

AS LEIS DE KALDOR NO ESPAÇO: UMA ANÁLISE PARA OS MUNICÍPIOS BRASILEIROS COM MODELOS DE REGRESSÕES GEOGRAFICAMENTE PONDERADAS

The Kaldor's Law in the Space: an Analysis to the Brazilian Municipalities using Geographically Weighted Regression Models

Hugo Carcanholo

Economista. Doutorando em Economia. Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG.
hclpereira@cedeplar.ufmg.br

Alexandre Porsse

Economista. Doutor em Economia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Prof.
Adjunto do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná - UFPR.
Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq - Nível II porsse@ufpr.br

Resumo: A hipótese de retornos crescentes de escala é fundamental na teoria Kaldoriana, que procura explicar o crescimento industrial e a dinâmica de uma economia capitalista, enquanto que a presença de economias de aglomeração espacial é uma condição necessária para a existência de retornos de escala. O objetivo deste trabalho é avaliar empiricamente as três leis de Kaldor para os municípios brasileiros utilizando modelos de regressão geograficamente ponderada. Os resultados mostraram que os coeficientes da primeira e da segunda leis são espacialmente heterogêneos. Embora relevantes para o dinamismo econômico, os efeitos da atividade industrial não são homogêneos no espaço. Além disso, devido à concentração espacial do coeficiente de Verdoorn, a distribuição espacial dos retornos crescentes de escala tende a reforçar o padrão de desigualdade territorial da produtividade no Brasil.

Palavras-chave: Produtividade; retornos de escala; heterogeneidade espacial; modelos geograficamente ponderados.

Abstract: The assumption of increasing returns to scale is crucial to Kaldorian theory explain industrial and economic growth while the presence of spatial agglomeration economies is a necessary condition for the existence of returns to scale. This study aims to evaluate empirically the three laws of Kaldor for the Brazilian municipalities using geographically weighted regression models. The results showed that the coefficients of the first and second laws are spatially heterogeneous. Although industrial activity is relevant to economic dynamism, its effects are not homogeneous in space. Also, due to the strong spatial concentration of the Verdoorn coefficient, the spatial distribution of increasing returns to scale tend to strengthen the pattern of territorial inequality in productivity in Brazil.

Keywords: Productivity; returns to scale; spatial heterogeneity; geographically weighted regression.

1 Introdução

O economista Nicholas Kaldor, durante a sua vasta vida acadêmica, argumentou que a indústria é o setor mais dinâmico das economias contemporâneas em termos de produto e renda, caracterizando-se, essencialmente, pela existência de retornos crescentes de escala. O desenvolvimento deste setor industrial é responsável por criar um processo cumulativo e circular da produtividade das economias industrializadas através do coeficiente estrutural de Verdoorn e da acumulação de capital. No longo prazo, as economias industrializadas obteriam maior taxa de crescimento de *steady state*, o que no modelo de Kaldor (1956, 1957, 1961) corresponderia à produtividade do sistema econômico advinda do progresso tecnológico.

Alguns estudos ressaltam a importância da aglomeração espacial da indústria como fonte de economias de escala (MCCOMBIE; RIDDER, 1984; BERNAT, 1996; CASETTI; TANAKA, 1992; PONS-NOVELL; VILADECANS-MARSAL, 1999; WELLS; THIRLWALL, 2003; ALEXIADIS; TSAGDIS, 2006). Ademais, a não incorporação do espaço geraria o chamado *paradoxo estático-dinâmico da lei de Verdoorn*, que significa a evidência de retornos decrescentes somente quando as variáveis do modelo são expressas em taxas de crescimento (dinâmico), ou seja, não se verifica tal evidência quando as variáveis são expressas em nível (estático) (MCCOMBIE, 1982; MCCOMBIE; ROBERTS, 2007).

Contudo, é possível que o paradoxo estático-dinâmico seja um efeito relacionado ao procedimento de estimação usualmente adotado nos estudos com variáveis em nível, notadamente porque esses modelos são baseados em regressões à média e, ainda, desconsideram o efeito da dimensão espacial de forma explícita. Em outras palavras, é possível que a existência de retornos crescentes de escala seja um fenômeno espacialmente heterogêneo e não necessariamente um fenômeno global que se aplica, com a mesma intensidade, às atividades industriais em todas as localidades do sistema econômico.

Dessa forma, para a estimação da lei de Kaldor-Verdoorn se torna imperativo incorporar o vetor espaço (WELLS; THIRLWALL, 2003) e a contribuição do presente trabalho, no contexto da literatura Kaldoriana sobre crescimento econômi-

co, consiste em estimar as três leis de Kaldor, reconhecendo explicitamente o papel da dimensão espacial na estimação dos parâmetros subjacentes às leis de Kaldor. Para tanto, as equações dessas leis serão estimadas para uma base de dados dos municípios brasileiros com as variáveis na forma estática (nível) utilizando-se as técnicas dos chamados modelos de Regressão Geograficamente Ponderados (RPG).

A grande vantagem do método RPG é lidar explicitamente com a não estacionariedade espacial, de modo que é possível estimar os coeficientes de Verdoorn localmente, ao nível municipal, e não apenas globalmente, o que implicaria em admitir que os retornos crescentes de escala seriam válidos para a atividade industrial independente da sua localização no espaço. Os resultados aqui encontrados mostram evidências de efeito local nos parâmetros obtidos para a primeira e a segunda de lei de Kaldor, enquanto que para a terceira lei não foi encontrado evidência de efeito local. Os coeficientes obtidos para a primeira e segunda leis corroboraram que a dinâmica econômica é determinada pela atividade industrial e que há retornos crescentes de escala na maioria dos municípios brasileiros, porém com intensidades diferenciadas segundo a localização espacial.

O trabalho está organizado em quatro seções além desta introdução. Inicialmente nos atentamos em debater adequadamente a teoria do crescimento econômico segundo o substrato teórico Kaldoriano, enfatizando a importância da estimação dos coeficientes estruturais de Verdoorn para o crescimento econômico de longo prazo. A segunda seção foi dedicada à apresentação dos modelos RPG e dos dados estatísticos utilizados na pesquisa. Na terceira seção os resultados das estimações são apresentados e analisados. As considerações finais são expostas na quarta seção.

