

## ANÁLISE ESTATÍSTICA MULTIVARIADA E APLICAÇÃO DO MODELO GRAVITACIONAL AOS FLUXOS TURÍSTICOS PARA O BRASIL

MULTIVARIATE STATISTICAL ANALYSIS AND APPLICATION OF THE GRAVITY MODEL TO THE TOURIST FLOWS TO BRAZIL

### Cláudio Camargo Coelho

Centro Universitário UNA

Mestre em Turismo e Meio Ambiente pelo Centro Universitário UNA

Endereço: Rua Guajajaras 175 – 5º andar. Centro. 30180 100 – Belo Horizonte – MG.

E-mail: claudio.c.coelho@hotmail.com

### Wanyr Romero Ferreira

Centro Universitário UNA

Doutora em Energia pela l'Université Paul Sabatier, França

Endereço: Rua Guajajaras 175 – 5º andar. Centro. 30180 100 – Belo Horizonte – MG.

E-mail: wanyr@terra.com.br

### José Euclides Alhadass Cavalcanti

Centro Universitário UNA

Doutor em Desenvolvimento Econômico Regional pela Queen Mary University of London, Inglaterra

Endereço: Rua Guajajaras 175 – 5º andar. Centro. 30180 100 – Belo Horizonte – MG.

E-mail: jose.cavalcanti@una.br

**Data de submissão:** 22 fev. 2009. **Data de aprovação:** 15 abr. 2009. **Sistema de avaliação:** *Double blind review*. Centro Universitário UNA. Prof<sup>a</sup>. Dra. Wanyr Romero Ferreira

### Resumo

As análises estatísticas e, mais recentemente, a formulação de Modelos Matemáticos são ferramentas das mais importantes para a pesquisa em qualquer área do conhecimento, porém ainda pouco exploradas em pesquisas da área de Turismo. Este trabalho busca preencher uma lacuna existente nos estudos quantitativos aplicados ao Turismo, analisando alguns fatores que favorecem ou prejudicam os fluxos turísticos internacionais para o Brasil. Aplicou-se o modelo gravitacional de Isaac Newton que é usado amplamente na Física e que, aos poucos, vem sendo usado também para modelar quantitativamente problemas típicos das Ciências Humanas e Sociais. Os resultados permitiram determinar as relações de atração e repulsão dos fluxos turísticos dos principais países emissores em relação ao Brasil, valendo-se de um modelo de relacionamento, do tipo inverso quadrado (modelo gravitacional). Na pesquisa, comprovou-se que o modelo gravitacional pode ser aplicado para o estudo dos fluxos turísticos entre os principais países emissores e o Brasil. A aplicação do modelo comprovou que a distância é um fator que influencia negativamente o fluxo turístico, e que a renda per capita e PIB afetam positivamente.

**Palavras-chave:** Turismo, Modelo Gravitacional, Fluxos turísticos

### Abstract

Statistical analyses and more recently the formulation of some Mathematical Models are important instruments used as research field in any area, not properly explored so far in tourism research. This work is intended to fill an existing gap in the quantitative studies related to the tourism, assessing some factors which contribute or cause damage to the

international tourist flow to Brazil. We have applied the Gravitational Model of Isaac Newton which is widely used in Physics and that has been gradually used to shape quantitatively situations coming from the Human & Social Sciences, as well. In this research, we have proved that we can apply the gravitational model to the tourist flows among that main countries and Brazil, taking into account the "distance" as a factor that affects negatively the tourist flow. On the other hand, "high income" and "GDP (Gross Domestic Product)" are factors that influence positively.

**Key-words:** Tourism, gravitational model, tourist flows.

## 1. Introdução

O turismo é uma atividade econômica de vital importância para os países em desenvolvimento principalmente na "geração do PIB, na geração de poupança interna, na arrecadação de impostos, na geração de empregos, na geração de produção e demanda e na manutenção do equilíbrio do fluxo populacional entre regiões e com o exterior" (IBGE, 2005:2).

É importante destacar que o considerável crescimento dos fluxos turísticos internacionais, medidos por instituições internacionais tais como a OMT (Organização Mundial do Turismo) e WTTC (World Travel & Tourism Council) traz à tona a necessidade de se analisar e de interpretar os fatores de atração e repulsão que exercem influência nesses fluxos, tais como: a distância entre os países, a renda per capita do país emissor, a população do país emissor, ou o seu PIB.

Essas e outras informações sobre os fluxos turísticos são normalmente escassas e incompletas, o que dificulta, tanto para o setor privado quanto para o governamental, a formulação de políticas públicas, planejamentos estratégicos e a eficiência nos negócios. A utilização de um modelo matemático permite tal análise e estudo, além de preencher algumas lacunas deixadas pelos poucos estudos quantitativos e aplicações da estatística no turismo.

A utilização de dados estatísticos em estudos no turismo é um campo de pesquisa dos mais importantes e, ao mesmo tempo, ainda pouco explorado. Nos países da América do Sul, encontram-se poucos dados estatísticos ou literatura a respeito, e no caso específico do Brasil, apesar dos esforços de órgãos governamentais como EMBRATUR e IBGE, a falta de informações é notável. Muitos dados importantes não são coletados, o que dificulta qualquer tipo de estudo mais profundo. Além disso, "boa parte das informações disponibilizadas pelos setores público e privado é inconsistente, pouco confiável e, por conseguinte, inútil" (SANTOS, 2003:1). Essa falta de estudos, não só no âmbito estatístico, é confirmada também por Assis (2003:10): "convém lembrar também que, a despeito do boom do turismo no mundo, os estudos acadêmicos no Brasil ainda são recentes (embora em expressivo crescimento)".

Portanto as estatísticas no turismo são de vital importância para que os gestores públicos tomem conhecimento de como ocorrem ou se processam os fluxos turísticos em seus territórios e possam fazer um correto planejamento e alocação de verbas de investimento no turismo, tão necessário nesse setor que se caracteriza por ser uma atividade atípica, na qual o bem não se desloca até o mercado (MATIAS, 2003:8).

Por ser uma atividade atípica, que vai além dos setores convencionais da economia, abrangendo aspectos econômicos, sociais, religiosos, culturais, etc., o turismo deve ser compreendido em sua totalidade para que possa vir a ser uma importante fonte de riquezas para o país. Hoje ele pode ser considerado como uma dimensão vital da integração global e das atividades comerciais e que poderá vir a ser a maior fonte global de trocas internacionais (VIETZE, 2008:3).

O turismo tem no território, na paisagem natural, no patrimônio histórico e na cultura popular suas principais matérias-primas. Seu estudo abrange áreas tão distintas como sociologia, história, geografia, administração e economia, dentre outros. Os métodos quantitativos são ferramentas importantes para auxiliar na compreensão desse fenômeno complexo. Assim, as análises envolvidas nos estudos de turismo não podem ficar restritas às ferramentas tradicionais, é necessário fazer uso de instrumentos não convencionais, dentre eles a modelagem matemática e a geografia econômica.

Pelo exposto acima, o objetivo geral deste trabalho é analisar os fluxos turísticos para o Brasil dos principais países emissores de turistas, utilizando-se a estatística multivariada e a modelagem matemática, mais especificamente o modelo gravitacional do turismo.

## **2. Referencial Teórico**

### **2.1. O turismo na atualidade**

Vive-se numa época em que as transformações ocorrem num nível de agilidade cada vez mais intenso. Essas transformações atingem, dentre outras, as áreas de transporte e de comunicação, que exercem forte influência em todas as atividades humanas, entre elas, a atividade turística. Com o advento das comunicações via satélite e a Internet, algo que acontece em algum lugar remoto do planeta chega ao conhecimento de todo o mundo em poucas horas, isso quando o acontecimento não for em tempo real. E também, em poucas horas, pode-se chegar ao local, devido ao grande avanço nos meios de transporte (principalmente com o barateamento do transporte aéreo). Com todas essas transformações, que provocam o encurtamento dos espaços, o turismo tem sofrido grandes mudanças nos últimos anos. É uma atividade que tem crescido substancialmente durante o último quarto de século como um fenômeno econômico e social (IBGE, 2006), mesmo levando-se em conta a queda de 8% entre janeiro e fevereiro de 2009, devido ao impacto da recessão econômica mundial e da crise referente à gripe A(H1N1), o que, segundo a OMT (2009) provocará uma diminuição de 2% ou 3% no movimento turístico do ano de 2009.

