1996). No Estado de Goiás, o aumento do fluxo de comércio teve como um dos embriões a instalação da primeira colônia agrícola, em 1941, na cidade de Ceres (Krenak et al., 1989).

Hoje, a análise da matriz de atividades econômicas do comércio interestadual de Goiás revela o quão importante é a articulação do Estado com as outras unidades da Federação — e, por consequência, com as regiões brasileiras —, sobretudo com aqueles estados da região centro-sul, de onde vêm 39,8% do total das compras estaduais e para onde se destinam 43,8% das suas vendas (Oliveira et. al., 2010).

Do ponto de vista teórico, conforme Magalhães e Domingues (2007), as informações de fluxo de comércio dão suporte às teorias de desenvolvimento em economia regional, que põe em relevo variável como exportação doméstica entre elementos principais na explicação do crescimento regional. Sob o ponto de vista empírico, os fluxos de comércio permitem estudos que visem à determinação de centros produtores-exportadores, análises de oferta e demanda e análises de interdependência intersetoriais e inter-regionais.

No caso aqui abordado, o interesse está nas relações interestaduais do Estado de Goiás, utilizando-se as suas informações de fluxo de comércio.

O fato de que são poucos os trabalhos que possibilitam uma análise inter-regional do comércio brasileiro e, menos ainda, dos fluxos de comércio de um estado qualquer em relação aos demais motivou a elaboração deste trabalho. Um dos motivos dos poucos estudos é a dificuldade em se obterem informações de fluxo de comércio entre os estados. Assim, este trabalho ajuda a preencher essa lacuna, abordando o caso do Estado de Goiás, utilizando-se do modelo gravitacional e da estatística multivariada.

2.1 O modelo gravitacional

Os modelos gravitacionais começaram a figurar em estudos da área econômica nos anos 60, com aplicações na teoria do comércio internacional. As variáveis utilizadas, normalmente, eram o PIB, o fluxo de comércio bilateral e as distâncias entre os sujeitos da amostra — normalmente países. Estudos clássicos com essas características podem ser citados, como o de Isard (1960) e de Linnemann (1966), dentre outros.

Com Prewo (1974), os modelos ganharam algum suporte econômico¹. Utilizou-se de uma matriz insumo-

-produto desagregada por setores econômicos e ligada por um sistema de equações, que descrevia e quantificava o comércio na UEE.

Com os avanços da fundamentação econômica e de necessidades de entendimento das relações e de se fazerem previsões de comércio, houve novamente uma retomada de suas aplicações nos anos 80, principalmente após a queda de regimes comunistas no Leste Europeu. Nessa década, foi com o trabalho de Helpman e Krugman (1985), com um modelo de equilíbrio geral, que os modelos gravitacionais ganharam fundamentação teórica mais sólida. A partir desse trabalho, muitos outros foram elaborados, utilizando os modelos de equilíbrio geral.

A maioria desses modelos é, em si, semelhante e tem por objetivo o entendimento das relações de comércio — normalmente entre países —, utilizando uma gama reduzida de informações.

O modelo elaborado por Van Bergeijk e Oldersma (1990) usa as variáveis: população do país exportador e do importador, PIB do país exportador e do importador, distância geográfica e exportações do país em estudo com seus parceiros de comércio. Com as mesmas variáveis e uma *dummy* que representa as preferências de comércio; Wang e Winters (1993) também elaboraram trabalhos nessa direção. Baldwin (1993) inovou, incluindo a renda *per capita* em vez da população no seu modelo gravitacional. A justificativa para isso era de que, no caso do país importador, seria a medida de riqueza e, do exportador, o indicativo de variedade de produção. Todos levam em consideração países do Ocidente e do Leste Europeu e, apesar das diferenças, as conclusões dos modelos não diferem significativamente.

Frankel e Wei (1994) utilizam um modelo gravitacional um pouco diferente: incluem a taxa de câmbio como uma das variáveis. Estão interessados em saber se a estabilização das taxas de câmbio proporciona aumento dos fluxos comerciais entre os maiores blocos comerciais do mundo.

