

LEI DE ESCALA E DIMENSÃO FRACTAL PARA ADUZIR OS VALORES DOS MÓDULOS FISCAIS MUNICIPAIS – PARANÁ (BRASIL)

Luís Antônio dos Santos¹ 

Osmar Abílio de Carvalho Junior² 

David Luciano Rosalen³ 

Destaques:

- Os Módulos Rurais (MR) incorporam o conceito de propriedade familiar.
- Os Módulos Fiscais (MF) são usados para classificar as pequenas, médias e grandes propriedades.
- A metodologia de cálculo atual é sensível a rearranjos fundiários locais.
- A lei de escala, por meio da dimensão fractal dos municípios, consegue simular/abduzir os valores dos MF.

Resumo: A presente pesquisa objetiva avaliar o atual método para o cálculo dos Módulos Rurais (MR) e Fiscais (MF); e propor um novo cálculo baseado na lei de escala e dimensão fractal (dos municípios). A área de estudo foi o estado do Paraná, com a presença do município de Centenário do Sul, com MF de 12 ha, em uma região onde todos os seus vizinhos (municípios limítrofes) apresentam valores de MF superiores a 12 ha. A proposta busca simular valores para observar como os imóveis da agricultura familiar se redistribuem no estado, considerando valores de MF com expoente 1.15. Destacando as distribuições atuais, o município de Cascavel apresentou uma redução de 8,7 no número de propriedades da agricultura familiar; e Centenário do Sul obteve um aumento de 17,5. No entanto, o impacto aparentemente negativo em Cascavel mostra uma redução de 24,5 na área das propriedades familiares, o que indica uma concentração de área em poucos imóveis.

Palavras-chave: Módulo Rural; Simulação; Redistribuição; Centenário do Sul/PR; Lei de Escala.

¹ Doutor em Geografia pela Universidade de Brasília (UNB) e analista em Reforma e Desenvolvimento Agrário no Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA). E-mail: lantonio.net@gmail.com.

² Doutor em Geologia e professor titular na Universidade de Brasília (UNB). E-mail: osmarjr@unb.br.

³ Doutor em Ciências pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) e professor doutor pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal. E-mail: david.rosalen@unesp.br.

THE LAW OF SCALE AND FRACTAL DIMENSION TO ADDUCE THE VALUES OF MUNICIPAL FISCAL MODULES— PARANÁ (BRAZIL)

Abstract: This study aims to evaluate the current method for calculating Rural Modules (RM) and Fiscal Modules (FM), and to propose a new calculation based on the law of scale and fractal dimension (of the municipalities). The study area was the state of Paraná, being the municipality of Centenário do Sul, with a 12-hectare FM, located in a region where all its bordering municipalities present FM values higher than 12 ha. The proposal seeks to simulate values to observe how the family farming properties are redistributed in the state, considering FM values with a 1.15 exponent. The current distribution shows that the number of family farming properties decreased by 8.7 in the municipality of Cascavel and increased by 17.5 in Centenário do Sul. However, the apparently negative impact in Cascavel shows a reduction of 24.5 in the area of family properties, indicating a concentration of area in a few properties.

Keywords: Rural Module; Simulation; Redistribution; Centenário do Sul/PR, Law of Scale.

LOI D'ÉCHELLE ET DIMENSION FRACTALE POUR DÉDUIRE LES VALEURS DES MODULES FISCAUX MUNICIPAUX — PARANÁ (BRÉSIL)

Résumé : La présente recherche vise à évaluer la méthode actuelle de calcul des modules ruraux (MR) et des modules fiscaux (MF) et à proposer un nouveau calcul basé sur la loi d'échelle et la dimension fractale (des municipalités). La zone d'étude était l'État du Paraná, contenant la présence de la municipalité de Centenário do Sul avec un MF de 12 ha dans une région où tous ses voisins (municipalités limitrophes) présentent des valeurs de MF supérieures à 12 ha. La proposition vise à simuler les valeurs pour observer comment les propriétés agricoles familiales sont redistribuées dans l'État. En considérant les valeurs MF avec un exposant de 1,15. En soulignant les distributions actuelles, la municipalité de Cascavel a présenté une réduction de 8,7 du nombre de propriétés agricoles familiales et Centenário do Sul a obtenu une augmentation de 17,5. Cependant, l'impact apparemment négatif à Cascavel montre une réduction de 24,5 de la superficie des exploitations familiales, ce qui indique une concentration de la superficie dans quelques propriétés.

Mots clés: Module Rural; Simulation; Redistribution; Centenário do Sul/PR, Loi d'échelle.

INTRODUÇÃO

O conceito de Módulos Fiscais (MF) foi introduzido pela Lei Federal 6.746 (BRASIL, 1979), para simplificar o cálculo do Imposto Sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR). Entre outras coisas, esses conceitos visavam conter os conflitos relativos à concentração de terra no Brasil (ANTUNES, 2018; TEODORO *et al.*, 2019), por meio de critérios de progressividade e regressividade, dependentes, por exemplo, do grau de utilização e eficiência na exploração agrícola, pecuária e florestal.