Neste trabalho adotou-se a definição de turismo da Organização Mundial do Turismo (OMT): “são as atividades das pessoas que viajam e permanecem em lugares fora de seu ambiente habitual por não mais de um ano consecutivo, para lazer, negócios ou outros objetivos” (OMT 2003:18). Já o termo viagem é o ato de uma pessoa sair de sua comunidade por negócio ou prazer, mas não para viajar diariamente indo e vindo do trabalho ou da escola (OMT, 2003:18).

De acordo com a OMT (OMT 2003:19), o turismo internacional difere do turismo doméstico e ocorre quando o viajante cruza a fronteira de um país. Mas não pode ser considerado, segundo Lanfant:

“como uma simples extensão do turismo doméstico, levado por uma irresistível propensão para viajar, ou reduzir sua significância econômica simplesmente pela sua contribuição ao comércio internacional. O turismo internacional se tornou um elo de ligação entre dois mundos, desiguais em seus desenvolvimentos: a sociedade pós-industrial emissora, e os países em desenvolvimento (LANFANT, 1995:28).

O interesse pelo estudo do turismo internacional sempre foi grande, sobretudo por razões econômicas, porque essa forma de deslocamento desempenha importante papel nos fluxos comercial e monetário entre as nações, sendo em alguns casos, a principal fonte de receitas de uma localidade ou até mesmo de um país. Apesar desse interesse maior pelo turismo internacional, não se pode esquecer que ele se relaciona com o turismo doméstico, pois “as escolhas dos viajantes mudam dependendo das circunstâncias, e o turismo doméstico pode ser substituído pelo internacional e vice-versa sob a influência de fatores externos, tais como o aumento relativo da renda real, as diferenças de preços entre países e as condições políticas internacionais” (OMT 2003:19).

A escala do turismo doméstico mundial excede em muito a escala do turismo internacional mundial. Em 1975, o total de chegadas de turistas domésticos atingiu 5,6 bilhões, enquanto o total de chegadas de turistas internacionais chegou a 567 milhões – uma proporção de 10:1 (OMT 2003:30). Porém o turismo no mundo é normalmente e tradicionalmente medido pelo turismo internacional.

O turismo internacional, apesar de não ser considerado como o principal fator, pode vir a ser muito importante no desenvolvimento e na captação de recursos para a economia dos países, já que é uma atividade que “possui grande poder de redistribuição espacial de renda, pois os principais emissores de turistas são os países ricos e os receptores nem sempre são os países ricos” (IGNARRA, 1988:61). Assim, as análises dos impactos econômicos e culturais do turismo internacional são de vital importância e a estatística e os modelos matemáticos podem ser ferramentas importantes para medir os fluxos de turistas entre países emissores e receptores.

## 2.2 Dados estatísticos do turismo internacional

Em 2006 foram registradas 843 milhões de chegadas internacionais no mundo, representando um aumento de 4,5% em relação ao ano de 2005. Nesse período, o maior crescimento ocorreu na África, com 8,1%, destacando-se um grande desempenho da África Subsaariana. África do Sul, Quênia e Marrocos continuam com excelentes resultados. Em seguida estão a Ásia e a região do Pacífico com um incremento de 7,6%, recuperando-se do tsunami de dezembro de 2004. A América do Sul teve um crescimento de 7,2%, com Chile, Colômbia, Paraguai e Peru apresentando crescimento de dois dígitos (OMT, 2007:1).

Uma avaliação realizada em 2007 pela WTTC (2007) dizia que a contribuição do turismo para o PIB (Produto interno bruto) mundial seria de 10,4%, o que significou um total de US\$ 5,4 trilhões. Ainda segundo esses dados da WTTC (2007), em relação aos empregos gerados, estimava-se que o turismo, no âmbito mundial, geraria 8,3% dos empregos (ou um em cada 12 empregos) em 2007. A região do Caribe é a que teve maior participação de empregos na área do turismo (14,8%), indicando a importância deste setor para a região. Logo após seguem a América do Norte (12,8%) e a União Europeia (11,8%). Na América Latina, apenas 6,9% dos empregos estão em áreas relacionadas com o turismo (sendo melhor apenas que a região do Sul da Ásia com 5,2%). Porém, analisando o crescimento acumulado dos empregos, nos últimos 10 anos, a América Latina mostra um crescimento anual de 2,7%, perdendo apenas para o Oriente Médio com 3,0%. A União Europeia (1,3%) e a América do Norte (1,2%), por terem mercados já consolidados, ficaram com crescimentos muito baixos, ficando à frente apenas do Nordeste da Ásia que teve um crescimento de apenas 0,7% (WTTC, 2007). Em 2008, o número de desembarques internacionais no Brasil foi 3.830.445 (OMT, 2009).

Em termos de capitais investidos, públicos e privados, têm-se uma expectativa de que os países invistam US\$ 1,1 trilhão. Os investimentos governamentais são estimados em US\$ 334 bilhões (3,9% do total de gastos governamentais) (WTTC, 2007:17). Esses dados são bastante significativos perante os problemas ocorridos nos últimos anos pelo mundo que poderiam afetar o turismo, tais como terrorismo, fenômenos naturais e fatores políticos, comprovando que o turismo possui uma “resistência extraordinária e uma habilidade sem precedentes para superar as crises” (JIMÉNEZ, 2004:24).

Os dados de demanda turística mundial são apresentados na Tabela 1. Pode-se observar que a União Europeia mantém-se no primeiro lugar, seguido da América do Norte, em termos de demanda turística. A América Latina espera contar com apenas 2,6% da demanda mundial do turismo, ficando muito atrás da União Europeia e América do Norte, e próximo do sudeste asiático (2,8%), mesmo com todos os problemas sofridos por esta região, como o tsunami de 2004 ou gripe aviária (2003/2004).

TABELA 1 – Total de demanda turística em 2007 em bilhões de US\$

	bilhões de US\$	% do total
Mundo	7 060	100,0
União Européia	2 486	35,2
América do Norte	2 040	28,9
Nordeste da Ásia	1 184	16,8
Sudeste da Ásia	197	2,8
América Latina	186	2,6
Oriente Médio	172	2,4
Sul da Ásia	82	1,2
Norte da África	61	0,9
Caribe	56	0,8

Fonte: WTTC (2007)

Em 2008, o número de desembarques internacionais no Brasil foi em torno de 4,8 milhões (MTur, 2009), o que representa ainda uma fração muito pequena do turismo mundial e mesmo em comparação com outros países da América Latina..

Pela Tabela 2, que mostra a evolução de demanda nos últimos 10 anos, verifica-se que houve um aumento em todas as regiões, sendo que o maior crescimento foi verificado na Sul da Ásia (7,3%) e o menor na União Européia (3,3%). A América Latina ficou com um crescimento de 4,7%. Esse dado pode ser considerado promissor, pois apresenta um crescimento real maior que a União Européia e a América do Norte, mercados já consolidados. Observa-se que a América Latina ainda é um mercado em construção, porém seu incremento fica apenas próximo dos outros mercados tais como o Oriente Médio, região conturbada e abalada por constantes guerras, e muito abaixo da Ásia como um todo.

TABELA 2 – Crescimento da demanda por viagens e turismo nos últimos 10 anos (crescimento real)

Dados anuais ( %)	
Mundo	4,4%
Sul da Ásia	7,3%
Sudeste da Ásia	6,3%
Nordeste da Ásia	5,8%
Norte da África	5,0%
América Latina	4,7%
Oriente Médio	4,5%
América do Norte	4,0%
Caribe	3,4%
U. Européia	3,3%

Fonte: WTTC (2007)

Neste novo milênio resta pouca dúvida de que o turismo continuará a ser um dos setores de crescimento mais dinâmicos da economia global. “A demanda por turismo pode diminuir em tempos e em áreas de crise, e não obstante as inevitáveis flutuações ocorridas, a tendência geral do turismo de hoje continua sendo a de contínuo crescimento” (KELLER apud TRIGO, 2005:3).

