

UMA PROPOSTA METODOLÓGICA UTILIZANDO MAPA CONCEITUAL PARA O PROBLEMA DA LOCALIZAÇÃO INDUSTRIAL

BRUNO LEONARDO SANTOS MENEZES, MSc.

Faculdade de Tecnologia do SENAI-CIMATEC
Mestrado em Modelagem Computacional e Tecnologia Industrial
Doutorando em Modelagem Computacional - SENAI-CIMATEC
E-mail: brunomenezes@email.com

15

MARCIO NAKAYAMA MIURA, Dr.

Professor do PPGA/MPA - Mestrado Profissional em Administração - UNIOESTE
Doutor em Administração e Turismo - UNIVALI
Pós-Doutorado em Administração - PPA/UEM
E-mail: adm.parana@gmail.com

RENELSON RIBEIRO SAMPAIO, Dr.

Professor - Faculdade de Tecnologia do SENAI-CIMATEC
Doutorado Economia da Inovação Tecnológica - University of Sussex, Inglaterra
Pós-Doutorado - *Universidade de Wisconsin* Madison.
E-mail: renelson@fieb.org.br

VALTER DE SENNA, Dr.

Professor - Faculdade de Tecnologia do SENAI-CIMATEC
Doutorado em Pesquisa Operacional - *University of Southampton*, Inglaterra
E-mail: valter@fieb.org.br

RESUMO

Quando as organizações têm de decidir onde seriam os melhores lugares para se escolher para instalar suas plantas, eles estão enfrentando um problema decisório, no que tange a otimização da Localização Industrial. Em um campo interdisciplinar de estudo pode fazer uso de métodos multicritério. O presente trabalho tem como objetivo propor uma metodologia utilizando Mapa Conceitual, para ajudar a destacar alguns dos pontos chave e links neste problema complexo. Com a implementação desta proposta, será possível analisar como o tratamento desse problema evoluiu, tornando mais clara a relação entre estudos como Aguiar e Correia (2013), conceitos e estudiosos que contribuíram para este desenvolvimento.

Palavras-Chaves: *Teoria da Localização; Teoria da Decisão; Análise Multicritério; Mapa Conceitual.*

A METHODOLOGICAL PROPOSAL USING MAP CONCEPT TO THE PROBLEM OF INDUSTRIAL LOCATION

ABSTRACT

When companies have to decide where would be the best places to be choose to install either a new industrial plant or facility, they are facing a problem of Industrial Location, an interdisciplinary field of study that can make use of Multi-Criteria Methods. The present work aims to propose a methodology using Concept Map, to help highlight some of the key points and links in this complex problem. With the implementation of this proposal it will be possible to analyze how the approach to this problem evolved, making more clear the relationship between studies, concepts and scholars who have contributed to this development.

Keywords: *Location theory; Decision Making Methods; Multi-Criteria analysis; Concept Map.*

1. INTRODUÇÃO

Quando organizações precisam decidir quais seriam os locais ótimos que deveriam instalar suas unidades produtivas fisicamente, estão diante de um Problema de Localização Industrial (PLI). Um campo de estudo aplicado que exerce influência direta na economia.

Dado que o PLI é um campo de estudo interdisciplinar com características múltiplas que pode fazer uso de Métodos de Apoio à Decisão Multicritério (MADM) para explicar e resolver seus pressupostos e problemas (MENEZES *ET. AL.*, 2014), qual a estrutura esquemática que pode representar estes conceitos em uma rede de proposições? Este estudo tem como objetivo apresentar uma proposta metodológica utilizando Mapa Conceitual (MC), com base nos parâmetros estabelecidos por Aguiar e Correia (2013), que explique algumas das ligações existentes neste complexo problema.