2 O crescimento econômico na literatura kaldoriana

Kaldor (1966, 1970) sugeriu que a industrialização é a característica que distingue as economias ricas e desenvolvidas, em que a população obtém alta qualidade de vida, das economias pobres e em desenvolvimento que apresentam níveis insatisfatórios de vida. O argumento elementar é que a evolução das atividades produtivas industriais

umentaria a produção dos setores não industriais e, por consequência, a economia cresceria a taxas mais elevadas. Esta proposição, denominada como a primeira lei de Kaldor, pode ser descrita conforme esta equação:

$$Q_{\text{gdp}} = B + B_1 Q_{\text{ind}}, B_1 > 0 \quad (1)$$

onde as variáveis Q_{gdp} e Q_{ind} são respectivamente o PIB *per capita* e o produto industrial. Contudo, existe um elemento de correlação espúria entre o crescimento do PIB per capita e do produto industrial já que contabilmente o produto industrial integra a identidade contábil do PIB. Thirlwall (1983) sugeriu outra especificação para corrigir este problema, pela qual a variável explicativa deve ser a diferença dos produtos industrial e o não industrial (Q_{ind}):

$$Q_{\text{gdp}} = B + B_3 (Q_{\text{ind}} - Q_{\text{ind}}), B_3 > 0 \quad (2)$$

A segunda lei de Kaldor, também conhecida como lei de Verdoorn, sustenta a existência de uma relação de longo prazo positiva entre a produção industrial e a produtividade deste mesmo setor. O ponto central desta relação é a existência de retornos de escala crescentes e cumulativos das atividades industriais em concordância com Young (1928) e Verdoorn (1949), o que estaria relacionado positivamente à demanda agregada da economia.

A lei de Verdoorn expressa uma relação endógena entre a produtividade e o ciclo econômico, sugerindo que a dinâmica da produtividade industrial depende da taxa de crescimento do produto, ou seja, da demanda efetiva. Conforme Verdoorn (1949), esta relação pode ser expressa pela equação 3 a seguir, na qual P_{ind} é a produtividade do fator de produção trabalho empregado pela indústria, Q_{ind} é o produto industrial e γ é o coeficiente de Verdoorn:

$$P_{\text{ind}} = B + \gamma Q_{\text{ind}}, \gamma > 0 \quad (3)$$

Há a possibilidade de estimar a lei de Verdoorn utilizando a variável emprego industrial em função do produto industrial (MCCOMBIE, 1982). Assumindo que a variação da produtividade industrial é dada pela diferença da variação entre o produto e o emprego industrial ($P_{\text{ind}} \equiv Q_{\text{ind}} - e_{\text{ind}}$), a lei de Verdoorn

orn pode ser estimada por meio da equação 4, em que o coeficiente linear σ é igual a $1 - \gamma$:

$$l_{\text{ind}} = -B + \sigma Q_{\text{ind}}, 0 \leq \sigma \leq 1 \quad (4)$$

McCombie (1982) argumenta que o coeficiente estimado de Verdoorn deveria ficar próximo de 0,5. Na prática, isto implicaria em grandes retornos de escala da produção industrial, pois o acréscimo de 1% do produto industrial estaria associado a um aumento de apenas 0,5% do emprego deste setor. A constante da equação 4 é a variação da produtividade exógena ao ciclo econômico.

McCombie e Roberts (2007) formalizaram a estimação do coeficiente de Verdoorn a partir da especificação de uma função Cobb Douglas no seguinte formato:

$$Q_{ij} = K_{ij}^{\alpha} (AL_{ij})^{\beta} \quad (5)$$

onde α e β são respectivamente as elasticidades-produto dos fatores de produção capital e trabalho. McCombie e Roberts (2007) assumem que: (i) a condição de retornos crescentes de escala seja $\alpha + \beta = v > 1$; (ii) A é o coeficiente de progresso técnico exógeno, sendo que $\frac{d(\ln A)}{dt} = 0$; (iii) a relação capital-produto é constante ao longo do tempo e igual a um, indicando que no longo prazo o produto Q_{ij} é determinado pela demanda agregada da economia. Aplicando algumas operações algébricas, a equação 6 exprime a relação entre demanda por trabalho e produto do seguinte modo:

$$L_{ij} = B Q_{ij}^{(1-\gamma)} \quad (6)$$

onde γ é coeficiente de Verdoorn e a relação entre o produto e emprego é dada por $(1-\gamma) = \frac{1-\alpha}{\beta}$.

Na versão logaritimizada, a equação 6 se torna:

$$l_{ij} = B + (1-\gamma) Q_{ij} \quad (7)$$

Esta equação também pode ser escrita em termos de produtividade da mão de obra, isto é:

$$P_{ij} = \frac{Q_{ij}^{\gamma}}{B} \quad (8)$$

ou em logaritmo:

$$p_{ij} = -B + \gamma Q_{ij} \quad (9)$$

A lei de Verdoorn exprime uma relação de longo prazo da produtividade do sistema econômico. Os elementos essenciais na determinação da taxa de crescimento de *steady state* seriam os retornos crescentes de escala do setor industrial e o processo de acumulação de capital, em parte ensejado pela lei de Verdoorn e pelo investimento empresarial na acumulação de capital, os quais aumentariam o progresso tecnológico e a produtividade dos fatores empregados¹.

A transferência estrutural da mão de obra dos setores com retornos decrescentes de escala para o processo produtivo industrial aumenta a produtividade sistêmica das economias. Esta relação positiva entre o aumento da produtividade do setor industrial e do restante da economia é definida como a terceira lei de Kaldor. Segundo McCombie (1981), esta lei pode ser expressa como:

$$P_{gdp} = B + \Theta Q_{ind} - \zeta e_{ni}; \Theta > 0; \zeta < 0 \quad (10)$$

onde P_{gdp} e e_{ni} são, respectivamente, a produtividade da mão de obra da economia (ou o PIB *per capita*) e o nível de emprego não-industrial. Para endogeneizar o emprego industrial e o não-industrial, a especificação da terceira lei de Kaldor utilizada neste trabalho foi a equação 11 a seguir, em que e_{nind} é o emprego não-industrial:

$$P_{gdp} = B + \chi Q_{ind} + \lambda (e_{ind} - e_{nind}); \chi > 0; \lambda > 0 \quad (11)$$

A teoria do crescimento econômico kaldoriana sugere que o sinal dos coeficientes lineares estimados da equação 11 seja positivo. Assim, o aumento no emprego e produto industriais geram um impacto positivo na produtividade da economia como um todo.

1 Em termos geográficos, a economia brasileira apresenta uma dimensão continental. Existe um elemento de heterogeneidade estrutural, em que as diversas estruturas produtivas industriais ao longo do território brasileiro se sobressaem cada qual com suas características estruturais. Isto pode ser incorporado no modelo à medida que o coeficiente de Verdoorn se altere conforme o nível tecnológico da estrutura industrial. Neste sentido, por exemplo, Romero e McCombie (2016) investigam esta possibilidade para as economias europeias entre 1976 e 2006. Os resultados dos autores sugerem que setores com maior intensidade tecnológica possuem retornos de escala maiores. Isto não se constitui um objeto de estudo do presente trabalho, mas é uma possibilidade de estudo para a economia brasileira a ser investigada.

