

Projeto de Dissertação de Doutoramento

Autor:

Doutoramento em: Matemática (Matemática Aplicada à Gestão de bens e recursos ligados ao Turismo)

Tema da Dissertação: Desenvolvimento de modelo matemático que relacione a *mobilidade humana com a estrutura logística de bens e serviços que sirva o desenvolvimento económico regional na Região Autónoma dos Açores*

Orientadores:

- Orientador - Professor Doutor João Manuel Gonçalves Cabral, professor Associado do Departamento de Matemática e Membro Integrado do Centro de Investigação em Matemática e Aplicações da Universidade de Évora.
- Professor do CIMA/Universidade de Évora, a indicar pelo CIMA
 - Professor Doutor Armindo Frias, Escola Naval de Lisboa

1. Definição do problema a investigar

O turismo desempenha um papel relevante para o desenvolvimento de muitos países e regiões, constituindo-se como uma das atividades com maior relevância económica a nível mundial, com um enorme potencial de crescimento na RA Açores. O turismo de lazer e aventura associado à natureza tem registado uma crescente importância, como forma de cativar turistas e de propiciar o desenvolvimento sustentado.

O turista, quando num determinado destino turístico, pretende usufruir do máximo de bens e serviços que lhe estão acessíveis. A seleção das atividades a desenvolver durante a estadia pode ser um processo complexo para o turista, uma vez que este é composto por uma grande diversidade de bens e serviços e, porque o processo de seleção está sujeito a diversas restrições e à complexidade intrínseca ao ser humano.

Os estudos realizados sobre o processo de decisão dos turistas ponderam os diversos fatores em função de uma probabilidade associada ao perfil do turista. Revestindo-se este processo de grande complexidade e dinamismo, é difícil de atribuir uma quantificação percentual a cada fator que influencia a decisão. Será, pois, adequado edificar o processo com base em matrizes de decisão que tenham em consideração fatores de preferência e de decisão inerentes a cada elemento da rede que alimenta a estrutura económica ligada ao Turismo. Como esses fatores existem em elevado número, e diversidade, originam uma rede global composta por um conjunto de sub-redes interligadas entre si, formando uma rede complexa.

O presente estudo tem por objetivo identificar as bases teóricas que possibilitem a criação de um modelo matemático que simule a movimentação dos turistas durante a sua estadia num determinado destino, especialmente desenhado para territórios descontínuos, como é o caso da Região Autónoma dos Açores

Para além do objetivo específico identificado, a inclusão deste estudo num grupo de trabalho alargado confere-lhe a ambição de contribuir para a efetiva formação do modelo matemático e para a posterior criação de ferramentas informáticas que melhorem a oferta turística dos Açores, ligando-o a um estudo já efetuado sobre a dinâmica do turismo assente em padrões decorrentes do uso de trilhos pedestres e não só na ilha de São Miguel, na RA Açores.

2. Revisão da literatura relevante

2.1. Importância do turismo

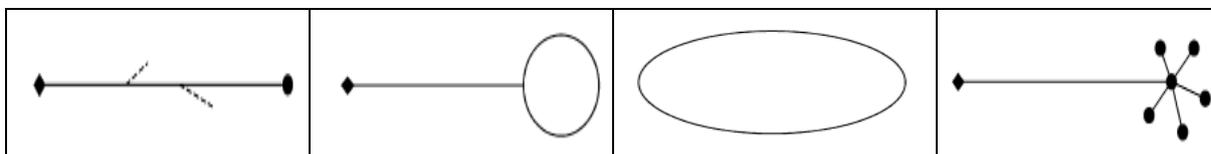
O turismo é uma das atividades com maior relevância para a economia mundial e para o desenvolvimento de diversos países e regiões (Baggio, 2008), (Miguéns & Mendes, 2008), (OECD, 2014). Essa importância não se restringe à economia, Crouch e Ritchie (1999) identificam um conjunto de impactos económicos, sociais, físicos, psicológicos, culturais e políticos positivos. De acordo com Bernardo Trindade (Turismo de Portugal IP, 2011), o turismo assume um papel central na economia portuguesa, sendo líder nas exportações, na sustentabilidade, na inovação e na criação de emprego. Pelas suas características, o turismo contribui, como nenhuma outra atividade, para a correção de assimetrias e para a criação de emprego, sendo um dos principais motores do desenvolvimento regional em Portugal.