Considerando apenas a América do Sul (excluindo-se Guianas e Suriname), na Tabela 3, que apresenta a demanda turística por países, verifica-se que o Brasil é o país com maior demanda turística com US\$ 79,2 bilhões, representando quase 50% de toda a demanda da América do Sul, seguido de longe pela Argentina com US\$ 26,5 bilhões (menos da metade da demanda do Brasil). Os demais países estão bem atrás do Brasil e da Argentina e mesmo do Peru que, com toda riqueza e herança Inca, não consegue bons resultados

(apenas US\$ 8,7 bilhões), aparecendo inclusive atrás da Venezuela, da Colômbia e do Chile. O pior desempenho fica por conta do Paraguai, com apenas 0,6% da demanda, o que representa um pouco menos de US\$ 1 bilhão.

Dentro desse contexto, pode-se verificar que o Brasil tem um papel de destaque no turismo sul-americano, ficando com quase a metade da demanda por viagens e turismo no continente. Segundo a Tabela 4, os maiores fluxos para o Brasil são oriundos da Argentina com 992.299 turistas, EUA com 793.559, Portugal com 357.640, Uruguai com 341.647 e Alemanha com 308.598 turistas. Esses países totalizam quase 52% de todo fluxo de turistas internacionais para o Brasil. Os menores fluxos são do Equador, com 15.149 turistas, da China com 18.017 e da Austrália com 20.949 turistas.

TABELA 3 – Demanda total por viagens e turismo

	<i>Bilhões US\$</i>	<i>%</i>
Brasil	79,2	47,1%
Argentina	26,5	15,8%
Venezuela	19,2	11,4%
Colômbia	12,8	7,6%
Chile	12,1	7,2%
Peru	8,7	5,2%
Equador	4,5	2,7%
Uruguai	2,7	1,6%
Bolívia	1,3	0,8%
Paraguai	0,943	0,6%
TOTAL >	168,4	

Fonte: WTTC (2007)

TABELA 4 – Fluxo turístico dos principais países emissores de turistas para o Brasil  
Dados referentes a 2005

País	Número de turistas	País	Número de turistas
1 Argentina	992.299	11 Reino Unido	169.514
2 EUA	793.559	12 México	73.118
3 Portugal	357.640	13 Bolívia	68.670
4 Uruguai	341.647	14 Japão	68.066
5 Alemanha	308.598	15 Peru	60.251
6 Itália	303.878	16 Venezuela	48.598
7 França	252.099	17 Colômbia	47.230
8 Paraguai	249.030	18 Austrália	20.949
9 Espanha	172.979	19 China	18.017
10 Chile	169.953	20 Equador	15.149

Fonte: OMT (2007) - Chegada de turistas não-residentes na fronteira nacional, por país de residência.

Nota-se que alguns países próximos e até mesmo fronteiriços com o Brasil apresentam fluxos menores do que países mais distantes, como são os casos do Equador e da Colômbia que apresentam um fluxo muito baixo, enquanto EUA, Portugal e Alemanha apresentam fluxos mais altos.

### 2.3 Fatores que influenciam os fluxos turísticos

Entender as motivações e os fatores que influenciam os fluxos turísticos é uma tarefa muito complexa que exige pesquisas em diversas fontes e em diversos campos da ciência. Andrade (2007) afirma que:

dentro do processo de tomada de decisões do consumidor por determinado produto ou serviço, podemos destacar o consumo de viagens de lazer, que deve ser aqui

entendido como um conceito mais amplo que a simples motivação por descanso ou recreação, incluindo também os aspectos históricos e culturais. As viagens de lazer, inseridas na atividade turística, são uma das características marcantes da nossa sociedade (ANDRADE, 2007:118).

O turismo é composto basicamente por um fluxo de pessoas que se deslocam de seus locais de residência para outros locais. Essa movimentação de turistas entre espaços de emissão e recepção “propicia uma maior integração, o que possibilita a ampliação das relações políticas, sociais econômicas e culturais entre os diferentes lugares do planeta, assim como redefine a relação espaço-tempo” (ASSIS, 2003:2).

Para Vietze (2008:3), para que o turismo venha a se tornar um importante fator de desenvolvimento, um importante questionamento a ser respondido é quais os fatores determinantes que empurram a demanda do turismo nos países emissores.

As motivações que levam o turista a se deslocar são muitas e diversificadas. Para Santos (2004:25), os fluxos turísticos são determinados por nove fatores: população, sociedade e cultura, aspectos econômicos, motivadores, infra-estrutura-geral, serviços turísticos, deslocamento, sistema de distribuição e aspectos legais. De uma forma mais geral, o comportamento humano, de acordo com a abordagem desenvolvida por Maslow apud Andrade (2007:118) é motivado pela busca de satisfação de cinco grandes necessidades: as fisiológicas, as de segurança, as de amor, as de estima e as de auto-realização. Para Vietze (2008:3), embora a demanda internacional por turismo seja influenciada por vários fatores, os estudos anteriores de demanda turística concentram-se em fatores econômicos, primariamente a renda.

Diferentemente de outros bens de consumo, a oferta turística não pode se deslocar, ela há de ser consumida *in loco*. Consequentemente, o desenvolvimento dos meios de transporte, principalmente o aéreo, que se tornou mais acessível com o direito a férias remuneradas, possui um grande destaque como influenciador dos fluxos turísticos. Como afirma Silva (2004:4): “a necessidade do consumidor ou do produtor de se deslocar afeta setores e atividades como saúde, educação, turismo, cultura – bibliotecas, teatros, museus, etc., serviços financeiros, restaurantes e o comércio atacadista.”

Não serão abordadas nesta pesquisa as motivações sociológicas e psicológicas que influenciam na escolha de um destino turístico, ou o que motiva o turista a sair de sua localidade. Neste estudo, analisar-se-á, como um dos fatores, a influência da distância nessas escolhas. A minimização dos deslocamentos e de seus custos é uma condição básica para o consumidor do turismo, de acordo com Godinho & Albuquerque (2001:19).

O aumento da renda individual, ou do poder aquisitivo da população, principalmente nos países emissores, também influenciam e determinam os fluxos turísticos. O turismo é uma atividade econômica, portanto é regido pelas mesmas leis que regem os mercados mundiais, com seus princípios e leis básicas. Nessa perspectiva, e, por ser um bem de luxo, o turismo tende a ter uma demanda altamente elástica em relação à renda (elasticidade-renda), ou como descrevem Heilbroner & Thurow (1981:122) “de que modo nossa disposição ou capacidade de comprar ou vender responde a uma variação da renda, em lugar do preço.” Ainda segundo Heilbroner & Thurow (1981:122) “vendas de um bem ou serviço elástico em relação à renda elevam-se, proporcionalmente, mais depressa do que a renda.” Portanto pode-se considerar de maneira geral, que o aumento da renda média da população (aumento do PIB) pode gerar um aumento do turismo. Nesse sentido, considerando que fatores culturais e sociais também se destacam, o IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) se evidencia como uma importante ferramenta para medir o desenvolvimento de uma sociedade ao longo do tempo.

Se o conceito de desenvolvimento humano é muito mais vasto do que qualquer resultado que um índice composto possa oferecer, o IDH oferece uma alternativa poderosa ao rendimento enquanto medida sumária do bem-estar humano. Oferece

um ponto de partida útil para a riqueza de informação sobre os diversos aspectos do desenvolvimento humano (RDH, 2006:276).

Portanto, neste trabalho, levam-se em conta três fatores influenciadores dos fluxos turísticos: a distância entre os centros emissores e receptores, o produto interno bruto (PIB) dos países emissores e o seu Índice de Desenvolvimento Humano (IDH).

## 2.4 Estatística Multivariada

A estatística tradicional sofreu grande impulso com o desenvolvimento das tecnologias computacionais. Os métodos estatísticos estão sendo levados ao extremo com o poder dos computadores, sendo possível a criação de métodos novos e mais potentes, que anteriormente (sem a utilização de computadores) não seriam possíveis. Por isso, a tarefa de analisar e manipular grandes quantidades de dados está cada vez mais fácil. A estatística multivariada constitui um dos “métodos estatísticos que simultaneamente analisam múltiplas medidas sobre cada indivíduo ou objeto sob investigação” (HAIR *et al.*, 2005:26). Ela ainda pode ser entendida como o estudo estatístico no qual várias variáveis são analisadas e medidas simultaneamente. Com a estatística univariada (uma ou duas variáveis) fica muito difícil analisar várias correlações entre as variáveis, pois a tendência é que a análise e a correlação se tornem muito complexas.