Muitos autores estimaram as leis de Kaldor com as mais diversas metodologias, encontrando evidências sobre a importância da indústria e dos retornos crescentes de escala deste setor para o processo de crescimento econômico (MCCOMBIE, 1981; MICHL, 1985; DRAKOPOULOS; THEODOSSIU, 1991; WELLS; THIRLWALL, 2003; ALEXIADIS; TSAGDIS, 2010; MCCAUSLAND; THEODOSSIOU, 2012). Contudo, McCombie (1982b) identificou um paradoxo na estimação econométrica da lei de Verdoorn, pois ao utilizar os dados em taxa de crescimento (dinâmica) os resultados apontaram a existência de retornos crescentes de escala enquanto que as estimações baseadas em dados na forma logarítmica (estático) indicaram retornos constantes de escala. Tal resultado foi denominado como o *Paradoxo estático-dinâmico da lei de Verdoorn*. Para McCombie e Roberts (2007), isto seria um resultado do viés gerado pela agregação espacial, reconhecendo então que os retornos crescentes de escala são condicionados pela escala espacial. Logo, para a estimação da lei de Verdoorn sem viés se torna imperativo reconhecer o vetor espaço (WELLS; THIRLWALL, 2003).

Alguns trabalhos encontraram evidências de efeitos de vizinhança espacial na estimação das leis de Kaldor para países ou regiões: McCombie e Ridder (1984) e Bernat (1996) para os Estados Unidos, Casetti e Tanaka (1992) para o Japão, Pons-Novell e Viladecans-Marsal (1999) para a Europa, Wells e Thirlwall (2003)² para a África e Alexiadis e Tsagdis (2006) para a Grécia. Entretanto, a maioria desses estudos adotou uma especificação geral das equações das leis de Kaldor para todas as regiões e apenas corrigiram o viés de especificação por meio do tratamento da dependência espacial no processo de estimação. Em outras palavras, os coeficientes estruturais das leis de Kaldor continuam sendo globais e não locais na maioria dos trabalhos citados. O presente trabalho se configura como uma inovação metodológica em relação a estes, pois não houve a constatação da utilização de modelos RPG na literatura kaldoriana de cunho empírico.

2 Neste caso, Wells e Thirlwall (2003) não corroboraram as leis de Kaldor sob a hipótese de que haveria correlação espacial. A conclusão foi que o crescimento e a produtividade das economias africanas não dependem da relação comercial ou de transferência de tecnológica com entre os países deste continente.

Em nosso estudo, a contribuição para a literatura kaldoriana sobre crescimento econômico consiste em avaliar as leis de Kaldor em uma perspectiva espacial explicitamente local por meio do uso de modelos de Regressão Geograficamente Ponderada, de modo que os coeficientes estruturais das leis de Kaldor são estimados ao nível de cada unidade espacial da amostra de municípios brasileiros. Essa abordagem metodológica de estimação admite a existência de heterogeneidade espacial nos coeficientes estruturais das leis de Kaldor. De um lado, essa abordagem metodológica fornece uma solução metodológica para o problema de viés de agregação associado com o paradoxo dinâmico-estático das leis de Kaldor. De outro lado, a implicação é que as discrepâncias e mesmo a persistência de diferenciais de desenvolvimento entre as regiões seriam explicados não apenas pelos diferentes estágios de desenvolvimento industrial como preconizado pela teoria kaldoriana, mas também pela diferenciação espacial na forma como a atividade industrial e os retornos crescentes de escala afetam o crescimento econômico.

3 Dados e métodos

A Tabela 1, a seguir, apresenta as variáveis utilizadas na estimação das três leis de Kaldor. A equação da primeira lei de Kaldor (equação 2) foi estimada utilizando o PIB *per capita* como variável dependente e a diferença entre o valor adicionado industrial e o não industrial como variável explicativa. A amostra compreende aos 5.564 municípios brasileiros e os dados referem-se ao ano 2010, sendo obtidos da base de dados denominada PIB Municipal publicada pelo IBGE. A equação da segunda lei de Kaldor (equação 9) foi estimada utilizando o emprego industrial como variável dependente e o valor adicionado da indústria como variável explicativa. Os dados de emprego foram obtidos do Censo Demográfico de 2010, também para todos os municípios brasileiros.

Assumindo que a produtividade marginal do trabalho da economia seja idêntica à remuneração real deste fator de produção³, a equação da terceira

³ A distribuição funcional de renda é um elemento importante na determinação do progresso tecnológico nos modelos kaldorianos. Nos modelos de Kaldor (1956, 1957 e 1961), o autor parte da verificação empírica que há certa constância nas proporções da distribuição entre salários e lucros a despeito do aumento da relação capital-trabalho. A distribuição de renda é endógena na dinâmica

lei de Kaldor (equação 11) foi estimada considerando a renda média do trabalhador como a variável dependente. As duas variáveis explicativas desta equação são: a) o valor adicionado do setor industrial; e b) a diferença do emprego industrial e o não industrial. A amostra também compreende todos os municípios brasileiros e a fonte dos dados são a base do PIB Municipal e o Censo Demográfico de 2010 tal como no caso das equações anteriores.

Como já mencionado, as equações serão estimadas no nível local dos municípios por meio do método de estimação conhecido como modelos RPG. Esses modelos constituem uma metodologia econométrica relativamente recente e largamente utilizada por pesquisadores de outras áreas em estudos relacionados a ciências naturais (geógrafos, biólogos etc).

Atualmente, os modelos RPG passaram a ser utilizados em pesquisas socioeconômicas em que a dimensão espacial é um aspecto relevante. Nesta perspectiva, existem trabalhos como o de Brunsdon et al. (2001) que teve como objeto de estudo investigar a relação entre a altitude e a mensuração das chuvas para a Grã Bretanha. O estudo de Partridge et al. (2008) aplicou o método RPG para analisar dinâmica econômica das áreas periféricas da economia dos Estados Unidos. Já Páez et al. (2007) utilizaram este método para o caso de Toronto-Canadá em um modelo de preços hedônicos. Associado ao escopo do presente estudo, Almeida (2011) estimou o coeficiente de Verdoorn para as atividades agropecuárias da economia brasileira utilizando modelos RPG e Freitas e Almeida (2015) que analisaram a convergência de renda entre as economias do globo terrestre.

da economia capitalista. Nos modelos de Kaldor (1956, 1957 e 1961), existiriam dois estágios de desenvolvimento: a- na etapa inicial em que os aumentos da produtividade não seriam repassados para os salários reais e, assim, o investimento e logo a acumulação de capital acompanhariam a tendência crescente dos lucros na renda; b- a etapa posterior é aquela em que os aumentos de produtividade fossem repassados para os salários reais (os empresários já teriam atingido o nível de lucro desejado). Assumir que a produtividade municipal (de todos os setores, como defende a 3ª lei) é idêntica ao salário real, é assumir que todas as economias municipais estão no segundo estágio de desenvolvimento conforme Kaldor (1956, 1957 e 1961), o que possui certo teor irrealista, que, contudo, não permite ser contornável à medida que não há uma base de dados que represente a produtividade municipal.

