

A mecânica da localização da atividade econômica

Stanley Wagner Lins dos Santos¹

André Maia Gomes Lages²

Introdução

Os espaços destinados à atividade econômica desempenham papéis importantes no que tange as questões do desenvolvimento, já que tais localidades estão sujeitas a forças semelhantes às da famosa lei da ação e reação proposta em física por Newton (1687), em que “Toda ação provoca uma reação de igual intensidade, mesma direção e em sentido contrário [...]” Segundo Fujita, Krugman e Venables (2002), a economia convencional tem tradicionalmente deixado de lado, ou dado pouca importância, às questões relativas a localização da atividade econômica, e desta forma pouca atenção têm sido dada ao papel desempenhado pelas forças de interação entre as unidades produtivas e as famílias.

Essa questão já foi e é motivo de algumas observações a alguns bancos de desenvolvimento, que, em seu papel de garantir uma distribuição mais equitativa de recursos e compensar as falhas de mercado, não considera a localização de recursos, mas apenas a perspectiva setorial.

¹ Mestre em Economia aplicada pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), professor do curso de Engenharia de produção da Faculdade de Tecnologia de Alagoas (FAT-UFAL). E-mail: stanleyipcs_3@hotmail.com.

² Professor doutor da Feac e do curso de mestrado em Economia aplicada da UFAL. E-mail: andre_lages@msn.com.

Historicamente, pode-se também evidenciar que, mesmo de forma incipiente, Perroux (1967) abordou as questões relevantes a respeito das forças que interagem na localização da atividade econômica em um plano denominado espaço econômico, este sendo passível de vetores de atração e repulsa, sendo cada centro ao mesmo tempo produto destas forças, tendo seu próprio campo invadido pelo campo de forças de outros centros.

Considerada como centro a empresa liberta forças centrífugas e forças centripetas. Atrai ao seu espaço vulgar homens e coisas (concentrações materiais e de pessoas em torno da empresa) ou afasta-os dele (afastando as atividades turísticas, terrenos reservados para uma atividade ulterior, etc.) Atrai os elementos econômicos, ofertas e procuras, ao seu espaço de plano, ou afasta-os dele. (PERROUX, 1967, p. 151)

De certa forma, mesmo que à margem do debate acadêmico, essas questões vem sendo ao longo dos anos motivo de preocupação por parte de muitos produtores. Mesmo que nem sempre acompanhada da consciência de uma visão mais técnica. A distribuição espacial dos recursos e o estado das diversas técnicas produtivas vigentes na economia influenciam fortemente a localização das atividades econômicas. Segundo Clemente e Higashi (2000), a teoria da localização se insere em um contexto dinâmico e não estático, em virtude das diversas empresas existentes considerarem a mobilidade geográfica como questão relevante alterando a localização da sua própria matriz ou deslocando estrategicamente novas filiais no território geográfico.

Assim sendo, o espaço econômico ultrapassa os limites e fronteiras geográficas, a partir de sua influência sobre a alocação dos recursos, possuindo grande importância no cerne da questão fundamental do desenvolvimento regional, pois saber por que as empresas se localizam em determinada área é também responder por que determinadas localidades geográficas influenciam tanto estas escolhas, e neste caso além, do espaço geográfico, está a noção de espaço econômico como um conjunto de forças que atraem ou repulsam determinadas atividades, sejam elas de ordem financeira, por exemplo a renda per capita, sejam elas de ordem estrutural, os investimentos no setor produtivo, estradas e rodovias, ou sejam elas de ordem geográfica ou natural, distância a centros consumidores ou a fontes de matérias-primas.

Portanto o presente ensaio esta dividido em 5 partes: a seção 2, onde será efetuada uma breve revisão a respeito das teorias locacionais, denotando uma certa atenção à influência dos custos de transporte sobre a teoria locacional, a seção 3 discutirá o modelo proposto por Von Thünen de localização agrícola, a seção 4 abordará o modelo de Weber resumindo de forma clara e objetiva suas principais implicações, enquanto que a seção 5 iniciará com uma abordagem econométrica tratando os dados das séries temporais de monocloreto de vinila (MVC) e dicloroetano (EDC), gentilmente fornecidos pela Braskem S.A. para modelagem econométrica a respeito de suas relações intrínsecas com a localização industrial dentro da abstração proposta.

As teorias da localização da atividade econômica

Por localização da atividade econômica entende-se que corresponda a realização objetiva dos fluxos produtivos em determinada localidade. Tais fluxos produtivos representam empreendimentos que, ao se fixar em determinado espaço geográfico, ou no entorno deste, exerce grande influência sobre a economia local, seja como vetor de desenvolvimento ou como vetor de bem estar para a sociedade, devido ao acesso a bens e mercadorias que antes estariam condicionados a grandes deslocamentos, ou a custos adicionais referente a tarifas de transporte, por exemplo.

Não obstante, a necessidade de se explicar as concentrações populacionais e da atividade econômica é comumente delineada em um campo teórico conhecido como geografia econômica. Fujita, Krugman e Venables (2002) definiram que

[...] as concentrações da atividade econômica que se formam e sobrevivem devido a alguma forma de economia de aglomeração, na qual tal concentração espacial em si cria um ambiente favorável a atividade econômica, sustentam uma concentração destas atividades ainda maior ou continuada.