Foi realizado levantamento bibliográfico para identificar as possíveis conexões conceituais e históricas existentes entre o PLI e MADM. O programa de computador IHMC CmapTools (versão 5.06) foi utilizado para construção de uma proposta de MC que explique estes vínculos. Este artigo propõe um modelo que ilustre o PLI utilizando a convergência entre Teoria da Localização Industrial (TLI), Logística, Pesquisa Operacional (PO) e MC.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Problema da localização industrial

Para Menezes *ET. AL.* (2014) trata-se de um problema com características múltiplas e dinâmicas, que variam com o tempo o espaço. Bruno, Genovese e Improta (2014), apresentam estes problemas como questões logísticas. O PLI evoluiu com contribuições dos matemáticos Pierre de Fermat e Thomas Simpson, também matemáticos e físicos Evangelista Torricelli, Vincenzo Viviani e Franz Heinen. Fermat propôs um problema onde era necessário achar o ponto cujo soma das distâncias de três pontos fornecidos fosse à mínima, resolvido por Torricelli com ajuda de Vincenzo Viviani, que depois publicou em 1659 o Teorema de Viviane. A literatura discorda da autoria da primeira solução do problema de Fermat, atribuindo a resolução ao matemático Bonaventura Cavalieri, publicado em Seis Exercícios Geométricos no ano de 1647.

A matemática e a física formaram as bases para evolução do PLI a parti dos economistas Weber (1929), Von Thünen (1966) e Cantilon (2015), que também era sociólogo e teórico da cultura.

Cantilon (2015), afirmava que os envolvidos nos trabalhos, deveriam viver próximos da terra. Proprietários menores devem morar perto da produção, reduzindo gastos no transporte. Von Thünen (1966), analisa padrões de produção em faixas, levando em conta fatores que envolvem os valores pagos para compra de grãos, custos no transporte e rendas. Weber (1929), afirmou que a TLI é um problema de divisão no espaço das ações econômicas, sendo os gastos de transporte essenciais. Ressaltando a importância das ligações existentes entre as organizações.

A partir do professor e economista Predöhl (1928), os pesquisadores Ramos (2000) e Soares (2000), afirmam que a produção e localização são um único problema, associados a fatores produtivos.

Introduzindo fatores espaciais. O administrador de empresas e professor Leyshon *et al.* (2011), propôs uma teoria que relaciona a estrutura espacial, a extensão e ligações espaciais dos mercados e suas inter-relações espaciais. O geógrafo Christaller (1966), desenvolveu uma

análise baseada nas atividades terciárias e serviços. Determinou uma estrutura de triângulos equiláteros, onde vértices são agrupados em locais centrais que se agrupam novamente em hexágonos. A teoria da economista de Wheeler e Mody (1992), ressalta a complexidade dos Fatores de Localização Industrial (FLI), tornando-se necessário não só considerar aspectos técnicos do cálculo econômico. Considerava importantes as redes dos sistemas produtivos na TL (BARROS; SILVA; SPINOLA, 2007).

Ballou (2001), ressalta que o professor de economia Edgar M. Hoover observou que à medida que crescem as distâncias, aumentam taxas de transporte. O economista Lösch (1954), faz um resumo de estudos anteriores, contribuí com uma abordagem abrangente do problema da localização e sugere uma teoria de equilíbrio espacial. Para o economista Aydalot (1985), o pensamento clássico da TL está em crise. A redução da influência dos transportes compromete os teóricos clássicos. Oferecendo novas opções a TLI, aspectos ambientais são considerados fundamentais, pois seus impactos são decisivos para competitividade empresarial.

2.3 Métodos de apoio a decisão multicritério

Os MADM fornecem possibilidades de escolhas no processo decisório, considerando dados e informações, em busca de uma solução ótima. Andriotti, Freitas, e Martens (2014), analisam que a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tornou o ambiente econômico mais complexo e dinâmico. Decisões são tomadas em cenários com variáveis múltiplas, com necessidade de aproveitar oportunidades e evitar ameaças em busca de resultados.