Tabela 1 – Descrição das variáveis

Lei	Variáveis	Descrição	Unidade	Ano	Fonte
1 ^a	PIBpc (dependente)	PIB <i>per capita</i>	Log	2010	IBGE/PIB Municipal
	(VAind - VAnind)	Diferença do valor adicionado do setor industrial e o não industrial	Log	2010	IBGE/PIB Municipal
2 ^a	Eind (dependente)	Emprego industrial	Log	2010	IBGE/Censo Demográfico
	VAind	Valor adicionado pela indústria	Log	2010	IBGE/PIB Municipal
3 ^a	Renda (dependente)	Renda por trabalhador	Log	2010	IBGE/Censo Demográfico
	VAind (Eind - Enind)	Valor adicionado pelo setor industrial e o não industrial	Log	2010	IBGE/PIB Municipal IBGE/Censo Demográfico

Fonte: Elaboração dos autores.

O modelo RPG assume que as variáveis não são espacialmente estacionárias, ao contrário, por exemplo, da regressão clássica em que a média global é um bom estimador para todas as localidades espaciais (FOTHERINGHAM et al., 1996). Enquanto a regressão clássica apresenta uma estimação global dos parâmetros para todos os pontos espaciais da amostra, o modelo RPG regride uma equação para cada ponto, considerando as suas coordenadas geográficas, latitude e longitude. A especificação do modelo considera que os parâmetros de regressão são locais e pode ser representada pela equação abaixo:

$$y_i = B_0(u_i, v_i) + \sum_k \beta_k(u_i, v_i) x_{ik} + \varepsilon_i \quad (12)$$

Ao contrário da regressão clássica global, cuja regressão à média implica em similaridades no plano espacial, a contribuição metodológica do modelo RPG é ressaltar as diferenças estruturais que o espaço impõe às estimações econométricas (Fotheringham et al., 2002). O termo $\beta_k(u_i, v_i)$ da equação 12 é estimado especificamente para cada i -ésima latitude e longitude dos pontos geográficos da amostra uma a partir de uma função contínua e decrescente em torno da localização i , mais especificamente usando uma distribuição Kernel espacial. Matricialmente, a estimação dos coeficientes lineares do modelo RPG é dada por:

$$B(u_i, v_i) = (X^T W(u_i, v_i) X)^{-1} X^T W(u_i, v_i) Y \quad (13)$$

onde representa uma matriz diagonal, $n \times n$, em que os elementos são os pesos geográficos que variam em relação ao ponto i , isto é:

$$\begin{bmatrix} w_{ii} & \dots & 0 \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ 0 & \dots & w_{nn} \end{bmatrix} \quad (14)$$

Conforme Almeida (2012), os pesos dessa matriz são normalizados na escala $[0,1]$ e podem ser definidos a partir de uma função Kernel espacial com banda fixa ou com parâmetros de suavização adaptável. A banda da função expressa a amplitude da distribuição Kernel espacial, sendo que essa amplitude pode ser fixa (igual para todos os pontos geográficos) ou adaptável (diferente para todos os pontos geográficos). Como as unidades espaciais da amostra geralmente possuem áreas diferentes, a distância geográfica entre os pontos é influenciada pela área dos polígonos e, assim, um parâmetro de suavização adaptável é mais apropriado para a estimação. A função Kernel espacial adaptativa utilizada neste estudo foi a seguinte:

$$w_{ij} = \exp\left(-\frac{R_{ij}}{b}\right) \quad (15)$$

onde R_{ij} refere-se à distância d_{ij} entre os pontos geográficos i e j até o n -ésimo vizinho, e b é o tamanho da banda (amplitude) da distribuição Kernel. Dessa forma, os pesos utilizados na estimação de são maiores quanto mais próximo do ponto geográfico associado às latitude i e longitude j , decaindo exponencialmente a partir desse ponto.

A escolha da banda ótima pode ser obtida minimizando algum indicador de qualidade de ajuste.

te do modelo, tal como o escore *cross-validation* (CV) (CLEVELAND, 1979; BOWMAN, 1984) ou o Critério de Informação de Akaike (AIC) (AKAIKE, 1973)⁴. A escolha da banda ótima será baseada na minimização do AIC.

Quanto à inferência estatística, utilizar-se-á o procedimento desenvolvido por Silva e Fotheringham (2016). A ideia dos autores é corrigir o valor do teste-t dos parâmetros do modelo RPG em um determinado nível de significância para reduzir a probabilidade de incorrer no erro tipo I, isto é, diminuir a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula quando, na verdade, ela é verdadeira. O procedimento consiste em multiplicar o valor do teste-t ao nível de significância α por um coeficiente que reflete a razão entre o número efetivo de parâmetros estimados pelo modelo local e o número de parâmetros do modelo global, o que gera um novo valor para o teste-t. Especificamente, este coeficiente é obtido pela razão entre α (0,05 neste caso) e a razão entre a soma do traço da matriz (S) e do traço de (S'S) e o número de parâmetros do modelo global.

A não estacionariedade espacial do modelo RPG é imposta diretamente no mecanismo de estimação na medida em que os parâmetros são estimados localmente. Contudo, Fotheringham et al. (2002) mostram que é possível avaliar a hipótese de variabilidade (não estacionariedade) espacial dos coeficientes por meio de um teste de significância de Monte Carlo. Além disso, após a estimação do modelo RPG convém ainda avaliar se a especificação adotada eliminou completamente a dependência espacial nos resíduos, o que pode ser feito calculando-se a estatística de autocorrelação espacial conhecida como I-Moran (ANSELIN, 1988). Caso persista algum grau de dependência espacial, esse problema pode ser corrigido estendendo a especificação do modelo RPG para as formas autorregressiva espacial (modelo SAR local) ou erro espacial (modelo SEM local) (ALMEIDA, 2012).

4 Resultados

Inicialmente, apresentamos os resultados para as equações das três leis de Kaldor estimados pelo modelo de regressão global (Tabela 2). Neste caso, os coeficientes foram estimados utilizando o usual procedimento OLS, de modo que os coeficientes estruturais das leis de Kaldor são globais, ou seja, representam um efeito médio para todos os municípios da amostra. Todos os coeficientes estimados para as três leis foram significativos e possuem valores consistentes com as hipóteses da teoria kaldoriana. Contudo, a estatística I-Moran calculada para os resíduos das regressões globais indica a presença de autocorrelação espacial positiva estatisticamente significativa. Isto sugere que há indícios de que os modelos espaciais podem ser os mais adequados para estimar as leis de Kaldor para a economia brasileira a nível municipal.