2.2. O processo de decisão na mobilidade Intra destino dos turistas

A tomada de decisão é um processo que pode ser concretizado de forma intuitiva ou fundamentada em documentação e conhecimento anterior. Para se tomar uma decisão fundamentada será necessário conhecer: (1) o problema; (2) o objetivo da tomada de decisão; (3) os critérios e subcritérios subjacentes; (4) os fatores e grupos de influência; (5) as alternativas possíveis (Saaty, 2008, p. 84).

O processo de decisão dos turistas realiza-se em duas fases, uma de planeamento anterior à viagem onde se definem os parâmetros gerais da viagem, e uma segunda fase de modificação, durante a viagem, onde se definem os detalhes da mesma (Bansal & Eiselt, 2004). Por outro lado, no estudo da mobilidade dos turistas, duas perspetivas são passíveis de tomar, uma primeira referente à deslocação entre ponto de origem e o destino turístico, normalmente associada à fase de planeamento, tendo merecido vasta atenção da academia. A segunda está associada aos movimentos dos turistas dentro de um determinado destino turístico, possuindo este maior afinidade com a fase de modificação, sendo ainda escassos os estudos académicos a ela associados (Bansal & Eiselt, 2004) (Lew & McKercher, 2006).

O turista, ao movimentar-se num destino tem a necessidade de realizar escolhas, seja dos pontos turísticos a visitar, itinerários ou formas de deslocação a adotar, de acordo com as suas preferências e restrições. A seleção do itinerário pode ser planeado com antecedência ou ser realizada de forma dinâmica em cada momento. Importa assim conhecer, a cada momento, quais são os fatores que influenciam a decisão de movimentação dos turistas no destino. Os modelos de transporte que assentam no paradigma gravitacional assumem que a maioria das pessoas escolhem o caminho mais curto para se deslocarem de um ponto para o outro (Lee, et al., 2009, p. 855). Verifica-se no entanto que um conjunto significativo de pessoas não o faz, preferindo caminhos indiretos ou mesmo deambular em torno de um ponto, indo à descoberta. As deslocações humanas são influenciadas por um largo conjunto de requisitos, dando origem a distintos padrões de movimento. Ao realizarem o levantamento dos diversos padrões de movimento descritos na literatura, Mckercher e Lau (2008, p. 356) identificaram 26 itinerários associados ao movimento dos turistas, os quais condensaram e quatro tipos base, conforme figura 1. Os investigadores Lew e McKercher (2006, pp. 403,404) consideram que o estudo do movimento dos turistas num destino está pouco estudado e a maioria dos estudos que existem são baseados no método indutivo ou empírico.



Ligação direta origem / destino, com pernas	Trânsito direto e circuito no destino	Deslocação circular	Hub-and-spoke
---------------------------------------------	---------------------------------------	---------------------	---------------

Figura 1: Tipos base de itinerários

Adaptado de Lew e McKercher (2008)

Nem sempre é fácil identificar o algoritmo que orienta a escolha do trajeto entre dois pontos por parte de um ou vários indivíduos. A existência de comportamentos tão distintos só poderá ser explicado pela conjugação de fatores associados às características do destino e aos próprios turistas (Lim, 1997) (Debbage, 1991). Neste sentido, Debbage, Lew e McKercher, em Debbage (1991) e Lew e McKercher (2006) identificaram um conjunto de características do destino e dos turistas com impacto nos movimentos Intra destino, as quais vão servir de referencial base do nosso estudo e que seguidamente se apresentam.

As características dos turistas, decorrentes da condição humana, conferem uma grande diversidade e complexidade ao estudo do processo de escolha dos turistas. Estas características podem categorizar em: (1) disponibilidade de tempo, (2) motivações, interesses e composição; (3) nível de conhecimento do destino e valor emocional associado (Lew & McKercher, 2006).

Tanto na vivência diária das grandes cidades como do movimento de turistas, a maior frequência de movimento matinal de saída e de chegada ao final do dia nas zonas associadas aos **pontos de origem**, como zonas de hotéis e residenciais. Considerando que a grande maioria dos turistas, durante a sua estadia, permanece no mesmo local de alojamento, este fator vem limitar as deslocações ao raio alcançável no arco de tempo diário e atribuir ao ponto de origem o destino final da deslocação.

Os **locais de destino** ou de atração, podem estar associados a pontos discretos ou a zonas que incluam um conjunto de pontos turísticos. Os primeiros mais associados a itinerários do tipo direto ou Hub-and-spoke, enquanto os segundos a itinerários que incluam deslocação circular.