MADM podem fornecer análises quantitativas e qualitativas dos FLI. A utilização de MADM não reduz toda a subjetividade existente. Köksalan, Wallenius, e Zionts (2013), conduziram um estudo que analisou, por um ponto de vista histórico, como se deu o desenvolvimento dos MADM. Os fundamentos da análise multicritério podem ser encontrados no início de 1930 na Teoria da Utilidade Esperada (TUE), com base nos estudos dos matemáticos Ramsey e Finetti, no Teorema do matemático Von Neumann e do economista Morgenstern em 1940, além dos trabalhos sobre as Curvas de Indiferença (CI) dos economistas Edgeworth em 1880 e Samuelson em 1940.

Em 1950 as obras dos professores de economia Howard Raiffa, Robert Schlaifer e Ron Howard. Cusinato (2003), conduziu um estudo onde analisa a TUE como a Teoria da Decisão (TD) mais influente, afirma que a TUE adquiriu caráter multidisciplinar com origem primeiramente na matemática com Pierre Fermat e Blaise Pascal. Pascal criou a primeira TD, desenvolvendo o Princípio da Expectância Matemática (PEM). Criticada por Bernoulli, constatação que seria um marco da TUE conhecido como Paradoxo de São Petersburgo (PSP).

Stark (1952), destaca que no século XVIII, o filósofo e jurista Jeremy Bentham propôs uma Filosofia Utilitarista (FU) influenciando diversos economistas, obra conhecida como “A filosofia da Ciência Econômica” de 1952, Jeremy influenciou a teoria econômica na segunda metade do século XIX. Pensamento difundido por alguns economistas marginalistas, que defendiam utilização de conceitos das ciências naturais na economia.

A aproximação da economia com os conceitos das ciências naturais pode ter contribuído para um melhor entendimento do processo econômico numa perspectiva mais ampla, incorporando uma crescente preocupação com os fatores e impactos ambientais, como por exemplo de novos empreendimentos. Consequentemente, a questão da localização industrial passou a ser vista como um problema complexo e dinâmico.

2.4. Mapa conceitual

Sendo o PLI uma abordagem interdisciplinar. É necessária uma ferramenta que seja capaz de considerar esta interdisciplinaridade. Aguiar e Correia (2013), afirmam que Mapas Conceituais (MCs) são estruturas de organização gráfica que tem por finalidade representar o conhecimento e facilitar a aprendizagem. Correia et. al (2014), consideram que o MC é um instrumento gráfico capaz de representar informações e conhecimentos em processos colaborativos.

Diversos são estudos que utilizam os MCs em questões de natureza interdisciplinar: Acharya e Sinha (2015), afirmam em consequência da evolução da TIC alavancou o desenvolvimento do ensino eletrônico, considerando todas suas deficiências de interação, vários pesquisadores utilizam MCs para identificar essas barreiras de aprendizagem.

Os MCs são utilizados principalmente para representar aspectos de contextos interdisciplinares, onde saberes necessitam ser entendidos, difundidos e negociados. Sendo uma ferramenta ideal para representar a interdisciplinaridade dos estudos e estudiosos que desenvolveram o PLI ao longo do tempo.