4 As regressões do modelo RPG foram obtidas pelo programa GWR4, ao passo que as regressões SAR e SEM foram estimadas pelo Geoda. Cada programa utiliza uma fórmula diferente para o cálculo do critério de informação AIC. Para padronizar o cálculo deste critério utilizamos a formulação clássica na qual o AIC é dado por $2k - 2 \log\text{-likelihood}$, onde k é o número de parâmetros estimados.

Tabela 2 – Resultados das regressões globais

Regressores	Primeira Lei	Segunda Lei	Terceira Lei
Intercepto	10,4225*	0,9849*	6,0255*
	(0,0255)	(0,1026)	(0,0274)
VAind – VANind	0,7287*	----	----
	(0,0142)		
VAind	----	0,5118*	0,0930*
		(0,0104)	(0,0022)
Eind – Enind	----	----	0,0923*
			(0,0039)
R ² (ajustado)	0,3195	0,3003	0,3837
<i>log-likelihood</i>	-4.811	-9.776	1.583
AIC	9.627	19.556	1.589
Observações	5.564	5.564	5.564
I-Moran	0,4785*	0,0423*	0,5331*

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados econométricos obtidos pelo *software* GWR4.

Notas: Os valores entre parênteses representam o desvio-padrão. * indica significante a 1%. Para o cálculo da estatística I-Moran foi utilizada uma matriz de vizinhança do tipo *Queen* de primeira ordem.

Os resultados das regressões locais, estimadas pelo método RPG, são reportados na Tabela 3. Para que o modelo local seja superior ao modelo global, espera-se que a qualidade do ajuste da regressão local seja maior do que aquela obtida na regressão global e que o teste de variabilidade geográfica dos coeficientes aferido pelo critério *diff* do teste de Monte Carlo seja significativo⁵. Os resultados das estatísticas AIC e do Teste F indicam que o modelo local é melhor que o global para as equações da primeira e da segunda leis de Kaldor, enquanto para a terceira lei de Kaldor essas estatísticas indicam que o modelo global é melhor.

O teste de Monte Carlo corroborou que os coeficientes possuem variabilidade geográfica estatisticamente significativa para as duas primeiras leis. Destaca-se ainda que a regressão local simples para a primeira lei de Kaldor apresentou autocorrelação espacial significativa. Para corrigir esse problema, estimou-se nova regressão dessa equação adotando-se a especificação com termo autorregressivo espacial (modelo RPG SAR).

Considerando que o modelo RPG mostrou-se adequado somente para as duas primeiras leis de

Kaldor, enfatizaremos na análise a seguir os resultados dos coeficientes estimados para esses dois casos: modelo RPG-SAR para a primeira lei e modelo RPG simples para a segunda lei. Como o modelo RPG gera coeficientes com valores específicos para ponto geográfico, na Tabela 3 são reportados os valores médios, máximos e mínimos obtidos na regressão RPG.

Para a primeira lei, o valor médio do coeficiente na regressão local foi de 0,78 ao passo que na regressão global foi de 0,65. Para a segunda lei, o valor o valor médio do coeficiente na regressão local foi de 0,49 ao passo que na regressão global foi de 0,51, sendo estatisticamente iguais. Estes resultados corroboram as duas primeiras leis de Kaldor, evidenciando que o setor industrial impulsiona o crescimento econômico e que a indústria apresenta retornos crescentes de escala. Contudo, o valor médio é apenas referencial e convém avaliar a variabilidade dos coeficientes e sua distribuição espacial.

⁵ Para ser estatisticamente significativa, o valor do critério *diff* do teste Monte Carlo deve situar-se fora do intervalo entre -2 e 2 (FOTHERINGHAM et al., 2002).

Tabela 3 – Resultados das regressões RPG

Regressores	Primeira Lei		Segunda Lei	Terceira Lei	
	Modelo Simples	Modelo SAR			
Intercepto	Média	9,9059*	5,7110*	1,3282*	5,9437*
	Máximo	11,6360	28,8773	10,1181	7,4987
	Mínimo	3,1775	-3,2853	-7,7091	4,3873
VAind – VANind	Média	0,4423*	0,3788*	----	----
	Máximo	1,5497	1,2797	----	----
	Mínimo	-2,5604	-1,5439	----	----
VAind	Média	----	----	0,4863*	0,0832*
	Máximo	----	----	1,4351	0,1851
	Mínimo	----	----	-0,3425	-0,0509
Eind – Enind	Média	----	----	----	0,0188
	Máximo	----	----	----	0,2286
	Mínimo	----	----	----	-0,1488
Coeficiente Espacial (SAR)	Média	----	0,4467*	----	----
	Máximo	----	1,4056	----	----
	Mínimo	----	-1,9019	----	----
R ² (ajustado)		0,7453	0,7854	0,4146	0,7635
log-likelihood		-4.811,65	-1.178,36	-9.085	-2.289
AIC		9.627	6.742	18.174	4.584
Observações		5.564	5.564	5.564	5.564
Parâmetro de suavização ¹		44	70	108	76
F-ANOVA		11,43	5,23	3,90	12,57
Critério <i>diff</i> (Monte Carlo)		-509*	-489*	-402*	-238*
I-Moran		0,0976*	0	0	0,11

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos resultados econométricos obtidos pelo *software* GWR4.

Notas: * Significante a 1%. O critério *diff* do teste de variabilidade de Monte Carlo é reportado somente para os coeficientes angulares principais de cada equação das leis de Kaldor. Para o cálculo da estatística I-Moran foi utilizada uma matriz de vizinhança do tipo *Queen* de primeira ordem.

Na Figura 1, os coeficientes da primeira lei foram classificados em quatro tipologias que expressam o nível de importância da atividade industrial para o crescimento econômico: I- não significativo (3.283 municípios), II- não industrial, II- dinâmica industrial baixa, III- dinâmica industrial média e IV- dinâmica industrial alta.

A Figura 1 não permite uma análise de fato conclusiva em relação à concentração dos diferentes níveis de atividade industrial. No entanto, podemos perceber que para grande parte das economias municipais localizadas nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul (exceto para o Estado do Paraná) é indiferente possuir uma estrutura produtiva não industrial ou industrial para explicar a performance econômica, pois os coeficientes são não estatisticamente significantes. Por outro lado, para

2.281 municípios o coeficiente da primeira lei foi significativo, dos quais para apenas nove pequenas economias municipais localizadas na região Sudeste o setor não industrial é o mais dinâmico. As áreas com maior dinamismo econômico ligadas à indústria concentram-se, principalmente, nas vizinhanças das regiões metropolitanas, mas também há evidências de espraiamento fora do eixo metropolitano em diversos Estados⁶.