Há outros dois trabalhos muito citados nessa abordagem. Um deles é o de Anderson (1979), que utiliza o rendimento *per capita* como exógeno e a população como um indicador do tamanho de um país e determinante da oferta. O modelo supõe que o fluxo de comércio deve crescer com o aumento da renda *per capita* e diminuir com o tamanho do país. O outro é o de Bergstrand (1989), que tornou possível interpretações econômicas com base no comércio internacional.

No Brasil, há várias aplicações desses modelos e em várias situações, como o de Flach (2007) para

¹ A principal crítica era a de que os modelos não tinham uma derivação teórica mais rigorosa na ciência econômica.

analisar os determinantes do investimento direto externo no Brasil; o de Da Mata e Freitas (2007), com o objetivo de conhecer os fatores que afetam as exportações de produtos agropecuários brasileiros, bem como conhecer de forma mais clara os fatores que afetam as exportações de produtos agropecuários brasileiros; o de Coelho, Ferreira e Cavalcanti (2009), analisando fatores que favorecem ou prejudicam os fluxos turísticos internacionais para o Brasil; o de Magalhães e Domingues (2007), analisando os fluxos de comércio entre os estados para entender as relações inter-regionais e intersetoriais, e suas implicações do ponto de vista do desenvolvimento regional; entre outros trabalhos.

2.2 Estatística multivariada — análise de *clusters*

A análise de *clusters* ou agrupamento é uma técnica de estatística multivariada, com a finalidade principal de agrupar objetos de características semelhantes com base em um conjunto de variáveis. Ou, em outras palavras, definir a estrutura dos dados, colocando as observações mais parecidas em grupos (Hair Jr. et al., 2009).

Uma das hipóteses do modelo gravitacional, conforme Silva, Justo e Magalhães (2004), é que a interação espacial entre duas áreas está diretamente relacionada com os atributos do local de origem e de destino (como população e renda, por exemplo) e inversamente relacionada com a distância que separa as mesmas.

Assim, depois de testada a hipótese no modelo gravitacional, a mesma é examinada conforme a técnica de análise de agrupamentos, com vistas a confirmar ou não os resultados no modelo.

3 Metodologia

3.1 O modelo gravitacional

Na seção 2.1, buscou-se sintetizar as principais ideias contidas em trabalhos que deram base teórica à utilização do modelo gravitacional. Na presente seção, apresentam-se alguns dos usos da equação gravitacional, evidenciando as variáveis que explicam o fluxo de comércio e o sinal esperado dos coeficientes. Depois disso, coloca-se a especificação a ser estimada neste trabalho.

Nos trabalhos envolvendo economia internacional, o modelo é especificado, em geral, da seguinte maneira²:

$$\text{Log}X_{ij} = \beta_0 + \beta_1 \text{Log}Y_i + \beta_2 \text{Log}Y_j + \beta_3 \text{Log}N_i + \beta_4 \text{Log}N_j + \beta_5 \text{Log}D_{ij} + \text{Log } e_{ij} \quad (1)$$

Onde:

- X_{ij} = exportações do estado i para o estado ou país j ;
- Y_i, Y_j = renda do estado i e do estado ou país j respectivamente;
- N_i, N_j = população do estado i e do estado ou país j respectivamente;
- D_{ij} = distância entre o estado i e o estado ou país j respectivamente;
- e_{ij} = termo de erro com $E(\log e_{ij}) = 0$.

Para a variável renda, utilizam-se do valor do PIB como *proxy*. Conforme Porto (2000), dentre outros, essa variável capta a oferta potencial de exportação e demanda potencial de importação; no caso em estudo, potencial de vendas e de compras dos estados. Espera-se que, quanto maior o PIB do país exportador (estado vendedor), maior seja a oferta de bens para exportação (vendas). Ou seja, espera-se que o sinal do coeficiente dessa variável seja positivo.