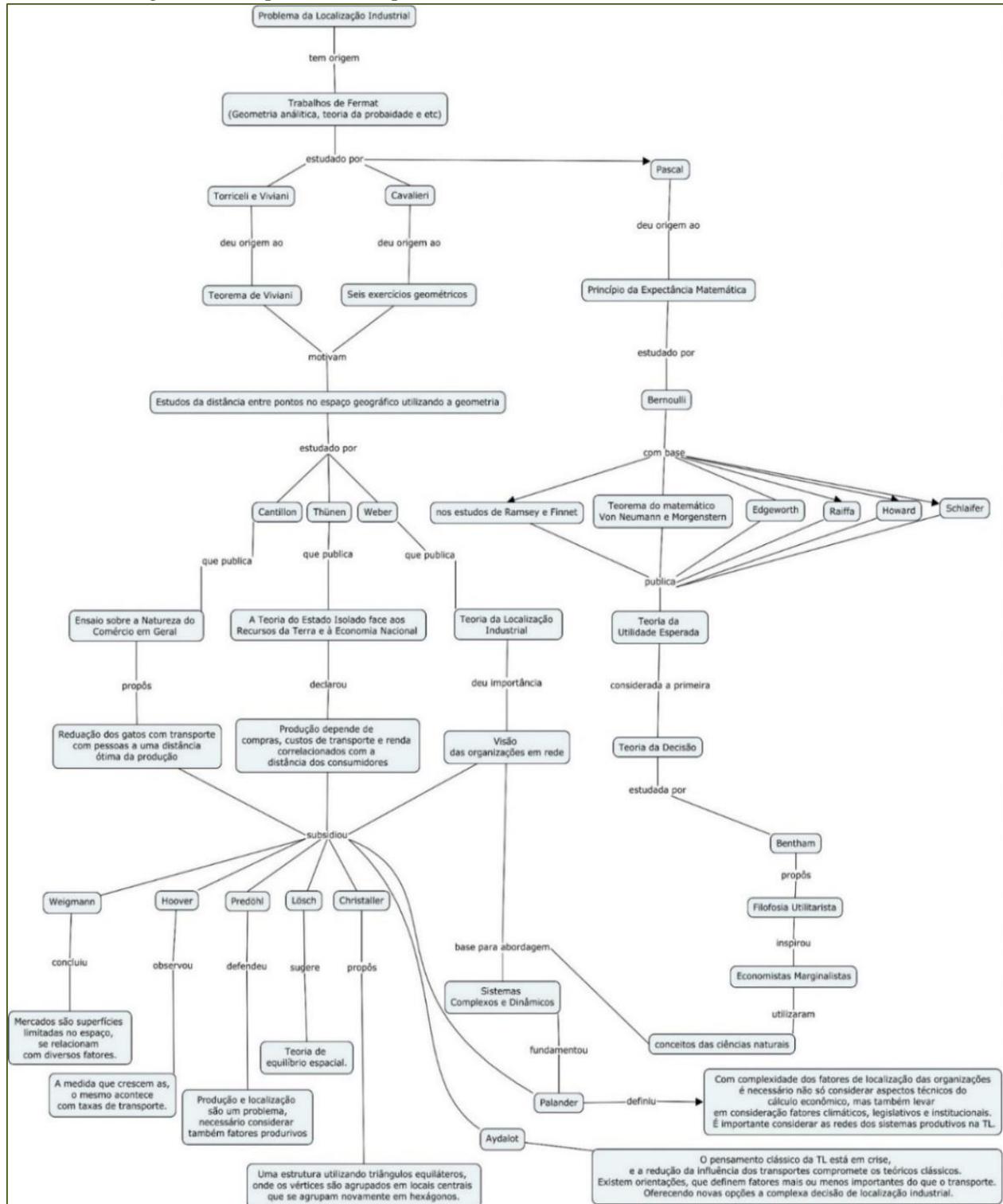
3. MODELO

Com o levantamento realizado e a proposta de Aguiar e Correia (2013), foi proposto o MC (figura 1), que apresenta como pilares do PLI os trabalhos de Fermat. Obra estudada por Torriceli e Viviani dando origem ao Teorema de Viviani. A análise de Cavalieri em relação aos trabalhos de Fermat originou os Seis Exercícios Geométricos. O ponto de vista de Pascal, também sobre os estudos de Fermat, inspirou o Princípio da Expectância Matemática.

As três propostas anteriores motivaram estudos que consideravam a distância entre os pontos no espaço geográfico com foco na localização industrial, estas pesquisas foram realizadas por Cantilon, Thuner e Weber, publicando respectivamente o Ensaio da Natureza sobre do Comércio em Geral, A teoria do Estado Isolado face os Recursos da Terra e à Economia em Geral e a Teoria da Localização Industrial. Trabalhos que subsidiaram diversos estudos com foco no PLI. O Princípio da Expectância Matemática de Pascal, fundamentou Bernoulli que com base em importantes obras, apresentou a primeira TD, conhecida como TUE.