6 Cabe notar que os resultados do GWR4 consideram todos os parâmetros significativos ou não. Cabe ao economista fazer a inferência estatística. Em um primeiro instante, a inferência estatística foi feita considerando um teste-t usual para as duas primeiras leis de Kaldor, o que gerou uma distribuição espacial específica dos coeficientes significativos. Não obstante, uma sugestão de um dos pareceristas anônimos foi realizar a inferência estatística conforme o procedimento de Silva e Fotheringham (2016), o que implica em outra distribuição espacial dos coeficientes significativos. Ao realizar tal procedimento reduziu-

No caso da segunda lei, o coeficiente de Verdoorn γ varia de 0,23 a 1,00 para 3.769 municípios (67,7% do total), sendo que para 1.125 (20,2% do total) municípios o coeficiente está entre 0,4 e 0,6, isto é, próximo do valor esperado de 0,5, mas para 83 municípios o coeficiente varia entre 1,00 e 1,435 (1,49% do total). A variabilidade deste coeficiente e sua distribuição espacial revelam aspectos importantes sobre o mecanismo de funcionamento da lei de Kaldor-Verdoorn no espaço e o chamado paradoxo estático-dinâmico. Embora os retornos crescentes sejam significativos, o seu nível de intensidade medido pelo valor do coeficiente da segunda lei é espacialmente heterogêneo. Para facilitar a análise, na Figura 2 o coeficiente de Verdoorn foi classificado em 5 tipologias: I- retornos constantes (parâmetros estatisticamente não significantes), II- retornos decrescentes (maior que a unidade), III- retornos crescentes I (entre 0 e 0,35), IV- retornos crescentes II (entre 0,35 e 0,70), V- retornos crescentes III (entre 0,70 e 1).

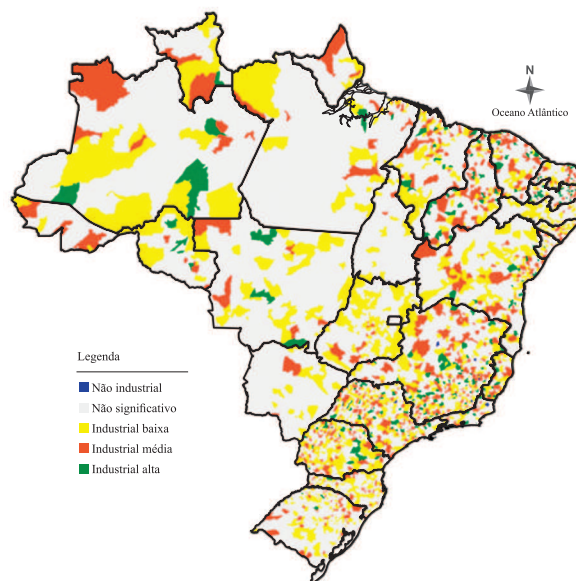
Conforme a Figura 2, os níveis mais elevados de retornos crescentes são concentrados no espaço geográfico, indicando que um conjunto relativamente menor de regiões percebem os benefícios desses retornos em termos de elevação de produtividade. Dentre as regiões com maiores retornos de escala industrial (retornos crescentes I) tem-se a seguinte distribuição entre as regiões: Norte (3,27%), Nordeste (12%), Sudeste (44,6%), Sul (27%), Centro-oeste (12%). Nota-se, portanto, que as economias industriais com maiores retornos de escala se concentram majoritariamente nas regiões Sul e Sudeste (juntas com 71,6%). Contudo, reforçando o argumento de concentração espacial do coeficiente de Verdoorn, todas as economias com retornos decrescentes de escala estão na região Nordeste.

Dessa forma, no contexto do paradoxo estático-dinâmico, pode-se afirmar que tanto o nível de agregação espacial como a escolha do recorte territorial da análise empírica influenciam a evidência do paradoxo. De um lado, se a agregação espacial da amostra for muito alta (por exemplo, Estados *versus* municípios) e muitas unidades espaciais dentro dessa agregação possuem retornos de escala em níveis mais baixos, então a análise

empírica em nível agregado pode não encontrar evidências de retornos crescentes de escala.

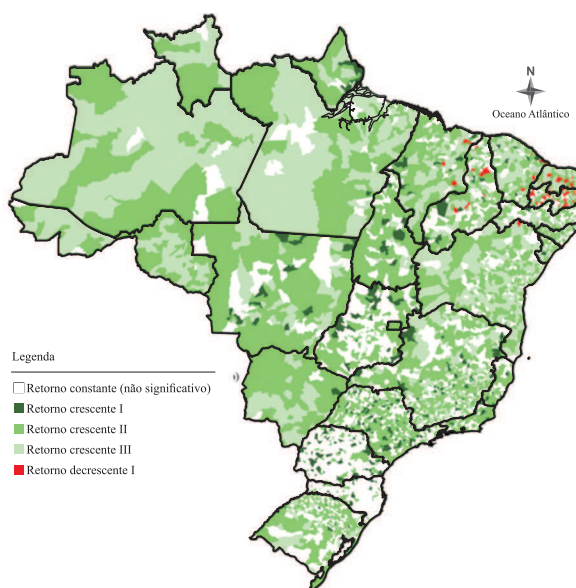
De outro lado, ainda que as unidades espaciais sejam mais fragmentadas (desagregadas), se o recorte territorial escolhido envolve regiões em que os retornos de escala possuem níveis mais baixos, também pode-se não encontrar evidência significativa de retornos crescentes de escala.

Figura 1 – Distribuição espacial do coeficiente da primeira lei de Kaldor



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 2 – Distribuição espacial do coeficiente da segunda lei de Kaldor



Fonte: Elaborado pelos autores.

se a probabilidade de se ocorrer no erro tipo 1, porém notou-se um espalhamento dos parâmetros estimados e significantes para as duas leis ao longo do território brasileiro nas Figuras 1 e 2.

Em suma, os resultados mostraram que o espaço é um fator importante para as leis de Kaldor, notadamente, no caso de análises empíricas com variáveis estáticas. Dessa forma, os modelos RPG podem ser uma solução metodológica para o chamado paradoxo estático-dinâmico na medida em que permite estimar os coeficientes das leis de Kaldor localmente, mesmo utilizando-se variáveis estáticas.