A estatística multivariada pode ser dividida em dois grupos, segundo Mingoti (2005:21), “um primeiro consistindo em técnicas exploratórias de sintetização (ou simplificação) da estrutura de variabilidade dos dados, e um segundo, consistindo em técnicas de inferência estatística.”

Neste trabalho, utiliza-se a técnica de regressão múltipla, “apropriada quando o problema de pesquisa envolve uma única variável dependente métrica considerada relacionada a duas ou mais variáveis independentes métricas” (HAIR, 2005:32) e a análise de agrupamentos, que “é uma técnica analítica para desenvolver subgrupos significativos de indivíduos ou objetos”

## 2.5 Modelagem Matemática

A modelagem é uma aplicação da matemática que pode ser utilizada em todas as áreas de conhecimento. Ela serve para a criação de modelos matemáticos com o objetivo de tentar fazer previsões e pode também ser encarada como um método científico de pesquisa (BASSANEZI, 2004:16).

Pode-se dizer que as ciências naturais como a Física, a Astrofísica, a Engenharia e a Química já estão hoje amplamente matematizadas em seus aspectos teóricos. As ciências biológicas, apoiadas inicialmente nos paradigmas da Física e nas analogias consequentes ficaram, com o tempo, cada vez mais matematizadas. Nessa área a matemática tem servido de base para modelar, por exemplo, os mecanismos que controlam a dinâmica de populações, a epidemiologia, a ecologia, a neurologia, a genética e os processos fisiológicos (BASSANEZI, 2004:19).

De acordo com Ragsdale (2004:4), podemos citar como principais características e benefícios da modelagem:

- os modelos são usualmente uma simplificação dos objetos e dos problemas de decisões;
- é mais barato analisar os problemas de decisão, usando modelos;
- os modelos oferecem informações em menor tempo;
- os modelos frequentemente ajudam examinar situações que seriam impossíveis no mundo real;
- os modelos proporcionam um entendimento do problema e permitem *insights* já durante a investigação.



É bem verdade que a modelagem matemática nas ciências sociais ainda não está devidamente consolidada em termos de uma maior exatidão. Ela ainda não obteve resultados comparáveis aos que obteve nas ciências exatas. Porém “a simples interpretação de dados estatísticos tem servido, por exemplo, para direcionar estratégias de ação nos meios comerciais e políticos” (BASSANEZI, 2004:19).

Genericamente, pode-se dizer que a matemática e a realidade são dois conjuntos disjuntos e que a modelagem é um meio de fazê-los interagir. Pode-se esquematizar a modelagem matemática de acordo com a FIG. 1.

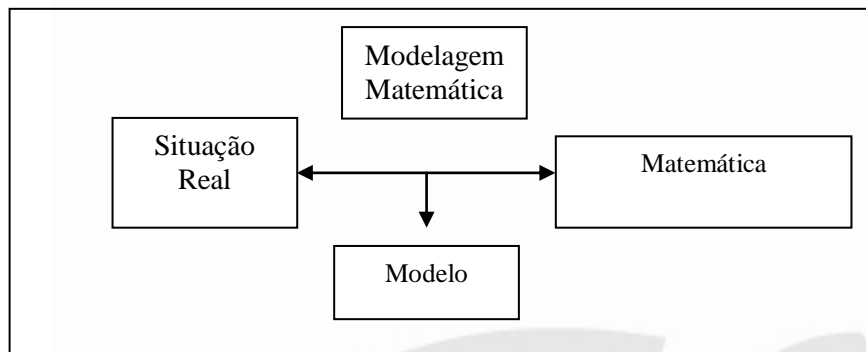


FIGURA 1 – Esquema do processo de modelagem matemática.  
Fonte: BIEMBENGUT (2003:13).

Ainda de acordo com Bassanezi (2004), Modelagem Matemática é um processo dinâmico utilizado para a obtenção e validação de modelos matemáticos. É uma forma de abstração e generalização com a finalidade de previsões e tendências. A modelagem consiste, essencialmente, na arte de transformar situações da realidade em problemas matemáticos cujas soluções devem ser interpretadas na linguagem usual. A modelagem eficiente permite fazer previsões, tomar decisões, explicar e entender; enfim, participar do mundo real com capacidade de influenciar em suas mudanças (BASSANEZI, 2004:31).

## 2.6 O modelo gravitacional

Várias abordagens têm sido sugeridas para o estudo (e previsões) dos fluxos turísticos. As mais tradicionais utilizam-se de variáveis socioeconômicas, tais como idade, renda, nível educacional ou ocupação. Em alguns estudos (MOUTINHO e TRIMBLE, 1991 ou SMITH, 1985 apud NYAUPANE, 2003), aproveitando o desenvolvimento dos computadores e a facilidade e agilidade de cálculos, procurou-se incluir variáveis geográficas e de posição, tais como distância da residência até o destino turístico, distribuição espacial dos atrativos turísticos ou urbanização. Dentre essas variáveis geográficas, a distância é uma das mais importantes e pode ser estudada por meio de um modelo gravitacional. Esse modelo pode ser utilizado para estimativas futuras de fluxos. Podem-se analisar dados e situações reais e fazer previsões.

Foi o britânico Isaac Newton (1642-1727) a enunciar a famosa lei da Gravitação Universal: “Tudo se passa como se matéria atraísse matéria na razão direta do produto das massas e na razão inversa do quadrado da distância” (CARRON, 2002). Em 1687, com a publicação do livro “*Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*”, Newton lançou as bases da Física Clássica, propondo a lei da gravitação universal para explicar os movimentos dos planetas em torno do Sol. Os planetas são mantidos em órbita devido a uma ação mútua, ou seja, devido à força de atração entre o Sol e os planetas.

Exaustivamente verificada por processos experimentais, a lei da gravitação universal de Newton foi um passo decisivo na Astronomia. Ela permite explicar e prever as trajetórias de todos os corpos sob ação gravitacional (TAVALERA, 2005).

A fórmula criada por Newton é:

$$F = G \frac{M_1 M_2}{d^2} \quad (1)$$

em que:  $F$  é a força de atração entre as massas de dois corpos,  $M_1$  é a massa de um dos corpos,  $M_2$  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.

Na segunda metade do século XIX iniciou-se a aplicação do modelo gravitacional de Newton em outras áreas do conhecimento que não fosse a Física. Hoje esse modelo é muito difundido e aplicado em diversas áreas, principalmente por ser de simples entendimento.

A primeira aplicação conhecida de modelagem gravitacional para explicar interações no espaço territorial em atividades humanas deve-se a Carey (1865), ainda que, nesse caso, com uma abordagem de cunho socioeconômico (MATIAS, 2003:15). Recentemente, ainda nesse contexto, a modelagem gravitacional ganhou expressão nomeadamente por parte da geografia econômica, uma vez que sua lógica permite – entre outras coisas – instrumentalizar o elemento distância no âmbito da análise das relações comerciais entre países e regiões. Efetivamente, partindo da equação (1) e fazendo algumas adaptações pode-se confirmar teoricamente a noção intuitiva de que os fluxos comerciais tendem a ser maiores entre os países mais próximos geograficamente.

Em estudos de Tinbergen (1962) e Pöyhönen (1963), constata-se que a correlação negativa entre os fluxos comerciais e a distância entre os mercados de origem e o destino verifica-se genericamente para todos os países, independentemente das suas diferenças de riqueza, grau de desenvolvimento, cultura, sistema político, história e organização societária.

Para Vietze (2008:4), em economia, os modelos gravitacionais possuem uma já estabelecida e longa história na análise de fluxos de dados. Além do mais, são motivados pelo seu sucesso empírico em explicar o comércio internacional. O mesmo autor afirma ainda que, além do comércio internacional, a equação gravitacional também pode ser aplicada a uma gama de “interações sociais” como imigração, estudos regionais ou investimentos estrangeiros diretos. A equação gravitacional pode ser aplicada também no campo do turismo.

Nos fenômenos sociais, a variável dependente é a força de interação entre dois elementos sociais que representariam as “massas” no modelo tradicional de Newton. Esses elementos sociais poderiam ser: a população, o PIB, as quantidades de leitos disponíveis em hotéis, a quantidade de empresas de alimentação, as instituições de ensino, enfim qualquer tipo de elemento com caráter social.