Tal aspecto reforça a ideia lançada no escopo desse artigo, as forças exercidas pela localização de determinada atividade econômica em meio a um espaço geográfico lançam sobre esse uma força de reação capaz de mobilizar novos arranjos produtivos interdependentes, que se reforçam

mutuamente em sua rede de influências, transpondo muitas vezes os limites geográficos regionais.

Desta forma, nessa presente seção se fará breve alusão ao campo teórico que de forma crível iniciou os primeiros passos nesta árdua trilha de desmistificar os aspectos inerentes à localização da atividade econômica, sendo assim, esta teoria subdivide-se em dois grupos principais – segundo Haddad e colaboradores (1989), as teorias que consideram os mercados consumidores puntiformes e as teorias que consideram os consumidores dispersos em áreas de mercado de diversos tamanhos.

No primeiro grupo citado no parágrafo anterior, estão as contribuições seminais de Alfred Weber e Johann Heinrich Von Thünen. Já na corrente adequada ao segundo grupo, também conhecida por considerar áreas de mercado em seus pressupostos, estão August Lösh, Harold Hotelling, Tord Palander, Frank A. Fetter, C. D. Hyson, W. P. Hyson e Edgar M. Hoover. Ainda considerando o artigo cujo título é “As teorias da localização e a organização espacial da economia” (HADDAD et al., 1989), as outras contribuições que vieram posteriormente neste campo teórico correspondem a Walter Isard, Leon N. Moses e David H. Smith.

Além de delimitar um campo bastante vasto da teoria da localização da atividade econômica, mesmo que de forma incipiente, este artigo visa fornecer um modelo que possa contribuir de algum modo para o entendimento do por que determinada atividade se localiza em determinada região. Dessa forma, dada a proximidade com o campo teórico ortodoxo do modelo a ser proposto, irá se considerar para efeito da continuidade dos tópicos posteriores as contribuições de Alfred Weber e Von Thünen.

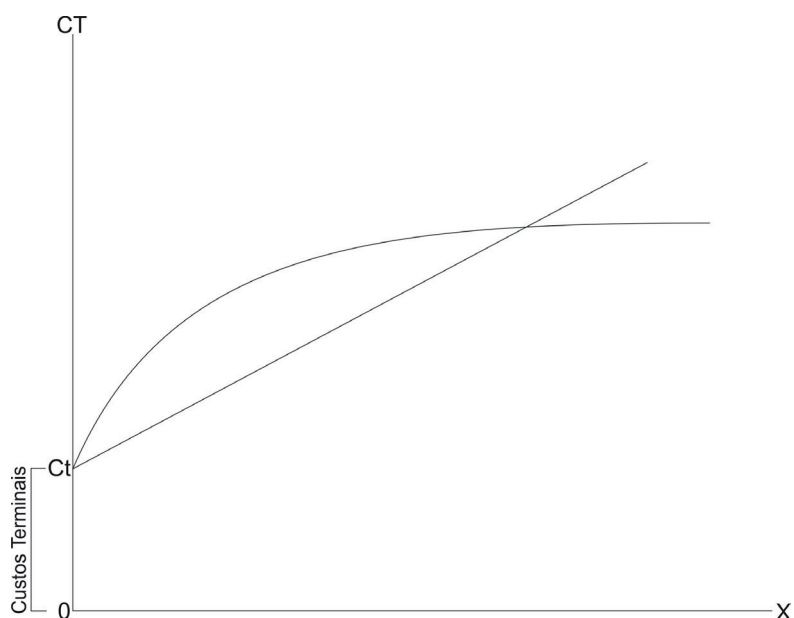
Ao passo que as teorias da localização presentes no primeiro grupo, as que consideram mercados puntiformes, têm como fator relevante a análise geral da influência dos custos de transporte sobre a decisão locacional, torna-se imprescindível analisar a metodologia por trás dos aspectos inerentes aos custos de transporte. Estes constam basicamente em uma ampla gama de modelos locacionais a partir das tarifas constantes e das tarifas não proporcionais, implicitamente tais modelos remetem as seguintes condições de causalidade: a) maior distância corresponde a um maior custo e b) a localização através da orientação pelo transporte visa minimizar tais custos em detrimento da demanda para o produto final.

Portanto, por tarifas constantes ou proporcionais, entendem-se aquelas que elevam seu valor em magnitudes correspondentes a elevação das distâncias percorridas, com a curva de custos de transporte podendo então ser representada por uma simples função homogênea de grau 1,

$CT = CT + r \cdot x$ (1), onde CT corresponde ao custo total de transporte, r é a tarifa por quilômetro percorrido, e x a distância a ser percorrida. Observa-se também que ao derivarmos CT com relação à x obtemos: $\frac{dCT}{dx} = r$.

Já as tarifas não proporcionais, as que decrescem com aumento da distância não denotando uma relação linear com a mesma, apresentam um formato curvilíneo no qual as tangentes à curva de custos de transporte, que igualam as respectivas tarifas, diminuem gradativamente ao longo de determinado percurso.

Figura 1 – Custos de transporte com tarifas constantes e tarifas não proporcionais



Fonte: Haddad e colaboradores (1989).