Nesse estudo para os municípios brasileiros, as evidências empíricas atestam a relevância das leis de Kaldor na explicação do desenvolvimento em nível territorial. Confirmou-se que a atividade industrial é uma importante fonte de dinamismo econômico, sendo que os retornos crescentes de escala associado a essa atividade pode impulsionar o desenvolvimento municipal. Contudo, a heterogeneidade espacial desses efeitos sugere que as disparidades espaciais na produtividade e no desenvolvimento econômico podem ser persistentes.

A distribuição espacial dos coeficientes das duas primeiras leis de Kaldor observada nas Figuras 1 e 2 reforçam este argumento. Embora seja amplamente conhecido que os níveis de industrialização e produtividade das regiões Norte e Nordeste são relativamente mais baixos do que observado nas regiões Sul e Sudeste, a Figura 1 sugere que o setor industrial é uma importante fonte de dinamismo em potencial para as regiões Norte e Nordeste. Entretanto, mesmo com retornos crescentes no setor industrial, o nível de intensidade desses retornos é mais baixo nas regiões Norte e Nordeste, o que está de acordo com referencial teórico kaldoriano. Neste sentido, os retornos crescentes de escala são mais elevados em aglomerações de municípios da região Sudeste e Sul.

Na investigação da terceira lei de Kaldor, o modelo RPG não se mostrou adequado em comparação com o modelo global, embora os resíduos da regressão global tenham apresentado dependência espacial. Neste caso, o tratamento da dependência espacial pode ser feito adotando-se a especificação de modelos econométricos espaciais do tipo SAR (autoregressivo espacial) ou SEM (erro espacial)⁷. O procedimento consiste em corrigir o problema adicionando termos de autocorrelação espacial na

equação de estimação e usar o método de máxima verossimilhança para estimar os parâmetros.

Comparativamente aos modelos RPG, a diferença é que os parâmetros não são estimados localmente mas ainda existe efeitos espaciais no mecanismo da terceira lei de Kaldor. Na especificação SAR, os efeitos espaciais refletem interações de vizinhança entre a produtividade de cada município enquanto no modelo SEM os efeitos espaciais refletem choques estocásticos no espaço.

A Tabela 4 apresenta os resultados dos modelos espaciais estimados para a terceira lei de Kaldor, SAR e SEM. Os resultados das estimações sugerem que as atividades do setor industrial, em termos de produto e em emprego, aumentam a produtividade da economia como um todo. Os modelos SAR e SEM se mostraram satisfatórios para eliminar a autocorrelação espacial dos resíduos, como mostra o I-Moran.

Tabela 4 – Resultados das regressões espaciais para a terceira lei

Regressores	Modelo SAR	Modelo SEM
Intercepto	3,1834* (0,0776)	5,9727* (0,0229)
VAind	0,0771* (0,0021)	0,0799* (0,0018)
Eind – Enind	0,0395* (0,0021)	0,0213* (0,0020)
	0,4278* (0,0112)	0,6657* (0,0128)
R² (ajustado)	0,568723	0,627063
log-likelihood	328,12	99,74
AIC	-650,25	-193,48
Observações	5.564	5.564
I-Moran	0	0

Fonte: Elaborado pelos autores utilizando os resultados econométricos por meio do *software* GEODA.

Notas: Os valores entre parênteses representam o desvio-padrão. * indica significante a 1%. Para a estimação foi utilizada uma matriz de vizinhança do tipo *Queen* de primeira ordem.

5 Considerações finais

As leis de Kaldor têm sido amplamente avaliadas na literatura empírica, buscando-se evidenciar a importância da atividade industrial e dos retornos crescentes para o dinamismo econômico de regiões e

7 O modelo SAR é representado por W e o modelo SEM é representado por ϵ , onde W é a matriz de pesos espaciais, ρ representa o coeficiente de autocorrelação espacial autorregressivo e σ^2 representa o coeficiente de autocorrelação espacial no erro. Para mais detalhes, ver Anselin (1988) e Almeida (2012).

países. No contexto destas investigações, McCombie (1982) e McCombie e Roberts (2007) identificaram o chamado *paradoxo estático-dinâmico da lei de Verdoorn*, segundo o qual a hipótese de retornos crescentes de escala é usualmente verificada em modelos com variáveis dinâmicas, mas não em modelos com variáveis estáticas.

Embora as aglomerações espaciais sejam um elemento importante para as evidências sobre retornos crescentes de escala, poucos estudos têm explorado o papel do espaço na literatura empírica kaldoriana. Assim, a proposta do presente estudo foi investigar a validade empírica das três leis de Kaldor por meio de modelos de regressão geograficamente ponderada, nos quais a dimensão espacial é tratada explicitamente e possibilita estimar os coeficientes das leis localmente. A análise foi realizada para uma amostra contendo os 5.564 municípios brasileiros. A hipótese é que os modelos RPG podem ser uma solução metodológica mais adequada para resolver o problema do *paradoxo estático-dinâmico da lei de Verdoorn*, como também para estimar as demais leis de Kaldor no contexto de modelos com variáveis estáticas.

Os resultados mostraram que os modelos de regressão globais aplicados às três leis de Kaldor apresentaram efeitos de dependência espacial significativos, cujo não tratamento pode gerar problemas de viés e ineficiência nas estimações. Os modelos RPG mostram-se mais adequados para a primeira e a segunda leis de Kaldor, evidenciando que os coeficientes estruturais dessas leis possuem expressiva variabilidade no espaço. Para a terceira, os modelos RPG não foram superiores, mas ainda assim a dependência espacial foi tratada mediante estimação de modelos econométricos espaciais SAR e SEM, indicando que a produção industrial, em termos de emprego e renda, na média aumenta a produtividade da economia como um todo.

Em geral, as evidências mostram que as três leis de Kaldor são válidas ao nível global ou local, mas negligenciar os efeitos espaciais pode levar a viés não desprezível na estimação. Assim, conclusões baseadas em regressões à média escondem importantes aspectos espaciais sobre o mecanismo de funcionamento das leis. A análise da primeira lei evidenciou que a indústria é relevante para o dinamismo econômico da de relevante parte dos municípios brasileiros, embora com intensidades diferentes conforme a heterogeneidade espacial.

Entretanto, a análise da segunda lei revelou que o coeficiente de Verdoorn também possui grande variabilidade geográfica, sendo que os retornos crescentes de escala são mais concentrados nos municípios das regiões Sudeste e Sul.

Ao estimar localmente os coeficientes das leis de Kaldor, constatou-se que a dimensão espacial de fato é um aspecto importante na análise da teoria kaldoriana e que os modelos RPG possibilitam resolver o problema do *paradoxo estático-dinâmico da lei de Verdoorn*.