Praticamente qualquer tipo de fenômeno que envolva interações sociais pode ser descrito pelo modelo gravitacional. A força de interação entre dois elementos sociais é dada em função da massa dos dois elementos e da força de atrito entre eles. No modelo de Newton, as massas são medidas em quilogramas, e nas ciências sociais, essa grandeza deve ser medida em uma unidade de acordo com o elemento social considerado (SANTOS, 2004:93).

Logo, como se trata de turismo, a variável dependente refere-se aos fluxos turísticos entre os países, medidos em termos de quantidade de turistas. O modelo proposto busca determinar a dinâmica dos fluxos turísticos entre os países emissores e o Brasil, partindo de alguns fatores escolhidos.

No modelo, o fluxo de saída de uma localidade emissora é entendido como uma força repulsiva, que “obriga” o turista a sair de sua localidade para visitar outra. E a localidade de destino é caracterizada pela força de atração, que também “obriga” o turista a sair de sua localidade, atraindo-o para o destino. Essas forças são maiores ou menores quanto maiores ou menores forem os atrativos turísticos de uma localidade destino, ou quanto mais estruturados estes destinos estiverem em termos de equipamentos turísticos e de apoio. Por outro lado, os preços praticados nos destinos podem ser encarados como uma relação inversa, ou seja, quanto maiores os preços, menos atração essa localidade exercerá.

Além dessas forças de atração e repulsão, os fluxos turísticos sofrem uma força de atrito, que é explicada pela força que aproxima ou distancia duas localidades, dificultando o fluxo entre elas. Segundo Santos (2004:104), as principais determinantes da força de atrito são os aspectos econômicos comparativos entre origem e destino, a distância geográfica, suas relações culturais e sociais, a configuração do sistema de distribuição e as relações legais bilaterais.

## 2.7 Estatística multivariada e análise de agrupamentos

Outro estudo que pode ser feito é a Análise de Agrupamentos, “também conhecida como análise de conglomerados, classificação ou *cluster*” (MINGOTI, 2005:155). O seu objetivo é agrupar elementos similares, de acordo com uma série de variáveis previamente definidas, ou seja, elementos que fiquem num mesmo agrupamento devem possuir uma homogeneidade e os elementos que fiquem em grupos diferentes devem possuir uma alta heterogeneidade, ou, de acordo com Bussab (1990), é uma variedade de técnicas e de algoritmos cujo objetivo é separar objetos em grupos similares.

Segundo Mingoti (2005:156), uma questão importante refere-se ao critério a ser utilizado para se decidir até que ponto os elementos de um conjunto de dados podem ou não ser considerados como semelhantes.

Para cada elemento amostral têm-se informações de p-variáveis armazenadas em um vetor, a comparação de diferentes elementos amostrais poderá ser feita através de medidas matemáticas (métricas, que possibilitem a comparação de vetores, como as medidas de distância. Assim, podemos calcular as distâncias entre vetores, de observações dos elementos amostrais e agrupar aqueles de menor distância” (MINGOTI, 2005: 156)

A análise de agrupamentos é útil, quando uma pesquisa possuir uma quantidade grande de observações que não apresentem significado a não ser agrupadas em subgrupos semelhantes (HAIR, 2005:384). Essa análise pode também ser útil no desenvolvimento de hipóteses relativas à natureza dos dados ou no exame de hipóteses previamente estabelecidas. Além disso, pode-se usar a Análise de Agrupamentos como uma ferramenta “descritiva dos dados, sem base teórica e não inferencial. É usada principalmente como uma técnica exploratória” (HAIR, 2005:385).

A similaridade entre as observações pode ser medida de várias maneiras, dentre elas a Distância Euclidiana, que é a medida mais usada para representar similaridades entre duas observações. Essencialmente, “é uma medida do comprimento de um segmento de reta desenhado entre dois objetos” (HAIR, 2005:382). Neste trabalho, as variáveis serão analisadas por meio do software EXCEL com pacote StatistiXL próprio para análises multivariadas, para se criar os agrupamentos e colocá-los na forma de gráficos chamados Dendogramas.

## 3. Metodologia

Os dados utilizados na pesquisa são: FLUXO (Fluxo de turistas a partir do país emissor em direção ao Brasil), PIB (Produto interno bruto do país emissor), IDH (Índice de desenvolvimento humano do país emissor), POPULAÇÃO (População absoluta do país emissor) e DISTÂNCIA (em km) da capital do país até Brasília.

Um problema que se apresenta é como calcular as distâncias entre os países, já que esta é uma noção questionável. Mesmo com suas limitações, a opção aqui escolhida foi medir a distância euclidiana entre as capitais dos países e, para tal fim, foi utilizado o software de geoprocessamento MAPINFO, através de sua ferramenta de medir distâncias em um mapa mundi digitalizado e registrado. O procedimento de registro informa ao software as coordenadas geográficas de um mapa digitalizado, permitindo assim obter as distâncias como se o pesquisador estivesse no mundo real, pois agora cada parte do mapa digitalizado corresponde a uma coordenada real.

### 3.1 Modelo gravitacional aplicado ao turismo

A equação (1), quando aplicada aos fluxos comerciais, pode ser escrita da seguinte forma (MATIAS, 2003:17):

$$E_{ij} = \frac{cY_i^\alpha Y_j^\beta}{D_{ij}^\theta} = cY_i^\alpha Y_j^\beta D_{ij}^{-\theta} \quad (2)$$

em que  $E_{ij}$  são as exportações entre os países  $i$  e  $j$ ,  $c$  é uma constante,  $Y_i$  é a renda do país  $i$ ,  $Y_j$  é a renda do país  $j$ , e  $D_{ij}$  é a distância entre os países  $i$  e  $j$ , sendo  $\alpha, \beta$  e  $\theta$  parâmetros a estimar, representando as elasticidades das exportações relativa à renda e à distância.

Linearizando a expressão (2), obtém-se:

$$\ln E_{ij} = \ln c + \alpha \ln Y_i + \beta \ln Y_j - \theta \ln D_{ij} \quad (3)$$

Nota-se, na expressão acima, que os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  são precedidos por sinais positivos, enquanto  $\theta$  é precedido pelo sinal negativo. Como todos os valores desses parâmetros são positivos, a equação está de acordo com a suposição de que a distância afeta inversamente (negativamente) os fluxos comerciais.

Sendo o turismo um bem econômico, de natureza intrinsecamente exportável, a expressão 2 pode ser aplicada ao setor, bastando para isto considerar em  $E_{ij}$  as exportações de bens turísticos entre países  $i$  e  $j$ , passando os parâmetros  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\theta$  a serem interpretados como as elasticidades das exportações turísticas relativamente à renda e à distância (MATIAS, 2003:17).

Ao aplicar essa equação aos fluxos turísticos entre o Brasil e alguns países, tomando como variável dependente os fluxos turísticos de um país  $i$  oriundo do país  $j$  ( $E_{ij}$ ), enquanto a variável explicativa é a distância entre os países  $i$  e  $j$ , pode-se comprovar a hipótese de que a distância é um fator relevante para o fluxo turístico, usando a equação (3).

Usou-se, neste trabalho, uma modelagem gravitacional do tipo descritiva, na qual são analisados os fluxos turísticos entre o Brasil e alguns dos principais países emissores de turistas no mundo. Os países foram escolhidos de modo a se ter representantes de todos os principais continentes, pela relevância nos fluxos turísticos internacionais e pela disponibilidade de dados. Foram eles: da América do Norte, os EUA e o México; da Europa, a Espanha, o Reino Unido, Portugal, a França, a Itália e a Alemanha; da Ásia, o Japão e a China; da Oceania, a Austrália e da América do Sul, a Argentina, o Uruguai, o Chile, a Bolívia, o Paraguai, o Peru, a Colômbia, o Equador e a Venezuela.

Como variável de atrito, usar-se-á a distância calculada entre as capitais dos países e a capital brasileira e, como “massas”, o PIB dos países e o IDH. Ao aplicar essas variáveis na equação 2 tem-se:

$$F_{ij} = \frac{cPIB_i^\alpha \cdot IDH_i^\beta}{D_{ij}^\theta} \quad (4)$$

que, linearizada, fica:

$$\ln F_{ij} = \ln c + \alpha \ln PIB_i + \beta \ln IDH_i - \theta \ln D_{ij} \quad (5)$$

em que,  $F_{ij}$  representa o fluxo turístico para o Brasil a partir do país  $i$ ,  $D_{ij}$  é a distância do Brasil ao país  $i$ , o  $PIB_i$  e  $IDH_i$  são respectivamente o PIB e o IDH do país  $i$ .