A variável população capta o efeito relacionado ao tamanho do mercado interno de um país (no caso em estudo, estado). Conforme Krugman (1980), mercados internos maiores possibilitam um país especializar-se nos bens com maior demanda doméstica e, com isso, obter ganhos de escala. Isso, por sua vez, pode conduzi-lo a uma oferta maior de tais bens para exportação. Assim, na variável população, espera-se sinal positivo para o coeficiente.

Para a variável distância, supõe-se que, quanto maior ela for entre os estados, ou entre os estados e países parceiros comerciais, menor será o fluxo de comércio entre eles, ou seja, há uma relação inversa. Isso está na direção do colocado por Aitken (1973). Assim, espera-se que o sinal da variável distância seja negativo.

Para trabalhos no âmbito regional, um dos primeiros a utilizar o modelo gravitacional para comércio interestadual foi o de McCallum (1995), envolvendo o comércio entre Canadá e Estados Unidos. No Brasil, Porto e Canuto (2001) fizeram um estudo avaliando o impacto do Mercosul nas regiões do Brasil e em indústrias. Também, Farias e Hidalgo (2009) desenvolveram um trabalho que analisa a

² Ver, por exemplo, Linnemann (1966), Aitken (1973) ou Frankel e Wei (1994).

integração regional da economia brasileira com as demais regiões do País e com o exterior, todos norteados por uma especificação nos moldes da equação (1).

Aqui, a equação a ser estimada, adaptada do modelo colocado na equação (1), fica como segue³:

$$F_{ij} = \alpha \prod_{k=1}^P X_k^{\beta_k} e^{u_{ij}} \quad (2)$$

Em logaritmo neperiano, tem-se:

$$\ln(F_{ij}) = \alpha + \beta_K \ln(X_K) + u_{ij} \quad (3)$$

Onde:

- $\ln(F_{ij})$ é o fluxo de comércio entre Goiás e os demais estados da Federação e utiliza-se como *proxy* a soma das compras e vendas realizadas pelo Estado de Goiás para os outros estados da Federação;
- $\ln(X_k)$ é o vetor de variáveis explicativas e, para o caso da renda, utiliza-se como *proxy* o valor do PIB dos estados;
- o parâmetro constante é o α , e os β_K são os parâmetros a serem estimados;
- por fim, u_{ij} representa os erros aleatórios, independentes, normalmente distribuídos com média zero e variância σ^2 .

3.2 A técnica de estatística multivariada — análise de *clusters*

Nessa técnica, quando itens (unidades ou casos) são agrupados, a proximidade é usualmente indicada por alguma espécie de distância. A utilizada neste trabalho é o quadrado da distância euclidiana, comumente usada na busca de um critério de similaridade. Para os procedimentos de agrupamento, foi utilizado o método das *K-médias*. Conforme Bussab, Miazak e Andrade (1990), esse método de partição fornece indicações precisas para agrupar

objetos. É um critério que privilegia a homogeneidade dentro do grupo e a heterogeneidade entre os grupos. Ele leva em consideração a soma dos quadrados residuais baseada na análise de variância. Assim, quanto menor for esse valor, mais homogêneos são os elementos dentro de cada grupo e melhor será a partição.

4 Dados utilizados

Neste trabalho, o fluxo de comércio é definido como a soma das compras e vendas realizadas pelo Estado de Goiás para os outros estados, também chamado de comércio por vias internas ou, ainda, conta corrente de comércio. Seu universo envolve Goiás e as 26 unidades da Federação, sendo os registros de movimentação comercial nomeados pelo código nacional de atividade econômica (CNAE 2.0). Os dados estatísticos utilizados foram obtidos junto à Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (Sefaz-GO), através do Sistema Integrado de Informações sobre Operações Interestaduais com Mercadorias (Sintegra⁴), cuja declaração é feita pelo contribuinte. Vale ressaltar que esses dados são registros de movimentação de mercadorias e de serviços sujeitos à tributação do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS); portanto, não abrangem parte das atividades ligadas ao serviço e às atividades informais.

As outras informações foram obtidas na Secretaria de Planejamento do Estado de Goiás e no DNER; sempre divulgações de órgãos oficiais e as mais atuais disponíveis e que constam na Tabela 1.