À luz da teoria kaldoriana, as evidências empíricas do presente estudo representam um desafio mais complexo para o desenho de políticas de desenvolvimento territorial no Brasil. Isso porque o estímulo ao desenvolvimento de atividades industriais em regiões economicamente defasadas aparentemente não são suficientes para superar as condições de baixo crescimento da produtividade devido à evidência de forte concentração espacial nos retornos crescentes de escala. Em síntese, o padrão espacial do coeficiente de Verdoorn tende a reforçar as disparidades territoriais da produtividade no espaço brasileiro.

Referências

- AKAIKE, H. Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INFORMATION THEORY, 2., 1973, Tsahkadsor, Armenian SSR. **Abstract**. Budapest: Akademiai Kiado, 1973, p. 267-281.
- ALEXIADIS, S.; TSAGDIS, D. Reassessing the validity of Verdoorn's law under conditions of spatial dependence: a case study of the Greek regions. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 29, n. 1, p. 149-170, 2006.
- _____.; TSAGDIS, D. Is cumulative growth in manufacturing productivity slowing down in the EU12 regions? **Cambridge Journal of Economics**, v. 34, n. 6, p. 1001-1017, 2010.
- ALMEIDA, E. S. Lei de Verdoorn local para a agricultura. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 1, p. 87-104, 2011.
- _____. **Econometria espacial aplicada**. Editora Alinea, 498 p., 2012.

- ANSELIN, L. **Spatial econometrics: methods and models**. Dordrecht-Boston-London: Kluwer Academic Publishers, 1988.
- BERNAT, A. Does manufacturing matter? A spatial econometric view of Kaldor's laws. **Journal of Regional Science**, v. 36, n. 3, p. 463-477, 1996.
- Bowman, A.W. An alternative method of cross-validation for the smoothing of density estimates. **Biometrika**, v. 71, n. 2, p. 353-360, 1984.
- BRUNSDON, C.; MCCLATCHEY, J.; UNWINC, D. J. Spatial variations in the average rainfall-altitude relationship in Great Britain: an approach using geographically weighted regression. **International Journal of Climatology**, v. 21, p. 455-566, 2001.
- CASETTI, E.; TANAKA, K. The spatial dynamics of Japanese manufacturing productivity: an empirical analysis by expanded Verdoorn equations. **Papers in Regional Science: The Journal of the RSAI**, n. July 1989, p. 1-13, 1992.
- CLEVELAND, W. S. Robust locally weighted regression and smoothing scatterplots. **Journal of the American Statistical Association**, v. 74, n. 368, p. 829-836, 1979.
- DRAKOPOULOS, S.; THEODOSIOU, I. Kaldorian approach to Greek economic growth. **Applied Economics**, v. 23, n. 10, p. 1683-1689, 1991.
- FOTHERINGHAM, A. S.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. Geographically weighted regression: a method for exploring spatial nonstationarity. **Geographical Analysis**, v. 28, n. 4, p. 281-299, 1996.
- _____.; BRUNSDON, C.; CHARLTON, M. **Geographically weighted regression: the analysis of spatially varying relationships**. 1^o. ed. West Sussex En: University of Newcastle, UK, 2002.
- FREITAS, M. V. DE; ALMEIDA, E. Existe realmente convergência de renda entre países? **Estudos Econômicos**, v. 45, n. 2, p. 287-316, 2015.
- KALDOR, N. Alternative theories of distribution. **The Review of Economic Studies**, v. 23, n. 2, p. 83-100, 1956.
- _____. A model of economic growth. **The Economic Journal**, v. 67, p. 591, 1957.
- _____. Capital accumulation and economic growth. In: **The Theory of Capital**. 1^o. ed. Paris: Macmillan & CO LTD, 1961. p. 177-222.
- _____. Causes of the Slow Rate of Economic Growth in the United Kingdom. In: Thirlwall T. **The essential of Kaldor** (p. 282-310). New York: Holmes & Meier Publishers, Inc., 1966.
- _____. The case for regional policies. **Scottish Journal of Political Economy**, v. 17, n. 3, p. 337-348, 1970.
- MCCAUSLAND, W. D.; THEODOSIOU, I. Is manufacturing still the engine of growth? **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 35, n. 1, p. 79-92, 2012.
- MCCOMBIE, J. S. L. What Still Remains of Kaldor's Laws? **The Economic Journal**, v. 91, n. 361, p. 206-216, 1981.
- _____. Economic growth, Kaldor's laws and the static-dynamic Verdoorn law paradox. **Applied Economics**, v. 14, n. 3, p. 279-294, 1982.
- _____.; J.R.RIDDER, D. "The Verdoorn Law Controversy": some new empirical evidence using U. S. State Data. **Oxford Economic Papers**, v. 36, n. 2, p. 268-284, 1984.
- _____.; ROBERTS, M. Returns to scale and regional growth: The static-dynamic Verdoorn law paradox revisited. **Journal of Regional Science**, v. 47, n. 2, p. 179-208, 2007.
- MICHL, T. R. International comparisons of productivity growth: Verdoorn's Law revisited. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 7, n. 4, p. 474-492, 1985.
- PÁEZ, A.; LONG, F.; FARBER, S. Moving window approaches for hedonic price estimation: an empirical comparison of modelling techniques. **Urban Studies**, v. 45, n. 8, p. 1565-1582, 2007.
- PARTRIDGE, M. D. et al. The geographic diversity of U.S. Nonmetropolitan growth dynamics: a geographically weighted regression approach. **Land Economics**, v. 84, n. 2, p. 241-266, 2008.
- PONS-NOVELL, J.; VILADECANS-MARSAL, E. Kaldor's laws and spatial dependence:

evidence for the european regions. **Regional Studies**, v. 33, n. 5, p. 443-451, 1999.

ROMERO, J. P.; MCCOMBIE, J. S. L. Differences in increasing returns between technological sector A panel data investigation using the EU KLEMS database. **Journal of Economics Studies**, v. 43, n. 5, p. 863-878, 2016.

SILVA, A. R. FOTHERINGHAM, A. S. The Multiple Testing Issue in Geographically Weighted Regression. **Geographical Analysis**. v.48, p.233-247, 2016.

THIRLWALL, A. P. A plain man's guide to Kaldor's growth laws. **Journal of Post Keynesian Economics**, v. 5, n. 3, p. 345-358, 1983.

VERDOORN, P. J. Fattori che regolano lo sviluppo della produttività del lavoro. **L'industria**, v. 1, p. 3-10, 1949.

WELLS, H.; THIRLWALL, A. P. Testing Kaldor's growth laws across the countries of Africa. **African Development Review**, v. 15, n. 2-3, p. 89-105, 2003.

YOUNG, A. A. Increasing returns and economic progress. **The Economic Journal**, v. 38, n. 152, p. 527-542, 1928.