Propõe-se usar o PIB e o IDH por suas relevâncias na explicação do volume de turistas que chegam ao Brasil, na medida em que constituem uma avaliação de dimensões como rendimento e qualidade de vida, indispensáveis para a procura de um bem de luxo como o turismo. Para estimar os parâmetros e validar o modelo gravitacional aplicado ao turismo, usam-se métodos estatísticos de regressão múltipla. Por meio desses métodos, buscou-se verificar se os fluxos turísticos realmente dependem negativamente da distância e positivamente do PIB do país de origem e de seu IDH.

A regressão múltipla é usada para analisar a relação entre uma única variável dependente, neste caso o fluxo turístico, e diversas variáveis independentes, nesse caso o PIB, o IDH e a Distância. O seu objetivo é usar as variáveis independentes, cujos valores são conhecidos, para prever os valores da variável dependente ou para testar algum modelo, como o gravitacional no caso deste trabalho, já que se conhecem os possíveis valores da variável dependente (o fluxo turístico).

#### 4. Análise dos Resultados

##### 4.1 Análise exploratória

A Tabela 5 sumariza os dados obtidos por meio do software MAPINFO. Esses dados foram usados para testar o modelo gravitacional. Pode-se observar que os maiores fluxos turísticos para o Brasil ocorrem de países longínquos como os EUA, Portugal, a Alemanha, a Itália e a França. Apenas a Argentina e o Uruguai aparecem como países próximos que possuem grandes fluxos. A Bolívia (que faz fronteira com o Brasil) e o Peru apresentam fluxos parecidos com o longínquo Japão. A Colômbia, o Equador e a Venezuela apresentam fluxos parecidos com a China e a Austrália. A mera observação da tabela, então, não sugere que a distância seja um fator importante nestes fluxos turísticos, conforme a hipótese.

TABELA 5 – Fluxo, PIB, IDH, Distância e População dos principais emissores de turistas para o Brasil

	Fluxo para o Brasil <sup>1</sup>	PIB (milhões US\$) <sup>2</sup>	IDH <sup>3</sup>	População <sup>4</sup>	Distância ao Brasil (km) <sup>5</sup>
Argentina	992.299	183.193	0,863	39.356.000	2.456
EUA	793.559	12.416.505	0,948	302.711.000	6.799
Portugal	357.640	183.305	0,904	10.571.000	7.286
Uruguai	341.647	16.791	0,851	3.200.000	2.308
Alemanha	308.598	2.794.926	0,932	82.200.000	9.600
Itália	303.878	1.762.519	0,940	58.432.000	8.913
França	252.099	2.126.630	0,942	63.363.000	8.733
Paraguai	249.030	7.328	0,757	6.033.000	1.612
Espanha	172.979	1.124.640	0,938	44.871.000	7.745
Chile	169.953	115.248	0,859	16.580.000	3.253
Reino Unido	169.514	2.198.789	0,940	60.836.000	8.802
México	73.118	768.438	0,921	105.200.000	6.838
Bolívia	68.670	9.335	0,692	9.828.000	2.296
Japão	68.066	4.533.965	0,949	127.781.000	17.673
Peru	60.251	79.379	0,767	28.068.000	3.299
Venezuela	48.598	140.192	0,784	27.500.000	3.683
Colômbia	47.230	122.309	0,790	47.517.000	3.930

Austrália	20.949	732.499	0,957	20.908.000	14.145
China	18.017	2.234.297	0,768	1.320.668.000	14.253
Equador	15.149	36.489	0,765	13.730.000	3.991

Fonte: <sup>1</sup> OMT (2007) - Documento: Arrivals of non-resident tourists at national borders, by country of residence, <sup>2</sup><http://portalsepin.seplan.go.gov.br>, <sup>3</sup>Development Programme Report das Nações Unidas elaborado em 2006, <sup>4</sup> <http://portalsepin.seplan.go.gov.br>, <sup>5</sup> Valores calculados com o programa Mapinfo

Pelos dados apresentados na Tabela 5, nota-se que a maioria dos países (12) apresenta fluxos de até 200.000 turistas. Se forem considerados também os 6 países com fluxos abaixo de 400.000, verifica-se que a grande maioria dos países analisados (18 entre 20) enviaram menos de 500.000 turistas para o Brasil no ano de 2006. Quatorze países possuem PIB abaixo de 2 trilhões de dólares, enquanto seis deles (a França, o Reino Unido, a China, a Alemanha, o Japão e os Estados Unidos) possuem PIB superior. O IDH apresenta uma distribuição mais homogênea, com uma leve predominância de países com IDH acima de 0,9. Quanto à distância entre as capitais dos países emissores e Brasília, medidas no mapa, verifica-se que a maior parte dos países emissores encontra-se mais próxima (17 países com distância menor ou igual a 10.000 km). Finalmente, em relação à população, verifica-se que 19 países emissores de turistas possuem população abaixo de 250.000.000 de habitantes.

Utilizou-se a matriz de dispersão de dados métricos, que é uma matriz resumo das relações e correlações entre todas as variáveis em estudo. A Tabela 6 apresenta a matriz obtida por meio do software Excel.

TABELA 6. Matriz de dispersão de variáveis métricas

FLUXO	1	0,182	0,0009	0,057	0,008
PIB		1	0,208	0,13	0,075
IDH			1	0,374	0,011
Dist				1	0,201
Pop					1
	FLUXO	PIB	IDH	Dist.	Pop.

Fonte: Elaborado pelos autores

Essa matriz mostra as correlações bivariadas acima da diagonal e os diagramas de dispersão, abaixo da diagonal. A diagonal representa a distribuição de cada variável. Todos os valores de  $R^2$  das correlações bivariadas são muito pequenos, mostrando que não existe uma correlação entre estas variáveis, o que indica que, por exemplo, o IDH independe do tamanho da população (correlação = 0,011, ou seja, apenas 1,1% dos valores observados do IDH possuem correlação com a população). Esse resultado pode ser visualizado no diagrama de dispersão (abaixo da diagonal – terceiro gráfico contando a partir da esquerda, na última linha). Observa-se que os pontos estão dispersos e afastados da reta de ajuste.

Pela matriz de dispersão de variáveis métricas (Tab.6), verifica-se que as correlações obtidas são fracas, conseqüentemente não existe uma correlação entre as variáveis. A correlação mais forte foi entre o Fluxo e o PIB dos países emissores, que ficou em 0,182 ou seja, 18% dos valores dos fluxos turísticos podem ser explicado pelo PIB desses países.

Por essa exploração inicial não se pode inferir que o fluxo turístico para o Brasil possua alguma relação com as variáveis estudadas.

## 4.2 Análise de agrupamentos

Pelo dendograma criado pela análise de agrupamentos (FIG.2) não se verifica grupos ou agrupamentos muito destacados, segundo as variáveis consideradas. Apesar disso, sete grupos pouco marcantes podem ser extraídos: o primeiro seria formado por Equador, Portugal, Bolívia, Paraguai, Chile, Uruguai, Austrália, Venezuela e Peru. Um segundo grupo, muito pouco distante do primeiro, seria formado por Espanha, Argentina e Colômbia. O terceiro grupo, mais destacado dos demais, porém com pouca diferença, seria formado por Reino Unido, França e Itália. Alemanha estaria sozinha num quarto grupo. No quinto, Japão e México. Os EUA formaria sozinho o grupo seis e a China também sozinha, o grupo sete.

Desses grupos, observa-se que os quatro primeiros não possuem diferenças significativas entre eles, sendo todos muito próximos. Apenas nos três últimos grupos (Japão e México – EUA – China) é que se pode destacar uma diferença relevante, evidenciando que através dos dados escolhidos (PIB, POPULAÇÃO, IDH e DISTÂNCIA) não se pode separar ou explicar os fluxos turísticos de maneira consistente.