As variáveis foram escolhidas de acordo com aplicações clássicas do modelo gravitacional e/ou trabalhos que procuram identificar determinantes de fluxo de comércio, adaptadas ao caso entre estados.

Num primeiro teste como determinante do fluxo de comércio de Goiás, foram utilizadas as variáveis: PIB dos estados; distância entre Goiânia e as demais capitais estaduais; PIB *per capita* dos estados; população dos estados; IDH; e uma *dummy* para os

³ A fórmula clássica criada por Newton é: $F = G \frac{M1.M2}{D^2}$, em que: F é a força de atração entre as massas de dois corpos; M1 é a massa de um dos corpos; M2 é a massa do outro corpo; D é a distância entre os dois corpos; e G é uma constante, chamada de constante de gravitação universal.

⁴ O Sintegra consiste num conjunto de procedimentos administrativos e de sistemas computacionais de apoio que está sendo adotado simultaneamente pelas administrações tributárias de todas as unidades da Federação. Do lado dos contribuintes, o propósito é o de simplificar e homogeneizar as obrigações de fornecimento de informações relativas às operações de compra, venda e prestação de serviços interestaduais. Do lado dos fiscos estaduais, o objetivo é o de propiciar maior agilidade e confiabilidade ao tratamento das informações recebidas dos contribuintes e à troca de dados entre as diversas unidades da Federação.

estados vizinhos. Contudo, ao analisar a significância delas, restaram as variáveis clássicas: PIB e distância

como explicativas do fluxo de comércio. A próxima seção discute os resultados.

Tabela 1

Variáveis utilizadas para elaboração do modelo gravitacional, por estados, no Brasil — 2008-10

ESTADOS	POPULAÇÃO (hab.) (1)	PIB (R\$ 1 000) (1)	DISTÂNCIA (km) (2)	FLUXO DE COMÉRCIO (R\$ 1 000) (3)	PIB PER CAPITA (R\$) (1)	IDH (4)
Acre	680 073	6 730	2 924	155 597	9 896	0,751
Alagoas	3 127 557	19 477	2 125	263 932	6 227	0,677
Amapá	613 164	6 765	(5) 2 591	197 655	11 033	0,780
Amazonas	3 341 096	46 823	3 291	1 435 711	14 014	0,780
Bahia	14 502 575	121 508	1 643	2 709 157	8 378	0,742
Ceará	8 450 527	60 099	2 482	1 114 449	7 112	0,723
Distrito Federal	2 557 158	117 572	209	5 715 910	45 978	0,874
Espírito Santo	3 453 648	69 870	1 428	835 956	20 231	0,802
Maranhão	6 305 539	38 487	2 054	1 149 588	6 104	0,683
Mato Grosso	2 957 732	53 023	934	3 329 359	17 927	0,796
Mato Grosso do Sul	2 336 058	33 145	935	737 024	14 188	0,802
Minas Gerais	19 850 072	282 522	906	9 428 101	14 233	0,800
Pará	7 321 493	58 519	2 017	1 922 785	7 993	0,755
Paraíba	3 742 606	25 697	2 442	427 530	6 866	0,718
Paraná	10 590 169	179 270	1 186	4 075 343	16 928	0,820
Pernambuco	8 734 194	70 441	2 332	1 088 435	8 065	0,718
Piauí	3 119 697	16 761	1 986	451 340	5 373	0,703
Rio de Janeiro	15 872 362	343 182	1 338	4 825 233	21 621	0,832
Rio Grande do Norte ...	3 106 430	25 481	2 618	441 781	8 203	0,738
Rio Grande do Sul	10 855 214	199 499	1 847	2 575 315	18 378	0,832
Rondônia	1 493 566	17 888	2 390	498 357	11 977	0,756
Roraima	412 783	4 889	4 076	49 567	11 845	0,750
Santa Catarina	6 052 587	123 283	1 493	2 821 192	20 369	0,840
São Paulo	41 011 635	1 003 016	926	29 927 729	24 457	0,833
Sergipe	1 999 374	19 552	1 849	448 003	9 779	0,742
Tocantins	1 280 509	13 091	874	2 095 852	10 223	0,756