A **rede de transporte** é influenciada pela disposição dos pontos de origem e de atração turística no território. Ela própria também pode influenciar as decisões dos turistas, pela maior ou menor acessibilidade que confere aos diversos pontos que o turista pretende visitar. A acessibilidade relaciona-se com a rede de estradas e caminhos e com os modos de transporte disponíveis. Os modos mais usuais podem tipificar em meio individual próprio ou alugado, normalmente associado ao automóvel, serviços especializados para turistas, transportes públicos ou caminhada a pé. O relevo e inerente nível de dificuldade da deslocação, poderá desempenhar um papel importante na deslocação dos pedestres.

A existência de um modelo matemático que consiga, de uma forma dinâmica, antever as necessidades dos turistas, permitiria criar ferramentas de simulação, contendo, *per si*, um potencial de previsão, da utilização da rede de turismo em determinada região ou país. As ferramentas resultantes seriam uma mais-valia para o apoio à decisão e possibilitariam a poupança de recursos, renovação e criação de novas estruturas de suporte em locais estratégicos de maior rentabilidade.

2.3. Redes complexas

Numa estrutura como o turismo os eventos não são isolados, sendo sempre influenciados pelas características dos seus intervenientes, do tipo de relações que se estabelecem entre eles e pelo contexto da sua envolvente. Atendendo à forma intensa como os diversos intervenientes interagem entre si e com o ambiente envolvente, o turismo é um sistema em rede de grande dinamismo. Diversos autores consideram que o constructo teórico das redes é apropriado ao estudo de múltiplas abordagens do turismo (Baggio, 2008) (Frias, et al., 2014), seja pelo facto de o turismo incluir um conjunto de relações dinâmicas, formais e informais, que suportam o sistema e que unem os diversos intervenientes (Costa & Baggio, 2009), por possuir produtos turísticos em múltiplas localizações (Shih, 2006) ou por se

referir a uma área multidisciplinar onde distintas estruturas organizacionais moldam a ação coletiva (Dredge, 2006). A área do turismo contém uma grande diversidade de intervenientes e relações, pelo que a rede que a representa é igualmente complexa (Costa & Baggio, 2009).

Apesar da adequação da aplicação das técnicas associadas ao estudo de redes complexas, só muito recentemente esta se iniciou (Scott, et al., 2008). Autores como Scott et al. (Scott, et al., 2008) consideram que existe vantagem na aplicação da teoria das redes à análise da escolha dos destinos turísticos. Já Shih (Shih, 2006) refere que a aplicação das redes ao estudo da mobilidade dos turistas nos destinos turísticos tem sido descurada.

A principal vantagem associada à abordagem das redes em turismo, segundo Dredge (2006), refere-se à possibilidade de analisar a ocorrência de um fenómeno em diversas redes distintas interligadas entre si. O mesmo autor considera que podem existir diferentes níveis de políticas a afetar uma rede e que os intervenientes podem interagir e desempenhar papéis distintos em diferentes redes.

Rede refere-se a um conjunto de vértices ou nós unidos entre si por arestas ou ligações, sendo a sua representação gráfica apelidada de grafo ou rede. A sua aplicação é global e virtualmente impossível de delimitar, vai desde as ciências exatas, com a neurobiologia, passando pelas tecnologias da Informação, pela matemática, com a teoria dos grafos, sua origem conceptual, pela gestão, até às ciências sociais (Newman, 2003). Já **rede social** pode ser definida como um conjunto de entidades sociais, como pessoas, grupos ou organizações, normalmente designados de atores ou intervenientes, com algum padrão de relacionamento ou interação entre eles (Oliveira & Gama, 2012).

O ramo do conhecimento conhecido como **redes complexas**, ou apenas redes, refere-se a uma estrutura teórica multidisciplinar e estuda problemas que comportam uma grande quantidade de variáveis interligadas entre si (Baggio, 2008). Para os investigadores Boccaletti et al. (2006) a ciência das redes complexas foca o seu estudo nas propriedades e dinâmicas de redes de qualquer dimensão, com estrutura irregular, complexa e que evoluem de forma dinâmica no tempo. No estudo das redes, três correntes principais são atualmente seguidas, nomeadamente: (1) caracterização estrutural, a especificação da estrutura do sistema complexo, usando várias medições topológicas; (2) identificação de comunidades, a investigação da modularidade das redes; (3) investigação do relacionamento, estudos sobre a relação entre a estrutura e a dinâmica de sistemas complexos (Costa & Baggio, 2009). O presente trabalho assume maior afinidade com a investigação de relacionamento.