Ainda levando em conta a orientação pelo transporte, os custos determinantes em estruturas industriais, são os inerentes as tarifas não proporcionais, porém também se faz necessário voltar a atenção para outros tipos de custos, os decorrentes das manobras de carregamento, transbordo e recepção das matérias primas e dos produtos. Tais custos tem sua natureza abstrata fixa, e são comumente conhecidos como custos terminais.

O modelo de Von Thünen

Embora o modelo a ser abordado na presente seção não se refira prioritariamente à localização industrial, e sim à localização agrícola, entender a dinâmica por trás do mesmo será de primordial importância para a reflexão sobre a modelagem proposta no presente artigo. E ainda, conforme ressaltou Clemente e Higashi (2000), “[...] pelo fato de ter sido ponto de partida para vários autores da localização industrial, bem como por encontrar ainda várias aplicações, especialmente em economia urbana, este modelo merece ser examinado mesmo que resumidamente.”

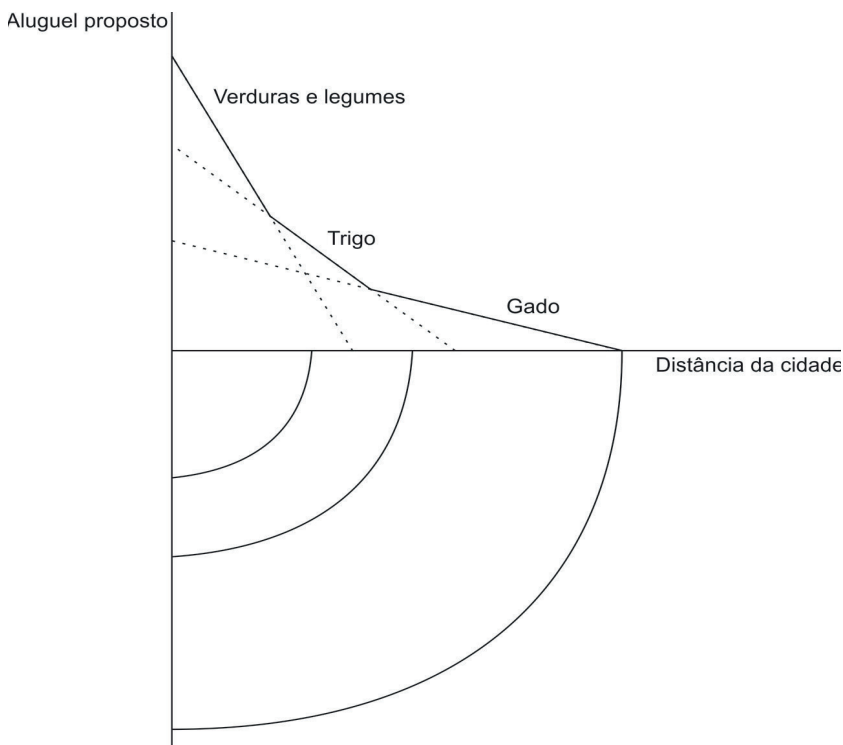
Von Thünen, em seu modelo do uso da terra, pressupõe a existência de uma cidade isolada, abastecida por fazendeiros da zona rural que a circundava, supondo também existir diferentes tipos de rendimentos para as plantações, sejam eles por hectare plantado, ou por custos de transporte. Ele visualizou também a possibilidade de diferentes intensidades de cultivo. Vê-se também que, de acordo com Fujita, Krugman e Venables (2002), Von Thünen fez duas perguntas antes de desenvolver o modelo e que podem parecer muito diferentes: a) como as terras que ficam em torno das cidades deveriam ser alocadas para minimizar os custos combinados de produzir e transportar determinado suprimento de alimentos para a cidade? Como a terra realmente seria alocada se houvesse uma concorrência não planejada entre colonos e proprietários de terras, com cada indivíduo agindo de acordo com seu próprio interesse?

As respostas para as questões levantadas no parágrafo anterior tiveram seu desenvolvimento a partir do pressuposto que as terras possuem uma superfície uniforme e mesma fertilidade, a mão de obra apresenta as mesmas qualificações e custos e a produção possui como finalidade abastecer um mercado central único. Vale ressaltar que é importante notar que as regiões agrícolas neste caso, para efeito de simplificação do modelo, apresentam o fenômeno da isotropia, são estas tidas como homogêneas apresentando as mesmas propriedades, independente da direção. (CLEMENTE; HIGACHI, 2000)

Sendo assim, pode-se resumir o entendimento sobre as principais características do modelo analisando o ensaio gráfico a seguir, extraído de Fujita, Krugman e Venables (2002), em que a parte superior da Figura 2 mostra as curvas de aluguel proposto no equilíbrio, o aluguel que os colonos estariam dispostos a pagar em qualquer distância determinada da cidade, para três plantações. A linha grossa, o envelope das curvas de aluguis propostas, define o gradiente do aluguel. Observa-se também que,

ao longo de cada seguimento, os produtores estariam dispostos a pagar mais por determinada área de cultivo que outros, obtendo-se assim anéis concêntricos de cultivo.

Figura 2 – Curvas de aluguel proposto e uso da terra



Fonte: Fujita, Krugman e Venables (2002).

Por fim, nesta seção, pode-se inferir sobre a observação gráfica que o que diferem as culturas que se localizam nos anéis mais próximos das que se localizam mais afastadas das cidades é a possibilidade de auferição de maior lucro bruto, fator este que condiciona estas culturas a serem mais nobres que as demais. À medida que as áreas mais afastadas são ocupadas, os custos de transporte sofrem uma elevação, o que representa uma diminuição do lucro líquido, tornando vantajosa a substituição de culturas mais nobres por culturas menos nobres.