FONTE DOS DADOS BRUTOS: GOIÁS. Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás. Gerência de Contas Regionais. **Série encadeada da variação acumulada do volume do Produto Interno Bruto a preços de mercado (base: 1995 = 100):** grandes regiões e unidades da Federação. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/pub/pib/tab06.htm>>. Acesso em: 09 maio 2011. DNER/AP/Div. Planejamento — Serv. Coord. e Gerência de Sistemas Rodoviários. Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (Sefaz-GO). PNUD.

(1) Dados de 2008, fornecidos pela Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás. (2) Dados de 2010, fornecidos pelo DNER. (3) Dados de 2009, fornecidos pela Sefaz-GO. (4) Em novembro de 2010, a ONU, utilizando os novos critérios de cálculo, divulgou uma lista de IDH dos países. Porém esse novo método ainda não foi aplicado para o cálculo dos estados brasileiros. Segue-se, então, o modelo e os dados divulgados em 2008 pelo Pnud. (5) Como o Amapá não tem ligação por via terrestre, somou-se a distância até Belém, mais 574km de barco.

5 Resultados

5.1 Resultado da aplicação do modelo gravitacional

A estimativa pela equação (2), utilizando-se o software Eviews 7, permite verificar a hipótese de que a distância tem uma relação inversa com o fluxo comercial, ou seja, quanto menor a distância da capital de Goiás (Goiânia) das outras capitais, maior a relação

de comércio entre os estados envolvidos. Por outro lado, a relação do fluxo de comércio de Goiás possui relação direta com o PIB dos outros estados. Esses resultados estão de acordo com a teoria dos modelos gravitacionais, que prevê coeficiente negativo para a variável distância e positivo para a variável PIB. Essa constatação está na direção, por exemplo, dos trabalhos clássicos de Isard (1960) e de Linnemann (1966). Esses resultados podem ser visualizados na Tabela 2.

Convém destacar que foram testados outros modelos, incluindo-se as variáveis população, IDH e

PIB *per capita*, mas os resultados não foram significativos. A única variável que resultou significativa foi a *dummy* para os estados que fazem fronteira com Goiás; porém, ela tornava a variável distância não significativa. Como as duas captam o efeito da distância, optou-se por manter a variável distância, porque o poder de explicação dado pelo R_2 ajustado foi maior.

Uma medida que ajuda a entender por que tais variáveis se mostraram não significativas é o *rank* de correlação de *Spearman* (Tabela 3). Essa medida é menos sensível a valores extremos, como é o caso dos valores de São Paulo. Percebe-se que as três correlações mais significativas com o fluxo de

comércio são o PIB, a distância e a população; contudo, no modelo de regressão, a população só seria significativa a 26%.

Assim, com base nos resultados do modelo gravitacional, eles parecem descrever razoavelmente a dependência dos fluxos de mercadorias do Estado de Goiás com as demais unidades da Federação, haja vista que a variância dos fluxos, explicada pelo modelo e medida pelo valor dos coeficientes de correlação ajustados, apresenta valores razoáveis. Também, examinando as elasticidades, percebe-se que os efeitos das variáveis PIB e distância têm o sinal esperado, qual seja, positivo e negativo respectivamente.

Tabela 2

Resultados da regressão estimada para o modelo gravitacional (variável dependente - Fluxo de Comércio)

VARIÁVEIS	COEFICIENTES	ERRO PADRÃO	t-STATISTIC	PROBABILIDADE
LOG(DISTANCIA)	-0,674183	0,181953	-3,705253	0,0012
LOG(PIB)	0,826782	0,084102	9,830662	0,0000
C	10,05217	1,969454	5,104041	0,0000
R-squared	0,895463	-	-	-
Adjusted R-squared	0,886373	-	-	-

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás.
DNER/AP/Div. Planejamento — Serv. Coord. e Gerência de Sistemas Rodoviários.
Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (Sefaz-GO).
PNUD.