2.4. O processo de modelação

Um modelo pode ser definido como sendo um instrumento formal para representar os aspetos essenciais de um sistema complexo, através de algumas relações fundamentais (Samuelson & Nordhaus, 2005). Já para Mooney e Swift (1999), um modelo é uma representação intencional da realidade, sendo que, quando se trata de modelos construídos com ferramentas e princípios matemáticos designam-se de modelos matemáticos. Nem todos os modelos assumem a forma matemática tradicional (Chiang & Wainwright, 2005). Estes podem assumir uma vasta gama de formatos, incluindo gráficos, diagramas e esquemas, que podem ser traduzidos em equações matemáticas, que mais tarde são usadas como base da linguagem de programação para produzir aplicações informáticas (Mooney & Swift, 1999). O processo de modelação é um exercício de escolhas entre uma representação fidedigna da realidade e a simplificação que permita conhecer essa mesma realidade (Lew & McKercher, 2006, pp. 404 - 408).

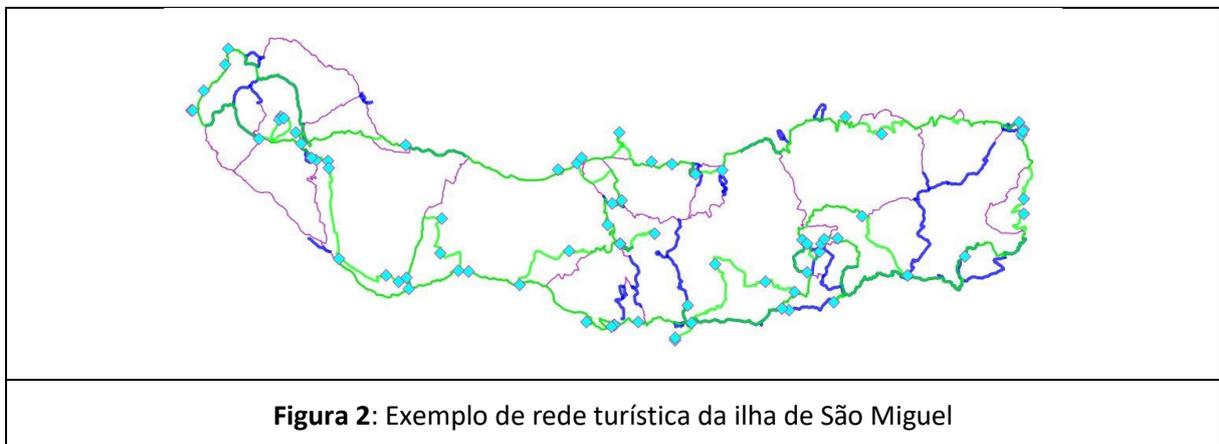
2.5. O estudo de caso:

O arquipélago dos Açores, enquanto território insular situado na orla ultraperiférica da Europa incorpora um conjunto de fragilidades ambientais e socioeconómicas. Este tipo de território é propenso à ocorrência de desastres naturais e sofrem de especial desvantagem na sua capacidade de desenvolvimento económico (Briguglio, 1995). A generalidade da literatura reconhece o efeito positivo que o turismo pode desempenhar no desenvolvimento destas regiões (Schubert, et al., 2011). Corroborando a anterior afirmação e de acordo com o Estudo sobre os Turistas que visitam os Açores

2005–2006 (RAA, 2009), o Governo Regional dos Açores considera o turismo um eixo estratégico prioritário para o desenvolvimento da região. Por outro lado, este tipo de território, pelo seu relativo isolamento constitui-se como um microcosmos delimitado ideal para a realização de estudo científico, tendo-se no passado obtido elevados níveis de sucesso com a escolha de territórios idênticos (Baldacchino, 2008) (Deschenes & Chertow, 2004). Esta possibilidade de delimitação do campo de estudo é tanto mais importante quando estamos a lidar com uma rede que integra um elevado número de intervenientes, grande complexidade face à ampla diversidade de organizações intervenientes e ao facto que não ser possível delimitar de forma inequívoca as suas fronteiras (Costa & Baggio, 2009).