O modelo de Weber

A teoria proposta por Alfred Weber (1969) tem como finalidade responder onde se localizará determinada atividade industrial, e, para tal, ele propôs a existência de uma superfície geográfica plana e homogênea, em que existiam tarifas de transportes constantes em todas as direções. Além de que, considerou a existência de alguns centros consumidores e um número limitado de matérias-primas. Outro aspecto que merece atenção é que, segundo Haddad e colaboradores (1989),

A teoria weberiana de localização visa responder onde se localizará uma dada atividade industrial, ao contrário da teoria da localização agrícola de Von Thünen, que procura responder quais as atividades que deverão se localizar em um dado sítio.

Assumindo que alguns fatores influenciam a decisão locacional para a indústria, tais como os custos de transporte, custos de mão de obra e custos de aglomeração e desaglomeração, Weber definiu alguns pressupostos como hipóteses validativas de seu modelo: a) fontes de matérias-primas como sendo locais conhecidos e em número limitado, b) mercados consumidores como locais conhecidos e em número limitado e c) mercados consumidores sendo pontos do espaço onde existem concentração de consumidores.

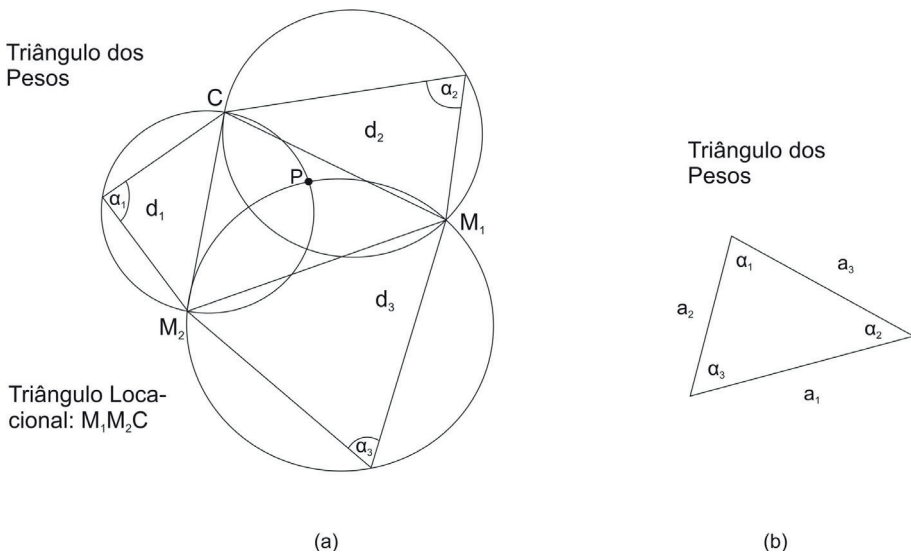
Por conseguinte, tomando a análise sobre este modelo desenvolvida didaticamente por Souza (2009), a empresa busca minimizar custos, sejam eles salariais ou de transporte de matérias-primas e de produtos acabados. E, segundo o mesmo autor, existem, na análise weberiana, cinco situações possíveis:

- a. custos salariais constantes: a localização ótima é a que minimiza os custos de transporte;
- b. custos salariais variáveis e custos de transporte sem diferenças relevantes de um local para o outro: a empresa escolherá o local de menor custo salarial;
- c. variáveis os custos salariais e os de transporte: o somatório de todos os custos indicará a localização de menor custo;
- d. variáveis os custos com a mão de obra e os custos de transporte, com a incidência de economias de aglomeração: a localização ótima se dará no mercado consumidor relevante;

- e. localização livre: as indústrias se instalam em qualquer lugar, por utilizarem matérias primas e trabalhadores disponíveis em todas as partes ao mesmo custo e qualificação.

Assim sendo, o entendimento da dinâmica do modelo locacional de Weber pode dar-se através de algumas simplificações que não comprometem o desenvolvimento deste trabalho, mais precisamente a análise da próxima seção deste artigo. Assumindo a existência de duas fontes de matérias primas M_1 e M_2 , o mercado de consumidores, dado por C , e utilizando-se o ferramental proposto na teoria weberiana, o triângulo locacional, e as mesmas tarifas de transporte para as matérias primas e para o produto final, a localização ótima será influenciada pelos centros consumidores e pelo volume de carga a ser transportada, conforme a Figura 3 seguinte.

Figura 3 – Triângulo locacional.



Fonte: Haddad e colaboradores (1989).

Desta forma, cada ponto C , M_1 e M_2 exerce uma força em sua direção proporcional ao peso por unidade do produto final a ser transportado para o local de produção e, do local de produção, para o mercado, e, neste caso, a localização ótima minimiza os custos de transporte no ponto P , em que é mínimo o total T/km transportado.