NOTA: Método de Mínimos Quadrados; Amostra: 26; Observações incluídas: 26.

Tabela 3

Rank de correlações de Spearman

DISCRIMINAÇÃO	FLUXO DE COMÉRCIO	POPULAÇÃO	PIB	DISTÂNCIA	PIB PER CAPITA
Fluxo de comércio	1	0,67	0,85	-0,77	0,60
População	0,67	1	0,88	-0,33	0,15
PIB	0,85	0,88	1	-0,57	0,55
Distância	-0,77	-0,33	-0,57	1	-0,56
PIB <i>per capita</i>	0,60	0,15	0,55	-0,56	1

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás.
DNER/AP/Div. Planejamento — Serv. Coord. e Gerência de Sistemas Rodoviários.
Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (Sefaz-GO).
PNUD.

5.2 Resultados da análise multivariada — análise de *clusters*

Para os procedimentos de agrupamento, foi utilizado o método das *K-médias*, com o quadrado da

distância euclidiana como medida de similaridade⁵. É um critério que privilegia a homogeneidade dentro do grupo e a heterogeneidade entre os grupos. As variáveis são as mesmas do modelo gravitacional, e os *clusters* criados pela análise constam na Quadro 1.

Nos grupos formados, Goiás tem, do total do seu fluxo comercial, 38% com São Paulo (*cluster* cinco), 33% com o *cluster* quatro, 27% com o *cluster* dois,

⁵ Para gerar a análise de *clusters*, utilizou-se o software Statgraphics XV.I.

11% com o *cluster* um e 3% com o *cluster* três. Como São Paulo tem um peso considerável nos fluxos de comércio com o Estado de Goiás, acabou ficando isolado em um grupo, o que já seria esperado pela sua representação. Retirando-se São Paulo da análise, devido ao seu peso nas relações de comércio, os agrupamentos não diferem significativamente; assim, manteve-se São Paulo na análise.

Quadro 1

Clusters, segundo os fluxos de comércio, o PIB e a distância de Goiás em relação às outras unidades da Federação — 2008

ESTADOS	CLUSTER
Alagoas Amapá Ceará Maranhão Pará Paraíba Pernambuco Piauí Rio Grande do Norte Rondônia Sergipe	1
Bahia Distrito Federal Espírito Santo Mato Grosso Mato Grosso do Sul Santa Catarina Tocantins	2
Acre Amazonas Roraima	3
Minas Gerais Paraná Rio de Janeiro Rio Grande do Sul	4
São Paulo	5

Pela análise de agrupamentos, percebe-se que a hipótese do modelo gravitacional — de que a interação espacial entre duas áreas está diretamente relacionada com os atributos do local de origem e de destino (como o fluxo de comércio por exemplo) e inversamente relacionada com a distância que separa as mesmas — se confirma. Isso pode ser constatado pelas médias das variáveis PIB, distância e fluxo de comércio dos agrupamentos criados e que estão na Tabela 4.

Percebe-se que há uma relação inversa entre comércio e distância e uma relação positiva entre PIB e fluxo de comércio. Caso se exclua o *cluster* cinco (que é somente São Paulo) por ter valores diferenciados, tem-se uma correlação de -0,74% para o primeiro caso e de 97% para o segundo.

Portanto, quanto maior a força econômica de um estado e mais perto ele for de Goiás, maior é a tendência de ser um parceiro comercial representativo. Ou seja, o nível de integração comercial está diretamente relacionado com o PIB e inversamente com a distância, como preveem os estudos clássicos.

Tabela 4

Média do PIB, da distância em relação a Goiás e do fluxo de comércio com Goiás dos *clusters* do Brasil — 2008

CLUSTERS	PIB (R\$ 1 000)	DISTÂNCIA (km)	FLUXO DE COMÉRCIO (R\$ 1 000)
Cluster 5	1 003 016	926	29 927 729
Cluster 4	251 118	1 319	5 225 998
Cluster 2	75 927	1 074	2 606 350
Cluster 1	32 651	2 262	727 623
Cluster 3	19 480	3 430	546 958

FONTE DOS DADOS BRUTOS: Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás.
DNER/AP/Div. Planejamento — Serv. Coord. e Gerência de Sistemas Rodoviários.
Secretaria de Estado da Fazenda de Goiás (Sefaz-GO).
PNUD.