FIGURA 2. Dendograma (países emissores)

Fonte: Elaborado pelos autores

## 4.3 Resultado da aplicação do modelo gravitacional ao turismo

A estimativa pela regressão múltipla, utilizando-se o software EXCEL permite comprovar a hipótese de que a distância é uma força repulsiva do fluxo turístico, enquanto o PIB e o IDH são forças atrativas. Essa regressão apresenta os seguintes valores para os parâmetros - que indicam as elasticidades - da equação (5):

$$\alpha = 0,3868, \beta = 9,0161, \theta = -2,2804 \text{ e } c = -34,36 \quad (6)$$

o que leva à equação final:

$$\ln F_i = -34,36 + 0,3868 \cdot \ln PIB_i + 9,0161 \cdot \ln IDH_i - 2,2804 \cdot \ln D_i \quad (7)$$

em que:

$F_i$  = Fluxo turístico do país  $i$  ao Brasil

$PIB_i$  = PIB do país  $i$

$IDH_i$  = Índice de desenvolvimento humano do país  $i$

$D_i$  = Distância do país  $i$  até Brasília

Por meio da equação (7), pode-se construir a Tabela 7, na qual são mostrados os valores reais dos fluxos turísticos e os calculados pelo modelo. As variáveis na tabela são o logaritmo neperiano do fluxo real, representado por  $\ln(\text{Fluxo real})$  e o logaritmo neperiano do fluxo calculado pelo modelo, representado por  $\ln(\text{Fluxo calculado pelo modelo})$

TABELA 7 –  $\ln(\text{Fluxo real})$  e  $\ln(\text{Fluxo calculado pelo modelo})$

		$\ln(\text{Fluxo})$ REAL	$\ln(\text{fluxo})$ MODELO	Diferença absoluta (real – modelo)	Desvio (%) $\left( \frac{\text{valor real} - \text{valor do modelo}}{\text{valor real}} \times 100 \right)$
1	Argentina	13,81	13,48	0,33	2,4
2	EUA	13,58	13,63	0,05	0,4
3	Portugal	12,79	11,42	1,37	10,7
4	Uruguai	12,74	12,57	0,17	1,3
5	Alemanha	12,64	12,12	0,52	4,1
6	Itália	12,62	12,19	0,44	3,5
7	França	12,44	12,32	0,11	0,9
8	Paraguai	12,43	12,01	0,41	3,3
9	Espanha	12,06	12,31	0,25	2,1
10	Chile	12,04	12,62	0,57	4,8
11	Reino Unido	12,04	12,30	0,26	2,1
12	México	11,20	12,28	1,08	9,7
13	Bolívia	11,14	10,49	0,65	5,8
14	Japão	11,13	11,08	0,05	0,5
15	Peru	11,01	11,42	0,41	3,7
16	Venezuela	10,79	11,59	0,79	7,4
17	Colômbia	10,76	11,45	0,69	6,4
18	Austrália	9,95	10,95	1,00	10,1
19	China	9,80	9,38	0,41	4,2
20	Equador	9,63	10,66	1,03	10,7

Fonte: Elaborado pelos autores

Nota-se que as diferenças entre os fluxos reais e os fluxos calculados pelo modelo são pequenas em quase todos os casos, com exceção de Portugal, do México, da Austrália e do Equador (diferenças próximas à 10%). Os países cujos fluxos mais se enquadraram no modelo foram os EUA e o Japão (diferenças próximas a 0) além do Uruguai e da França. Esse resultado quer dizer que a equação gravitacional encontrada pode explicar bem os fluxos turísticos entre os países, pois as diferenças entre os fluxos reais e os fluxos calculados pela equação são pequenas.

Usando esse modelo, obtém-se a comprovação empírica da grande relevância dos fatores distância, PIB e IDH nos fluxos turísticos para o Brasil, ficando explicado do ponto de vista teórico o grande fluxo de argentinos, norte-americanos e uruguaios, respectivamente primeiro, segundo e quarto maiores fluxos turísticos para o Brasil. No caso da Argentina e do Uruguai, explica-se pela pouca distância e pelos bons índices de PIB e IDH, já no caso dos EUA, apesar de ter uma distância um pouco maior, ela é compensada pelo grande valor do PIB.

Já os casos dos outros países sul-americanos (Peru, Bolívia, Venezuela e Equador), que possuem pouco fluxo, pode-se considerar que a “distância” entre eles e o Brasil é grande em virtude das poucas e precárias vias de ligações existentes entre estes países, além de seus valores baixos para o PIB e o IDH.



Nas regressões múltiplas, um valor muito importante é o chamado  $R^2$  (coeficiente de determinação). Esse valor corresponde “ao grau de ajustamento da equação de regressão múltipla aos dados amostrais” (TRIOLA, 1999:256), ou seja, é um índice que indica quanto o modelo está fazendo previsões de forma correta. O valor encontrado de  $R^2$  foi de 0,704 o que indica um bom ajuste entre a variável dependente  $F_i$  e as independentes  $D_i$ ,  $IDH_i$  e  $PIB_i$  (70,4% dos fluxos turísticos são explicados diretamente pelo IDH e pelo PIB do país e inversamente pela Distância do país até o Brasil).

O modelo revela uma relação positiva entre os índices escolhidos IDH e PIB, e o fluxo turístico. No caso do PIB, a elasticidade calculada foi de 0,3868 e indica que um aumento de 1% no PIB do país emissor produz um aumento de 0,39 % no fluxo turístico para o Brasil. O valor negativo para o parâmetro da distância confirma que ela e os fluxos turísticos estão inversamente correlacionados, ou seja, quanto maior a distância menor o fluxo turístico.

Mudando algum parâmetro, como por exemplo, substituindo o IDH pela POPULAÇÃO (TAB. 5) do país emissor, os valores mudam, como apresentado na Tabela 8. Além disso, o parâmetro  $R^2$  se modifica, diminuindo seu valor para 0,611 (ou seja, agora, apenas 61,1% dos fluxos turísticos são explicados diretamente pela POPULAÇÃO e pelo PIB do país e inversamente pela Distância do país até o Brasil).

TABELA 8 –  $\ln(\text{Fluxo real})$  e  $\ln(\text{Fluxo calculado pelo modelo, usando População})$

	PAÍS	$\ln(\text{FLUXO REAL})$	$\ln(\text{Fluxo calculado})$ MODELO
1	Argentina	13,81	12,95
2	EUA	13,58	13,74
3	Portugal	12,79	11,21
4	Uruguai	12,74	12,17
5	Alemanha	12,64	12,17
6	Itália	12,62	12,08
7	França	12,44	12,31
8	Paraguai	12,43	11,69
9	Espanha	12,06	12,18
10	Chile	12,04	12,39
11	Reino Unido	12,04	12,33
12	México	11,20	11,40
13	Bolívia	11,14	10,90
14	Japão	11,13	10,96
15	Peru	11,01	11,58
16	Venezuela	10,79	11,99
17	Colômbia	10,76	11,33
18	Austrália	9,95	10,73
19	China	9,80	9,13
20	Equador	9,63	10,78

Fonte: Elaborado pelos autores

Não se usou a variável população diretamente neste estudo pois, como diz Vietze (2008), “a população é uma variável altamente correlacionada pela área do país assim como o PIB.” Ou seja, a utilização do PIB, deve apresentar inter-relação com a variável população.

De qualquer forma, a mudança de algum parâmetro pode influenciar no modelo e torná-lo menos fiel à realidade. Com as atuais facilidades da computação, podem-se testar vários parâmetros e ajustar o modelo de acordo com os dados originais, de forma a se encontrar os que melhor se ajustem.

## 5. Conclusões

Este trabalho buscou analisar que fatores favorecem ou prejudicam os fluxos turísticos internacionais para o Brasil. Aplicou-se o modelo gravitacional de Isaac Newton que é usado amplamente na Física e que, aos poucos, vem sendo usado também para modelar quantitativamente problemas típicos das Ciências Humanas e Sociais. Buscou-se explicar e criar um modelo no qual a variável distância tem notadamente uma forte influência nos fluxos de turistas. Os resultados obtidos a partir da aplicação do modelo permitiram afirmar que, pelo fato do coeficiente de regressão ( $R^2$ ) ter sido alto (70,4%), a distância é um fator que influencia negativamente o fluxo turístico e que a renda e o PIB dos países emissores são fatores que influenciam positivamente. Dentre os aspectos geográficos, a distância tem um forte peso, pois o Turismo tem a peculiaridade de possuir uma mercadoria imóvel, em que o consumidor é que deve se deslocar até ela, justificando a utilização da geografia econômica e os modelos gravitacionais.

Os resultados mostram que os fluxos turísticos podem ser explicados pela equação que descreve a interação gravitacional de Newton, usando PIB e IDH como variáveis diretamente proporcionais e Distância como uma variável inversamente proporcional.