Portanto, ao passo que se fez uma revisão das teorias da localização da atividade econômica que podem agregar algum valor para o presente ensaio, no próximo tópico será proposto um modelo para localização da

atividade econômica a partir da utilização de séries temporais de produção de monocloreto de vinila e consumo de matéria-prima dicloroetano, da Braskem S.A., empresa constituinte do polo químico do distrito de Marechal Deodoro, município de Alagoas, evidenciando a característica principal desta atividade produtiva, que é a localização para a fonte de matéria-prima, que, além de considerar o aspecto das tecnologias de transporte, deve também considerar os impactos relativos à abundância de mão de obra qualificada.

O modelo proposto e aplicação

Embora possa parecer um tanto trivial, a análise seguinte constante no presente tópico visa abstrair da utilização de um modelo bastante visitado em economia, e que teve grande aplicação nas teorias do crescimento econômico, principalmente Solow (1956) e Swan (1956). Trata-se da utilização da função Cobb-Douglas, mais precisamente aplicada ao cenário da localização da planta produtiva de monocloreto de vinila da Braskem S.A., e da localização de outra planta complementar a esta, a fábrica de dicloroetano também pertencente a Braskem S.A.

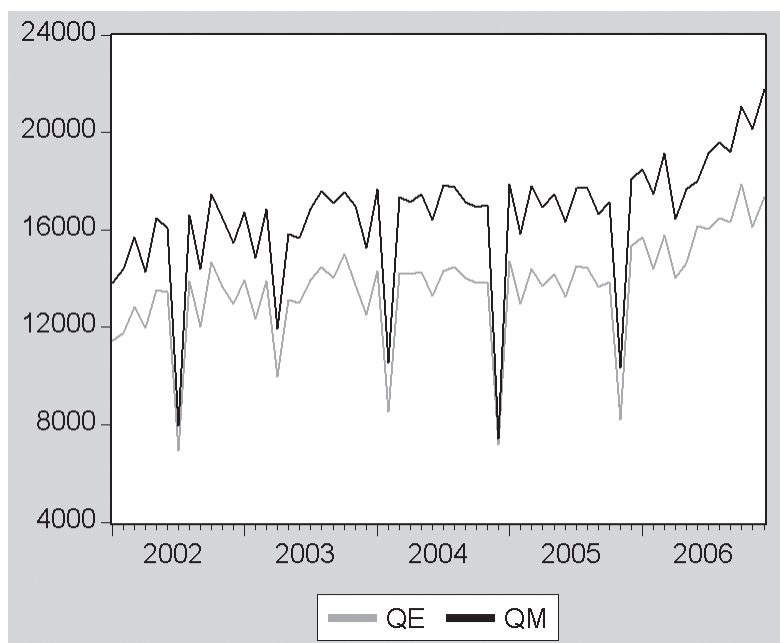
Por conseguinte, pretende-se verificar o porquê da localização da unidade produtiva de MVC nas proximidades da unidade produtiva de dicloroetano, qual grau de correlação existe entre estas unidades que as fazem ser complementares entre si, e que influência gradativamente há em seus processos produtivos.

Sendo assim, por se tratar da utilização de dados produtivos como proxys para a localização das respectivas fábricas, no modelo proposto será adotada a hipótese simplificadora de que as quantidades discretas, representando a realização aleatória dos fluxos produtivos, irão quantificar a unidade produtiva efetivamente instalada, o que pressupõe que aumentos nas quantidades produtivas resultam de incrementos de capital físico, mais precisamente instalação de novas fábricas, ou incrementos na produção da fábrica anterior, consubstanciando um motor do desenvolvimento para a localidade.

Então parece coerente iniciar a modelagem a partir da análise dos dados, tomando o que em economia tornou-se bastante difundido nas análises de séries temporais. Assim, iniciar visualizando os padrões estocásticos presentes nos dados disponíveis trará alguma utilidade para os fins propostos, o que tornará a análise posterior do modelo mais consistente com seus respectivos parâmetros estimados.

A análise do gráfico seguinte para os dados de produção de dicloroetano (EDC) denotado por QE, e monocloreto de vinila (MVC) denotado por QM, fornecidos gentilmente pela Braskem S.A. para o período de janeiro de 2002 a dezembro de 2006, totalizando 60 observações, fornecerá material suficiente para a digressão a que se deseja chegar nesse ensaio.

Figura 4 – Série MVC X EDC



Fonte: Elaborado pelos autores com o software Eviews utilizando dados gentilmente cedidos pela Braskem S.A.

Observa-se claramente uma tendência estocástica nos dados em questão, instigando a suspeitar que tais dados tratem de um passeio aleatório, o que obriga efetuar uma análise mais apurada dos mecanismos geradores das séries temporais em estudo. Antes de iniciar, porém, esta etapa, pode-se tirar algumas conclusões a respeito do gráfico em questão, e uma delas é o ponto chave da presente análise. Verifica-se que, mesmo nos pontos cujo efeito inlier é demasiado existente, ou seja, os pontos de vale da presente linha de tendência, vê-se que ambas as curvas possuem comportamento extremamente semelhante, o que leva a imaginar que a realização objetiva dos fluxos desta produção é extremamente influenciada pela realização dos fluxos produtivos da cadeia do dicloroetano.