6 Considerações finais

Este trabalho buscou analisar que fatores influenciam o fluxo de comércio interestadual de Goiás. Aplicaram-se o modelo gravitacional e a estatística multivariada.

O modelo aponta que as variáveis distância e PIB dos estados têm influências significativas no fluxo de comércio goiano. A distância é um fator que influencia negativamente, e o PIB, um fator com influência positiva. Isso é verificado examinando-se as elasticidades, onde se percebe que os efeitos das variáveis PIB e distância têm o sinal esperado, quais sejam, positivo e negativo respectivamente. Assim, os resultados do modelo gravitacional parecem descrever razoavelmente o fluxo de comércio entre o Estado de Goiás e as demais unidades da Federação.

Os resultados da análise de agrupamentos, uma técnica de estatística multivariada, corroboram os apontados pelo modelo gravitacional.

Referências

- AITKEN, N. D. The effect of the EEC and EFTA on European trade: a temporal cross-section analysis. **American Economic Review**, v. 63, n. 5, 1973. Disponível em: <<http://home.aubg.bg/students/MCA100/statatata.pdf>>. Acesso em: 11 maio 2011.
- ANDERSON, J. E. A theoretical foundation for the gravity equation. **American Economic Review**, v. 69, n. 1, 1979. Disponível em: <<http://tradedfacilitation.free.fr/download/Gravity/>>. Acesso em: 1º nov. 2010.
- ARBEX JR. J.; OLIC, N. B. **Rumo ao centro-oeste: o Brasil em regiões**. São Paulo: Moderna, 1996.
- ARRIEL, M. F. **Perfil produtivo e dinâmica espacial da indústria goiana — 1999-2007**. Dissertação (Mestrado)-Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Departamento de Ciências Econômicas, 2010. Disponível em: <http://tede.biblioteca.ucg.br/tde_busca/>. Acesso em: 05 dez. 2010.
- BALDWIN, R. **The pontential for trade between the countries of EFTA and central and eastern Europe**. Centre for Economic Policy Research, 1993. (Discussion paper series, n. 853).
- BERGESTRAND, J. H. The generalized gravity equation, monopolistic competition, and the factor-proportions theory in international trade. *Review of Economics & Statistics*, v. 71, n. 1, 1989. Disponível em: <<http://www.colorado.edu/Economics/courses/>>. Acesso em: 03 out. 2010.
- BUSSAB, W. O.; MIAZAK, E. S.; ANDRADE, D. F. Introdução à análise de agrupamentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA, 9, São Paulo: IME — USP, 1990. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/4567031/>>. Acesso em: 20 nov. 2010>. Acesso em: 05 nov. 2010.
- COELHO C. C.; FERREIRA W. R.; CAVALCANTI J. E. A. Análise estatística multivariada e aplicação do modelo gravitacional aos fluxos turísticos para o Brasil. **Reuna**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://revistas.una.br/reuna/index.php/reuna/article/>>. Acesso em: 05 nov. 2010.
- DA MATA, D. F.; FREITAS, R. E. Exportações agropecuárias e características dos países importadores. In: DE NEGRI, J. A.; ARAÚJO, B. C. P. O. (Org.). **As empresas brasileiras e o comércio internacional**. Brasília, 2007. Disponível em: <<http://www.ipea.gov.br/sites/000/2/livros/>>. Acesso em: 20 nov. 2010.
- FARIAS, J. J.; HIDALGO, A. B. **Comércio interestadual e comércio exterior das regiões brasileiras e integração regional: uma estimativa utilizando a equação gravitacional**. BNB: Forum, 2009. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/eventos/>>. Acesso em: 11 maio 2011.
- FLACH, L. **Uma análise em modelo gravitacional para os determinantes do investimento direto externo no Brasil**. (14. Prêmio Brasil de Economia, 2007). Disponível em: <www.cofecon.org.br/dmdocuments/SPASS.pdf>. Acesso em: 05 nov. 2010.
- FRANKEL; J. A.; WEI, SHANG-JIN. **Trade blocs and currency blocs**. Cambridge: NBER, 1994. Disponível em: <<http://www.nber.org/papers/w4335>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