A Filosofia Utilitarista marcou a contribuição de Bentham a TUE, este reforço inspirou Economistas Marginalistas a agregarem conceitos das ciências naturais em seus pressupostos. Sendo a base uma de algumas abordagens que envolvem Sistemas Complexos e Dinâmicos, utilizadas nos estudos de Palander e Aydalot. Com a revisão da literatura foi possível identificar os principais autores e obras que contribuíram para o desenvolvimento do PLI, o MC funcionou como uma ferramenta gráfica interdisciplinar capaz de realizar uma conexão sistemática entre os conceitos presentes nos resultados destes estudos. Cada resultado quando sistematizado graficamente pelo MC, indica as possíveis conexões entre estudos e estudiosos até a abordagem moderna do PLI.

Figura 1. Proposta de Mapa Conceitual. Fonte. Autores.



Fonte: Elaborado pelos autores

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O PLI apresenta raízes em Fermat, Torricelli, Viviani e Heinen que motivaram Weber (1929), Von Thünen (1966) e Cantillon (2015). Cantillon abordou a relação entre gastos no transporte com pessoas e distância da produção. Thunen afirmava que a produção dependia dos FLI correlacionado com distância do consumo. Weigmann, Hoover, Predöhl, Lösch e Christaller contribuíram com as perspectivas de Cantillon e Thunen. Weber rompeu este pensamento com a TLI, considerou organizações como redes. Pascal, com base em Fermat, inicia outro caminho. Pascal desenvolve o PEM, um marco e base para a TUE de Bernoulli, alicerçada em Ramsey e Finetti, Von Neumann e Morgenstern, Edgeworth, Samuelson, Howard Raiffa, Robert Schlaifer e Ron Howard, fornece a Benthan a inspiração para propor a FU. Inspirando economistas marginalistas a associação conceitos das ciências naturais para explicar alguns pressupostos.

Existindo dois caminhos, um iniciado por Fermat e Pascal. Aydalot e Palander são elos de ligação e ao mesmo tempo rompem a abordagem clássica. Para Palander, com complexidade dos FLI é necessário não só considerar aspectos econômicos, mas também levar em conta outros fatores, como redução dos impactos ambientais negativos de um novo empreendimento em determinada região por exemplo. É importante considerar as redes na TL. Para Aydalot o pensamento clássico da TL está em crise com a redução da influência dos transportes sobre alguns FLI. O reconhecimento do PLI como uma abordagem decisória complexa e que FLI devem ser analisados com aspectos econômicos e representados em rede abre o PLI para a perspectiva moderna e adoção de modelos matemáticos e estatísticos atuais para solução aplicada da questão.

Vlachou e Iakovidou (2015), afirmam que até o final dos anos 90 existe um grande interesse na área industrial, fatores clássicos são considerados menos significativos, enquanto a importância de fatores não econômicos aumenta. Recentemente, a principal mudança é o interesse dos pesquisadores por áreas urbanas, rurais e seus recursos ambientais para a decisão de localização das empresas. Os resultados indicam também que o fator "qualidade de vida" tem desempenhado um papel importante para ambas as cidades e as zonas rurais.

Com a aplicação da metodologia por intermédio de MC é possível analisar de maneira ilustrada e sistemática como o PLI desenvolveu ao longo dos anos, possibilitando identificar as relações entre os estudos e estudiosos.

REFERÊNCIAS

ACHARYA, A.; SINHA, D. A weighted concept map approach to generate learning guidance in science courses. **Information Systems Design and Intelligent Applications Advances in Intelligent Systems and Computing**. v. 340, p. 143-152, 2015.

AGUIAR, J. G.; CORREIA, P. R. M. Como fazer bons mapas conceituais? Estabelecendo parâmetros de referências e propondo atividades de treinamento. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 13, n. 2, 2013.