A partir de agora a presente análise tomará um rumo um tanto formal. utilizar-se-á o correlograma e os teste de Dickey-Fuller aumentado para

verificar os padrões das séries estudadas, para posterior modelagem por mínimos quadrados ordinários. Vale ressaltar que o conceito de passeio aleatório que difere de processos estacionários ocorre quando ou a média ou a variância ou a autocovariância dos dados em questão não são dadas constantes, ou seja, tomando uma função descrita por:

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \rho Y_{t-1} + u_t$$

Observa-se que se $\beta_1, \beta_2 t = 0$ e se $|\rho| < 1$, em valor absoluto, então a série temporal de Y_t será estacionária em sentido amplo, ao passo que, tomando-se a suposição que o valor inicial de Y ($Y = 0$) é zero, $|\rho| < 1$, e u_t um termo de erro de ruído branco denotado por $u_t \sim IIND(0, \sigma^2)$ distribuído de modo idêntico e independente como uma distribuição normal com média zero e variância constante unitária, segue-se que $E(Y_t) = 0$ e $var(Y_t) = 1/(1 - \rho^2)$ atendendo aos pressupostos de estacionariedade fraca com média, variância e autocovariância constantes em diferentes defasagens.

Porém, se $\beta_1 = \beta_2 t = 0$, e $\rho = 1$, o modelo em questão será um processo estocástico $AR(n)$, pois será preciso diferenciar N vezes o modelo para torná-lo estacionário, a mesma concepção pode ser adotada se $\beta_2 t = 0$, $\rho = 1$. A modelagem em questão é conhecida como modelo de passeio aleatório com tendência estocástica.

Desta forma, analisando a função correlograma dos valores em nível das séries em estudo demonstrada na Tabela 1 a seguir, pode-se concluir que, ao longo de aproximadamente 6 defasagens, a função de autocorrelação parcial pode parecer estatisticamente diferente de zero, em ambos os casos, dando indícios de que podem se tratar de séries temporais constituintes de passeios aleatórios.

Tabela 1 – Correlograma em nível para as séries temporais de QM e QE

qm		qe	
Autocorrelation	AC	Autocorrelation	AC
	1 0.125		1 0.160
	2 0.284		2 0.307
	3 0.101		3 0.145
	4 0.044		4 0.074
	5 0.136		5 0.178
	6 0.070		6 0.100
	7 0.073		7 0.074
	8 0.011		8 0.017
	9 0.130		9 0.129
	10 0.252		10 0.228
	11 0.098		11 0.081
	12 0.074		12 0.063
	13 -0.156		13 -0.152
	14 0.029		14 0.016
	15 -0.057		15 -0.057
	16 -0.022		16 -0.037
	17 0.054		17 0.058
	18 -0.054		18 -0.095
	19 0.102		19 0.091
	20 0.028		20 0.002
	21 0.034		21 0.042
	22 -0.055		22 -0.056
	23 -0.056		23 -0.029
	24 -0.083		24 -0.047
	25 -0.035		25 -0.048
	26 -0.000		26 -0.007
	27 0.016		27 0.014
	28 -0.019		28 -0.049

Fonte: Elaborado pelos autores.

A contraprova a respeito da análise das propriedades constituintes da amostra selecionada pode ser dada através do teste de Dickey-Fuller, que considera um processo de raiz unitária, para verificar se determinada série apresenta ou não o fenômeno do passeio aleatório. Vale também ressaltar que no caso da seguinte análise resguardando possíveis existências de autocorrelação serial nos resíduos estará se fazendo uso do teste de Dickey-Fuller em sua versão aumentada, o que nada mais é do que considerar um mecanismo para correção deste viés de correlação dos resíduos do modelo

a partir da utilização dos valores defasados da variável dependente ΔY_t . Portanto segue-se que:

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta Y_{t-1} + \sum \alpha_i \Delta Y_{t-i} + u_t$$

onde u_t é um termo de erro de ruído branco puro e $\Delta Y_{t-1} = (Y_{t-1} - Y_{t-2})_t$, e $\Delta Y_{t-2} = (Y_{t-2} - Y_{t-3})$ etc. correspondem ao número de termos de erro defasados a serem incluídos no modelo e é definido empiricamente, podendo recorrer aos critérios de informação de Akaike (AIC) e Schwartz (BIC), sendo uma boa prática utilizar dados suficientes para que o termo de distúrbio não apresente correlação serial, tomando certo cuidado, pois uma limitação do teste é que muitas defasagens reduzem o poder do mesmo. Outra observação importante é que, no teste ADF, continua a se testar se $\delta = 0$, seguindo a mesma distribuição assintótica que a estatística DF, de modo que podem ser utilizados os mesmos valores críticos.

Na Tabela 2, observa-se que, aos níveis de 1%, 5% e 10%, o valor da estatística calculada é inferior em valor absoluto, ou menos negativo que os valores das estatísticas tabeladas, nos casos de QM e QE, o que denota claramente que o mecanismo gerador das séries em questão se trata de passeios aleatórios. Desta forma torna-se necessário remover esta tendência aleatória para posterior modelagem não apresentar parâmetros viesados. Para isso, o que comumente se faz é tirar as primeiras diferenças das séries de tempo estudadas, o que poderá ser visto no teste ADF (Dickey-Fuller aumentado) da Tabela 3.

Verifica-se então, na Tabela 3, que ao tirar as primeiras diferenças das séries temporais de QE e QM, obtêm-se processos estacionários, ou seja, mecanismos em que a média, a variância e a autocovariância são constantes ao longo de todas as defasagens, podendo os dados, portanto, serem modelado nos fins propostos dentro deste capítulo.