GOIÁS. Secretaria de Gestão e Planejamento do Estado de Goiás. Gerência de Contas Regionais. **Série encadeada da variação acumulada do volume do Produto Interno Bruto a preços de mercado (base:1995 = 100):** grandes regiões e unidades da Federação. Disponível em: <<http://www.seplan.go.gov.br/sepim/pub/pib/>>. Acesso em: 09 maio 2011.

HAIR JR, E.J. et al. **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HELPMAN, E.; KRUGMAN, P. **Market structure and foreign trade**. Cambridge: MIT, 1985.

ISARD, W. **Methods of regional analysis: an introduction to regional science**. Cambridge: MIT, 1960.

KRENAK, A. et al. **Território e cidadania: da luta pela terra ao direito à vida**. São Paulo: Marco Zero, 1989.

KRUGMAN, P. Scale economies, product differentiation and the pattern of trade. **American Economic Review**, v. 70, n. 5; 1980.

LINDEMANN, H. **An econometric study of international trade flows**. Amsterdam: North-Holland, 1966.

MAGALHÃES, A. S.; DOMINGUES, P. D. **Relações interestaduais e intersetoriais de comércio no Brasil: uma análise gravitacional e regional**. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPEC, 2007. Disponível em: <www.anpec.org.br/encontro2007/artigos/>. Acesso em: 05 nov. 2010.

MCCALLUM J. National borders matter: Canada-U.S. regional trade patterns. **American Economic Review**; v. 85, n. 3, 1995. Disponível em: <<http://www.econ.ku.dk/nguyen/teaching/McCallum%201995.pdf>>. Acesso em: 11 maio. 2011.

OLIVEIRA, D.V. et al. As relações do comércio interestadual do estado de Goiás em 2009. **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiânia, n. 16, dez. 2010.

PASCHOAL, J. A. R. O papel das políticas públicas de incentivos e benefícios fiscais no processo de estruturação industrial de Goiás 2000 — 2008. **Conjuntura Econômica Goiana**, Goiânia, n. 12, dez. 2009.

PIRES M. J. S.; RAMOS, P. Implicações do processo de modernização na estrutura e nas atividades agropecuárias da região centro-sul do Estado de Goiás. In: CONGRESSO SOBER — Sociedade

Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, 47, Porto Alegre, 2009.

PORTO, P. C. de Sá. **Mercosul and regional development in Brazil: a gravity model approach**. Rio de Janeiro: Lacea, 2000. Disponível em: <<http://www.lacea.org/meeting2000/>>. Acesso em: 11 maio. 2011.

PORTO, P. C. de Sá; CANUTO, O. **Mercosul: gains from regional integration and exchange rate regimes**, 2001. Disponível em: <<http://ocanuto.sites.uol.com.br/Textos/>>. Acesso em: 11 maio. 2011.

PREWO, W.E. Integration effects in the EEC. **European Economic Review**; v. 5; p. 379-405; 1974.

SILVA B. M. V.; JUSTO, W. R.; MAGALHÃES, A. M. **Comércio interestadual e internacional do Brasil e do Nordeste: uma abordagem do modelo gravitacional**; 2004. Disponível em: <<http://www.bnb.gov.br/content/aplicacao/ETENE/Analises/docs/2004-comercio-interestadual.pdf>>. Acesso em: 05 nov. 2010.

WANG, Z. K.; WINTERS, L. A. **The trading potential of eastern Europe**, 1993. Disponível em <<http://ideas.repec.org/p/cpr/ceprdp/610.html>>. Acesso em: 15 nov. 2010.