ANDRIOTTI, F. K.; FREITAS, H. M. R.; MARTENS, C. D. P. Proposição de um protocolo para estudo sobre a intuição e o processo de tomada de decisão. **REGE - Revista de Gestão**. v. 21, n. 2, p. 163-181, 2014.

AYDALOT, P. **Economie Régional et Urbaine**. Paris: Economica, 1985.

BALLOU, R. H. **Gerenciamento da cadeia de suprimentos**. Planejamento, organização e logística empresarial. 4. ed. São Paulo: Bookman, 2001.

BARROS, A. B. G.; SILVA, N. L. O.; SPINOLA, N. D. Desenvolvimento local e desenvolvimento endógeno: questões conceituais. **RDE – Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 8, n. 14, 2007.

BRUNO, G.; GENOVESE, A.; IMPROTA, G. A historical perspective on location problems. **BSHM Bulletin: Journal of the British Society for the History of Mathematics**, v. 29, n. 2, p. 83–97, 2014.

CANTILON, R. **Essay on the Nature of Trade in General**. New York: Routledge, 2015.

CHRISTALLER, W. **Central Places in Southern Germany**. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1966.

CORREIA, P. R. M.; CORDEIRO, G. B.; CICUTO, C. A. T.; JUNQUEIRA, P. G. Nova abordagem para identificar conexões disciplinares usando mapas conceituais: em busca da interdisciplinaridade no Ensino Superior. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 20, n. 2, p. 467-479, 2014.

CUSINATO, R. T. **Teoria da decisão sob a incerteza e a hipótese da utilidade esperada**: conceitos analíticos e paradoxos. 2003. 181 f. Dissertação (Mestrado em Economia) – Faculdade de Ciências Econômicas. Programa de Pós-Graduação em Economia. UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre – RS.

KÖKSALAN, M. WALLENIUS, J. ZIONTS, S. An Early History of Multiple Criteria Decision Making. **Journal of Multi-Criteria Decision Analysis**. v. 20, p. 87–94, 2013.

LEYSHON, A.; LEE, R.; MCDOWELL, L.; SUNLEY, P. **The SAGE Handbook of Economic Geography**. Great Britain: MPG Books Group, 2011.

LÖSCH, A. **The Economics of Location**. New Haven: Yale University Press, 1954.

MENEZES, B. L. S.; SENNA, V.; SAMPAIO, R. R.; MIURA, M. N. Um modelo de localização baseado na metodologia Analytic Hierarchy Process (AHP) para fornecedores de autopeças da cadeia automotiva do Estado da Bahia. **Revista Economia & Gestão**. v. 14, n. 37, p. 80-103, 2014.

PREDÖHL, A. The theory of location in its relation to general economics. **Journal of Political Economy**, v. 36, n. 3, p. 371-390, jun., 1928.

RAMOS, R. A. R. **Localização industrial**: um modelo espacial para o noroeste de Portugal. 2000. 300 f. Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia – Universidade do Minho, Braga.

SOARES, M. E. S. **Cenários de localização industrial em ambiente SIG**. 2002. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Municipal) - Escola de Engenharia – Universidade do Minho, Braga.

STARK, W. **Jeremy Bentham's Economic Writings. Vol. 1**. London: George Allen & Unwin, 1952.

VLACHOU, Charisia. IAKOVIDOU, Olga. The Evolution of Studies on Business Location Factors. **Journal of Developmental Entrepreneurship**. v. 20, n. 4, 2015.

VON THÜNEN, J. **The Isolated State**. Oxford: Oxford University Press, 1966.

WEBER, A. **Alfred Weber's theory of location of industries**. Chicago: The University of Chicago Press, 1929.

WHEELER, D.; MODY, A. International investment location decisions: the case of U.S. firms. **Journal of International Economics**. v. 33, p. 57-76, aug., 1992.