3. Estratégia de investigação, incluindo as técnicas de recolha e análise de dados

Para a concretização do presente estudo serão usados dados primários com recurso à utilização de ferramentas GIS e dados secundários para conhecimento da envolvente contextual, envolvendo a localização geográfica e interligação em rede dos diversos pontos de interesse turístico existentes na ilha de São Miguel. Existem recursos documentais disponibilizados pelo Governo Regional dos Açores e Agências de Viagens que operam na região, nas tipologias de natureza, cultura e social. O exemplo patente na figura 3 representa a rede dos pontos naturais com interesse turístico e os trilhos existentes na ilha de São Miguel.



Considerando que cada uma das redes anteriormente identificadas (percursos pedestres, pontos turísticos naturais, culturais e sociais, infraestruturas de apoio de alojamento, alimentação e transportes públicos) constitui uma matriz edificante da rede global do turismo na ilha de São Miguel, pretende-se que o modelo seja construído com base numa combinação linear de matrizes que suportam os vários níveis da estrutura de rede. Cada um dos níveis gera um grafo de onde se vai extrair a matriz respetiva.

Bibliografia

- ADERE-PG, 2008. *ADERE-PG: Associação de Desenvolvimento Regional - Peneda Gerês*. [Online] Available at: <http://adere-pg.pt/trilhos/> [Acedido em 01 novembro 2014].
- Baggio, R., 2008. Symptoms of complexity in a tourism system. *Tourism Analysis*, Volume 13, nº. 1, pp. 1-20.
- Baldacchino, G., 2008. Trains of Thought: Railways as Island Anthitheses. *Shima: The International Journal of Research into Island Cultures*, Volume vol.2, nº.1, pp. pp.29-40.
- Bansal, H. & Eiselt, H., 2004. Exploratory research of tourist motivations and planning. *Tourism Management*, Volume 25, nº. 3, p. 387–396.
- Boccaletti, S. et al., 2006. Complex networks: Structure and dynamics. *Physics reports*, Volume 424, nº. 4, pp. 175-308.
- Braga, T., 2006. *Pedestrianismo e Percursos Pedestres: manual de formação*. 1 ed. Pico da Pedra (Açores): Amigos dos Açores.
- Briguglio, L., 1995. Small island developing states and their economic vulnerabilities. *World Development*, Volume 23, nº. 9, pp. 1615-1632.
- Chiang, A. C. & Wainwright, K., 2005. *Matemática para economistas*. 4ª ed. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda..
- Costa, L. d. F. & Baggio, R., 2009. The web of connections between tourism companies: Structure and dynamics. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 388, nº. 19, pp. 4286-4296.
- Costa, L. d. F. et al., 2011. Analyzing and modeling real-world phenomena with complex networks: a survey of applications. *Advances in Physics*, Volume 60 (3), pp. 329-412.
- Costa, L. d. F., Rodrigues, F. A., Travieso, G. & Boas, P. R. V., 2007. Characterization of complex networks: A survey of measurements. *Advances in Physics*, Volume 56 (1), pp. 167-242.
- Crouch, G. I. & Ritchie, J. R. B., 1999. Tourism Competitiveness and Societal Prosperity. *Journal of Business Research*, Volume 44, nº. 3, p. 137–152.
- Debbage, K. G., 1991. Spatial behavior in a bahamian resort. *Annals of Tourism Research*, Volume 18 (2), pp. 251-268.
- Deschenes, P. J. & Chertow, M., 2004. An island approach to industrial ecology: towards sustainability in the island context. *Journal of Environmental Planning and Management*, Volume 47, nº 2, pp. 201-217.
- Dredge, D., 2006. Policy networks and the local organisation of tourism. *Tourism Management*, Volume 27, nº. 2, pp. 269-280.
- Esteves, E. F., Rossetti, R. J. F., Ferreira, P. A. F. & Oliveira, E. C., 2009. Conceptualization and implementation of a microscopic pedestrian simulation platform. In: *Proceedings of the 2009 ACM symposium on Applied Computing*. Hawaii, USA: ACM-Association for Computing Machinery, pp. 2105-2106.
- Freeman, L. C., 1979. Centrality in social networks conceptual clarification. *Social Networks*, Volume 1, nº. 3, pp. 215-239.
- Frias, A., Cabral, J. & Costa, Á., 2014. Otimização do uso dos trilhos pedestres em São Miguel e sua modelação matemática. In: *Proceedings of the 21ª Workshop da APDR - Estratégias, Infra-estruturas e Redes Empreendedoras para o Desenvolvimento Regional*. Angra do Heroísmo: Associação Portuguesa para o Desenvolvimento Regional, pp. 54-68.
- González, M. C., Hidalgo, C. A. & Barabási, A.-L., 2008. Understanding individual human mobility patterns. *Nature*, Volume 453, pp. 779-782.
- Howley, P. et al., 2012. Exploring preferences towards the provision of farmland walking trails: A supply and demand perspective. Volume 29 (1), pp. 111-118.
- Kitazawa, K. & Batty, M., 2004. Pedestrian Behaviour Modelling: An application to retail movements using a genetic algorithm. Em: J. Van Leeuwen & H. Timmermans, edits. *Developments in Design &*

- Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*. Eindhoven: Eindhoven University of Technology, pp. 111-126.
- Lee, K. et al., 2009. SLAW: A Mobility Model for Human Walks. In: *Proceedings of the 28th Conference on Computer Communications-INFOCOM 2009*. Rio de Janeiro, Brasil. 19-25 April 2009: IEEE-Institute of Electrical and Electronics Engineers, pp. 855-863.
- Lew, A. & McKercher, B., 2006. Modeling Tourist Movements: A Local Destination Analysis. *Annals of Tourism Research*, Volume 33, nº. 3, pp. 403-423.
- Lim, C., 1997. Review of international tourism demand models. *Annals of Tourism Research*, Volume 24, nº. 4, pp. 835-849.
- Mckercher, B. & Lau, G., 2008. Movement Patterns of Tourists within a Destination. *Tourism Geographies: An International Journal of Tourism Space, Place and Environment*, Volume 10 (3), pp. 355-374.
- Midmore, P., 2000. *The Economic Value of Walking in Rural Wales*, Wrexham, Wales: Ramblers' Association in Wales and Welsh Institute of Rural Studies.
- Miguéns, J. & Mendes, J., 2008. Travel and tourism: Into a complex network. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, Volume 387, nº. 12, pp. 2963-2971.
- Mooney, D. D. & Swift, R. J., 1999. *A course in mathematical Modeling*. United States of America: The Mathematical Association of America.
- Morgado, P. & Costa, N., 2011. *Graph-based model to transport networks analysis through GIS*. Athens, Greek Society for Demographic Studies.
- Newman, M. E. J., 2003. The structure and function of complex networks. *SIAM Review*, Volume 45, nº. 2, pp. 167-256.
- OECD, 2014. *OECD Tourism Trends and Policies 2014*. [Online] Available at: http://www.keepeek.com/Digital-Asset-Management/oecd/industry-and-services/oecd-tourism-trends-and-policies-2014_tour-2014-en#page1 [Acedido em 30 outubro 2014].
- Oliveira, M. & Gama, J., 2012. An overview of social network analysis. *WIRES Data Mining and Knowledge Discovery*, Volume 2 (2), pp. 99-115.
- Opsahla, T., Agneessens, F. & Skvoretz, J., 2010. Node centrality in weighted networks: Generalizing degree and shortest paths. *Social Networks*, Volume 32, nº. 3, pp. 245-251.
- RAA, 2009. *Estudo sobre os Turistas que visitam os Açores 2005–2006*, Angra do Heroísmo: Serviço Regional de Estatística dos Açores (SREA).
- Saaty, T. L., 2008. Decision making with the analytic hierarchy process. *International journal of services sciences*, Volume 1 (1), pp. 83-98.
- Samuelson, P. A. & Nordhaus, W. D., 2005. *Economia*. 18 ed. Aravaca: McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.
- Schubert, S. F., Brida, J. G. & Risso, W. A., 2011. The impacts of international tourism demand on economic growth of small economies dependent on tourism. *Tourism Management*, Volume 32, pp. 377-385.
- Scott, N., Cooper, C. & Baggio, R., 2008. Destination Networks: Four Australian Cases. *Annals of Tourism Research*, Volume 35, nº. 1, pp. 169-188.
- Shih, H.-Y., 2006. Network characteristics of drive tourism destinations: An application of network analysis in tourism. *Tourism Management*, Volume 27, nº. 5, pp. 1029-1039.
- Song, C., Qu, Z., Blumm, N. & Barabási, A.-L., 2010. Limits of Predictability in Human Mobility. *Science*, Volume 327 (5968), pp. 1018-1021.
- Turismo de Portugal IP, 2011. *Plano Estratégico Nacional do Turismo: proposta para revisão no horizonte 2015 - versão 2.0*. Lisboa: Turismo de Portugal, IP.