O modelo a partir de agora a ser desenvolvido tomará como pressuposto simplificador que cada fluxo produtivo, QM e QE, corresponderá ao capital efetivamente destinado à produção, assim, incrementos em QE em detrimento a QM constituem na presente análise incrementos de capital produtivo, o que de certa forma equivale dizer que aumentos na quantidade ofertada de insumo dicloroetano atraem aumentos na quantidade produzida de monocloreto de vinila, e dada a característica intrínseca desta indústria, a localização de capital produtivo de QM próximo ao capital produtivo de QE.

Sendo assim a função produtiva abaixo toma a forma:

$$QM = f(QE^\beta L^\lambda It^{-\beta})$$

Observa-se então que incrementos na tecnologia dos transportes de matérias-primas da indústria química correspondendo a $It^{-\beta}$ afastam a localização das unidades geradoras de derivados petroquímicos destas, pelo simples fato de rompimento da causalidade oriunda da necessidade de se instalar no entorno das fontes de matéria-prima em virtude da não existência de tecnologia adequada ao transporte químico sem incorrer em riscos a população e ao meio ambiente, e incrementos na oferta de mão de obra qualificada para produção nestas firmas L^λ atraem a localização das mesmas para localidade onde este fator é abundante.

Linearizando a função para fins de modelagem obtêm-se que:

$$\ln QM = \ln QE^\beta + \ln L^\lambda + It^{-\beta}$$

Aplicando algumas propriedades logarítmicas vê-se que:

$$\ln QM = \beta \ln QE + \lambda \ln L - \beta It$$

Tabela 2 – Teste Dickey-Fuller para QM e QE

		t-Statistic	Prob.*			t-Statistic	Prob.*		
Augmented Dickey-Fuller test statistic		0,192558	0,7386	Augmented Dickey-Fuller test statistic		0,157454	0,7281		
Test critical values		1% level -2,605442				1% level -2,605442			
		5% level -1,946549				5% level -1,946549			
		10% level -1,613181				10% level -1,613181			
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.	Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
QM(-1)	0,004204	0,021832	0,192558	0,84800000	QE(-1)	0,003321	0,021092	0,157454	0,87550000
D(QM(-1))	-0,611651	0,107236	-5,703807		D(QE(-1))	0,107743	0,107743	-5,616991	
R-squared		Mean dependent var			R-squared		Mean dependent var		
Adjusted R-squared		S.D. dependent var	126,8966		Adjusted R-squared		S.D. dependent var	96,72414	
S.E. of regression	0,368980	Sum squared resid	3424,675		S.E. of regression	0,361878	Sum squared resid	2725,751	
Sum squared resid	0,357711	Akaike info criterion	18,70656		Sum squared resid	0,350483	Akaike info criterion	18,26122	
Log likelihood	2744,634	Schwarz criterion	18,77761		Log likelihood	2196,754	Schwarz criterion	18,33227	
	4,22E+08	Durbin Watson stat	2,319281			2,70E+08	Durbin Watson stat	2,336862	
	-540,4902					-527,5755			

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 3 – Teste Dickey-Fuller em primeira diferença para QM e QE.

					t-Statistic	Prob.*								
					ic		t-Statistic	Prob.*						
					ic		ic							
Augmented Dickey-Fuller test statistic					-8,879456	0,0000	Augmented Dickey-Fuller test statistic					-4,948967	0,0000	
Test critical values					1% level	-2,606163	Test critical values					1% level	-2,612033	
					5% level	-1,946654						5% level	-1,947520	
					10% level	-1,613122						10% level	-1,612650	
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.						Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(QE(-1))	-2,053151	0,231225	-8,879456	0,0000	D(QM(-1))					-6,205688	1,253936	-4,948967	0,0000	
D(QE(-1),2)	0,281073	0,129480	2,170779	0,0343	D(QM(-1),2)					4,261447	1,183984	3,599244	0,0009	
R-squared	0,817434	Mean dependent var			R-squared						Mean dependent var			
Adjusted R-squared	0,814114	var			Adjusted R-squared						var			
S.E. of regression	2121,377	S.D. dependent var	2,561404		S.E. of regression					0,862839	S.D. dependent var	-28,9200		
Sum squared resid	-516,4713	Akaike info criterion	18,19198		Sum squared resid					0,836076	Akaike info criterion	5771,310		
Log likelihood		Schwarz criterion	18,26366		Log likelihood					2336,658	Schwarz criterion	18,51238		
		Durbin Watson stat	2,073256							2,24E+08	Durbin Watson stat	18,85654		
										-453,8095		2,041399		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Considerando por hipótese que a oferta de mão de obra disponível para a indústria química é perfeita e homogênea ao longo de todo o espaço econômico, e que a tecnologia do transporte é perfeitamente homogênea e constante, então os fluxos de It^β e L^λ se anulam por pressuposto, desta forma a análise pode-se concentrar nas relações existentes entre QM e QE.