## Referências

ANDRADE, José R. de Lima. *Metodologia da estimação da demanda por turismo doméstico no Brasil: aspectos teóricos e evidências empíricas*. Revista de Economia, v. 33, n. 1 (ano 31), p. 117-136, jan./jun. 2007. Editora UFPR.

ASSIS, Lenilton Francisco de. *Turismo sustentável e globalização: impasses e perspectivas*. Revista da Casa Geográfica de Sobral, Sobral/CE, v. 4/5, 2003. p. 131-142.

BANCO MUNDIAL - *World Development Indicators database, World Bank, 23 April 2007* – Relação do PIB dos países – <http://web.worldbank.org/>

BASSANEZI, Rodney Carlos. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. São Paulo: Editora Contexto, 2004.

BIEMBENGUT, Maria Salett; HEIN, Nelson. *Modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Editora Contexto, 2003.

BOYER, Marc. *História do turismo de massa*. Bauru, SP: EDUSC, 2003.

BUSSAB, Wilton de Oliveira *et al.* *Introdução à análise de agrupamentos*. Associação brasileira de Estatística – 9º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. São Paulo, 1990.

CARRON, Wilson. *As faces da Física: volume único*. São Paulo: Editora Moderna, 2002.

FMI, Fundo Monetário Internacional - *World Economic Outlook Database-April 2007* – Relação da População dos países – Disponível em: <http://www.imf.org/external/pubs/2007/01/data/index.aspx>. Acesso em novembro de 2007.

GARCIA, Esther Martinez. *Flujos Regionales Del Trismo Doméstico en España*. Artigo. Girona, March 2002.

GODINHO, Célia; ALBUQUERQUE, Maria Luis. *Turismo – Diagnóstico Prospectivo*. Lisboa, Portugal: GEPE – Gabinete de estudos e prospectiva econômica do Ministério da Economia, 2001.

HAIR, Joseph F; Tathan, Ronald L.; Aderson, Rolph E.; Black, William. *Análise multivariada de dados*. Porto Alegre: Editora Bookman, 2005.

HEILBRONER, Robert L.; THUROW, Lester C. *Introdução à microeconomia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara, 1981.

- IBGE. *Conta satélite do turismo – CST. Um marco macroeconômico para análise do Turismo*. Agosto 2005
- IBGE. *Economia do turismo – Análise das atividades características do turismo 2003*. Rio de Janeiro: IBGE 2006. Disponível em: [http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/setur/dadosestatisticos/economia\\_ibge.pdf](http://www.joaopessoa.pb.gov.br/secretarias/setur/dadosestatisticos/economia_ibge.pdf)
- IGNARRA, Luiz Renato. *Fundamentos do Turismo*. São Paulo: Editora Pioneira, 1998.
- JIMÉNEZ, Ezequiel Uriel; MARTÍN, Raúl Hernández. *Análisis y tendencias Del turismo*. Espanha: Ediciones Pirâmide, 2004.
- LAGE, Beatriz Helena Gelas; FEITOSA, Wilian Ramalho. *O turismo de negócios gerado pelas empresas em São Carlos*. VI SEMEAD, 2002. Núcleo de Turismo da Universidade de São Paulo – NT/USP.
- LANFANT, Marie-Françoise. *International Tourism, Internationalization and the Challenge to Identity*. Londres: SAGE Studies in International Sociology 47. 1995.
- MASSIEU, Antonio. *Análisis y tendencias Del turismo*. Madrid: Ediciones Pirâmide, 2004.
- MATIAS, Avaro. *Economic Geography, Gravity and Tourism Trade: Theory, empirical results and policy implications*. Artigo apresentado na Conferência Internacional comemorativa dos 30 anos da Universidade de Coimbra. Coimbra, 2003
- MINGOTI, Sueli Aparecida. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MTUR – Ministério do Turismo. Online. Disponível em: [http://200.143.12.93/system/modules/br.gov.turismo.dadosfatos/templates/home/home\\_resultado\\_busca\\_geral.js p?tagsNone=%20movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20passageiros](http://200.143.12.93/system/modules/br.gov.turismo.dadosfatos/templates/home/home_resultado_busca_geral.js p?tagsNone=%20movimenta%C3%A7%C3%A3o%20de%20passageiros). Acesso em 20/08/2009.
- NYAUPANE, Gyan...[et. al.]. *Does distance matter? Differences in characteristics, behaviors, and attitudes of visitors based on travel distance*. 2003. Pages 74-81 in MURDY, James, comp., ed 2004. Proceedings of the 2003 Northeastern Recreation Research Symposium.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT – *Conta Satélite do Turismo (CST)*. Madrid: 1999.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT – *Turismo Internacional*. 2 ed, 2003.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT – *Arrivals of non-resident tourists at national borders, by country of residence*. 2007 [s.n.t.]
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT. *Comunicados de prensa-El turismo mundial ante la crisis económica y la amenaza de la gripe*. Madrid, 2009. Disponível em: [http://www.unwto.org/media/news/sp/press\\_det.php?id=4181&idioma=S](http://www.unwto.org/media/news/sp/press_det.php?id=4181&idioma=S). Acesso em maio de 2009.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT. *WORLD TOURISM BAROMETER*. Madrid: Organização Mundial do Turismo, v. 6, n. 1, jan.2008 Disponível em: [http://www.world-tourism.org/facts/eng/pdf/barometer/UNWTO\\_Barom08\\_1\\_excerpt\\_en.pdf](http://www.world-tourism.org/facts/eng/pdf/barometer/UNWTO_Barom08_1_excerpt_en.pdf). Acesso em maio de 2008.
- ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DO TURISMO – OMT. *Facts & Figures*. Madrid, 2007. Disponível em: <http://www.world-tourism.org/facts/wtb.html>. Acesso em abril de 2008.
- PÖYHÖNEN, Pentti. A Tentative Model for the Volume of Trade Between Countries, *Weltwirtschaftliches Archive*, v. 90, n. 11963.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. *Relatório do Desenvolvimento Humano*. New York, USA. 2006.

RAGSDALE, Cliff T. *Spreadsheet Modeling and Decision Analysis*. USA: Editora Thomson – South-western, 2004.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. *Modelo gravitacional do turismo: proposta teórica e estudo empírico dos fluxos turísticos no Brasil*. São Paulo: Escola de Comunicação e Artes da USP, 2004. 176 p. (Dissertação, Mestrado em Ciência da Comunicação).

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira; FAGLIARI, Gabriela Scuta. *Práticas e usos da estatística no turismo*. RETUR. Revista Eletrônica de Turismo, Campo Largo, v. 2, n. 2, 2003.

SILVA, Jorge Antônio Santos. *A localização das atividades turísticas no espaço: uma análise sob a perspectiva do desenvolvimento urbano-regional*. Revista de Desenvolvimento Econômico, Salvador, VI (9): 73-82, janeiro 2004.

SONEIRO, Javier Callizo. *Aproximación a la geografía del turismo*. Madrid: Editorial Síntesis, 1991.

TAVALERA, Álvaro Csapo...[et al.]. *Física*. São Paulo: Nova Geração, 2005.

TRIGO, Godoi. *Análises regionais e globais do turismo brasileiro*. São Paulo: Roca, 2005.

Tinbergen, Jan. *Shaping the World Economy: Suggestions for an International Economic Policy*, New York: Twentieth Century Fund, 1962.

TRIOLA, Mário F.. *Introdução à estatística*. 7 ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos LTDA, 1999.

VIETZE, Christoph. *Cultural effects on inbound tourism into the USA: A gravity approach*. Jena Economic Research papers. Jena, Germany, 2008.

WORLD TRAVEL & TOURISM COUNCIL (WTTC) – *World - Travel & Tourism Navigating the Path Ahead: The 2007 Travel & Tourism Economic Research*. Disponível em [www.wttc.org](http://www.wttc.org). Acesso em maio de 2007.

ZAPATA, Tania Regina; ZAPATA, Jesús Cámara. *Turismo, Valorização da Brasilidade e Construção do Capital Social*. Seminário Nacional TURISMO SOCIAL: Diálogos do Turismo. Uma viagem de inclusão. Brasil, Ministério do Turismo, Instituto Brasileiro de Administração Municipal, IBAM, 2006. (360 p.)