Utilizando o software Eviews 5, pôde-se verificar a modelagem de QM como função de QE para o conjunto de dados observados:

$$\ln QM = \frac{-0,26}{0,19} + \frac{1,047 \ln QM}{0,02}$$

$$R^2 = 0,97$$

Ao atribuir valores de quantidades produzidas de *MVC* para *QM* e quantidades produzidas de *EDC* para *QE*, com o intuito de que estas variáveis representassem proxys das respectivas capacidades instaladas destas duas fábricas, ou seja, mais precisamente o capital produtivo. Ousou-se modelar após analisar a conjuntura dos dados em questão e verificar que os mesmos representam alguma relação de causalidade, e pôde-se ver ao

inferir por hipótese inexistência de tecnologia de transportes e de mão de obra perfeitamente homogênea em todas as localidades, que esta função passa a ser puramente uma relação entre QM e QE , definindo que quanto maior a disponibilidade de QE , maior força de atração é exercida, forçando assim QM a se instalar em suas redondezas, o que de fato é comprovado em virtude do grau de relação de significância estatística. Assim verifica-se que a estatística t para β apresenta valor em módulo igual a 51, aceitando a hipótese de que QE força QM a se instalar em suas proximidades, e como se suspeitou o parâmetro de intercepto, C apresenta estatística t de -1,38, o que, em outras palavras, quer dizer que estatisticamente pode-se rejeitar C como fator influenciador da localização de QM , isto é, no intercepto C , QE iguala a zero e, neste caso, não há razão para QM se instalar na localidade, podendo migrar para outras regiões abundantes em QE , e, por conseguinte, os dados representam como já frisado um bom ajustamento ao modelo o que é evidenciado por R^2 em torno de 0,97.

Conclusão

Os determinantes da instalação de dado processo produtivo, ou de seu grau de correlação com as variáveis econômicas no mundo real, são fáceis de abstrair, porém, ao inferirem-se dados aleatórios com o intuito de obter respostas sobre até que ponto uma variável pode ser influenciada por outra, levando em consideração simplificações algébricas, podem-se obter de certa forma resultados catastróficos.

Contudo, ao se achar o conjunto *proxy* correto de informações para o modelo, ou se chegar o mais próximo possível deste, a potencialidade das observações acerca do que foi desenvolvido vem e muito contribuir para inferências futuras e, deste modo, aproximam cada vez mais o pesquisador dos resultados satisfatórios, das respostas coerentes e da maior aplicabilidade prática.

Portanto, embora o modelo proposto possa representar apenas uma semente plantada neste horizonte de fertilidade conhecido como teoria locacional, e podendo o mesmo ser um tanto incipiente, acredita-se que se cumpriu o papel a que foi posto, desenvolveu-se uma modelagem teórica capaz de fazer emergir algumas reflexões e, dentre as quais, o grau de correlação entre as variáveis de capital produtivo das firmas como forças de atração locacional, e o grau de dispersão provocado por aumentos na tecnologia dos transportes, ou o grau de coesão provocado por determinada concentração de conhecimento humano em determinada localidade.

As inferências discriminadas podem ser evidenciadas quando posto em aplicabilidade o modelo, em que se verificou que QM é influenciado por QE ao se por em prática a análise de regressão simples com apenas duas variáveis, se houvessem sido utilizadas também variáveis proxys adequadas para $L\lambda$ e $It^{-\beta}$ as conclusões a que se teriam chegado contribuiriam ainda mais com as hipóteses nulas e alternativas do modelo, existência de forças locacionais ou de dispersão econômica para a indústria química e petroquímica.

Referências

- ANDRADE, J. S. *Apontamentos de Econometria Aplicada*. Lisboa: Ed. Texto, 2001.
- CUNHA, M. S. *Raiz Unitária e Cointegração: teorias e aplicações*. [S.l.; s.n.], 2006.
- FUJITA, M.; KRUGMAN, P.; VENABLES, A. J. *Economia Espacial: urbanização, prosperidade econômica e desenvolvimento humano no mundo*. São Paulo: Futura, 2002.
- GUJARATI, D. *Econometria Básica*. 4. ed. Campus: Rio de Janeiro, 2006.
- HADDAD, P. R. et al. *Economia Regional: teoria e métodos de análise*. Fortaleza: BNB, 1989.
- CLEMENTE, A.; HIGACHI, H. Y. *Economia e Desenvolvimento Regional*. São Paulo: Atlas, 2000.
- LUCAS, R. E. On The Mechanics of Economics Development. *Journal of Monetary Economics*, v. 22, n. 1, p. 3-42, July 1988.
- NEWTON, I. *Philosophiae naturalis principia mathematica*. Londres: Imprimatur, 1687.
- PERROUX, F. *A Economia do Século XX*. Lisboa: Liv. Morais, 1967.
- PINDICKY, R. S.; RUBINFELD, D. L. *Econometria: modelos e previsões*. 4. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2004.
- QUANTITATIVE MICRO SOFTWARE. *Eviews - User's Guide*. Irvine, Califórnia: QMS, 1998. 371p.
- SOARES, I. G.; CASTELAR, I. *Econometria Aplicada com Uso do Eviews*. Fortaleza: Ufc/Caen, 2003.

SOLOW, R. M. A Contribution To The Theory of Economic Growth. *Quartely Journal of Economics*, Cambridge, v. 70, n. 1, p. 65-94, Feb. 1956.

SOUZA, N. *Desenvolvimento Regional*. São Paulo: Atlas, 2009.

SWAN, T. W. Economic Growth and Capital Acumulation. *Economic Record*, v. 32 n. 2, p. 34-61, Nov. 1956.

WEBER, A. *Theory of the location of industries*. Chicago: Chicago U.P., 1969.