Os MF perderam sua natureza tributária com a revogação da Lei 8.847 (BRASIL, 1994), pela Lei Federal 9.393 (BRASIL, 1996), art. 1º a 22, que modificou a forma de cálculo do ITR. No entanto, os MF continuaram sendo referência para várias políticas públicas. De acordo com a Lei Agrária 8.629 (BRASIL, 1993), por exemplo, os MF devem ser usados para classificar as propriedades rurais, por município, como: pequenas, médias e grandes propriedades.

Os MF variam no mínimo de 5 hectares até, no máximo, 110 hectares (ha) (CASSETTARI, 2015; LANDAU *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2020), e são classificados em: (a) pequena propriedade: imóveis com área superior a 1 e menor ou igual a 4 MF (Redação dada pela Lei da Regularização Fundiária 13.465 (BRASIL, 2017), com área mínima de 20 ha e área máxima de 440 ha; (b) média propriedade: imóveis com área superior a 4 e menor ou igual a 15 MF e; (c) grande propriedade: imóveis com área acima de 15 MF.

Os MF incorporaram o conceito de propriedade familiar, com foco no imóvel, que deriva do conceito de Módulo Rural (MR) do Estatuto da Terra (ET), Lei Federal 4.504 (BRASIL, 1964) art. 4º. Portanto, a propriedade familiar é caracterizada como o imóvel que, direta e pessoalmente, seja explorado pelo agricultor e sua família, que absorva toda a sua força de trabalho e, ocasionalmente, necessite da ajuda de terceiros. A finalidade primordial dos MR era estabelecer uma unidade de medida padrão, familiar, mínima, que exprimisse, de forma dinâmica e ao longo do tempo, a interdependência, a relação causal, entre a dimensão, a situação geográfica dos imóveis rurais e a sua forma ou condições de aproveitamento econômico, de acordo com o Decreto 55.891 (BRASIL, 1965), que define a finalidade do MR e estabelece uma unidade de medida padrão para os imóveis rurais.

Devido às diferenças regionais, tornou-se necessária a ponderação dos valores dos MR, por intermédio de modelos de zoneamento do país (ET, art. 43). Primeiramente, utilizaram-se as Zonas Fisiográficas (1960), depois as Microrregiões Homogêneas (1968) e, atualmente, usam-se as Microrregiões Geográficas (1990) (IBGE, 2022).

Entretanto, a lei da Agricultura Familiar — Lei Federal 11.326, art. 3º (BRASIL, 2006) —, com foco na pessoa, estabeleceu que o agricultor familiar deve ser, simultaneamente, aquele que:

- a) não detém, a qualquer título, área maior do que 4 MF;
- b) utiliza, predominantemente, mão-de-obra familiar;
- c) tem percentual mínimo de renda originado do estabelecimento;
- d) cujo empreendimento seja dirigido pela própria família.

Portanto, os termos “agricultura familiar”, “propriedade familiar” e “pequenas propriedades”, em muitos casos, podem estar sobrepostos, mas devem ser tratados de forma diferente. Na atualidade, aparentemente, não é possível identificar o padrão mínimo dos MR a serem adotados para parametrizar a classificação dos imóveis rurais.

Como agravante, o art. 153, da Constituição Federal (CF) (BRASIL, 1988), estabeleceu, a princípio, que a cobrança de impostos sobre a Propriedade Territorial Rural compete à União (ANTUNES, 2018; TEODORO *et al.*, 2019); também definiu que o imposto não incidirá sobre Pequenas Glebas Rurais. Esse artigo, da CF, foi regulamentado pela Lei Federal 9.393 (BRASIL, 1996), que revogou a Lei 8.847 (BRASIL, 1994), art. 1º a 22, e definiu que as Pequenas Glebas Rurais também têm natureza familiar, com área de:

- a) 100 ha (antes 80 ha), se localizada em municípios da Amazônia Ocidental, ou no Pantanal mato-grossense, e sul-mato-grossense;
- b) 50 ha (antes 40 ha), se localizado em municípios compreendidos no Polígono das Secas ou na Amazônia Oriental e;
- c) de 30 ha (antes 25 ha), se localizado em qualquer outro município do país.

Dessa forma, o presente trabalho tem por finalidade analisar a necessidade da readequação dos valores dos MR e dos MF, considerando a interligação de ambos. Tal iniciativa deve-se à uma possível discrepância entre os parâmetros regionais adotados e a realidade local, municipal, devido às

constantes reclamações, por parte de prefeitos, a respeito da incompatibilidade dos valores vigentes, na qual alegam que a classificação das propriedades familiares no município está sendo realizada de maneira equivocada. O estudo analisa se há falhas metodológicas na classificação atual e discute se a sua manutenção é adequada. Para isso, um novo cálculo é proposto para os MR e MF, considerando a aplicação da lei de escala, ou sistemas complexos organizados, emergentes (BARABÁSI, 2009; JOHNSON, 2003; WEST, 2018). O modelo desenvolvido simplifica o cálculo e possui menor sensibilidade a rearranjos fundiários locais. Nesse contexto, a pesquisa possui os seguintes objetivos:

- a) apresentar um modelo teórico para simular os valores dos MF;
- b) comparar os resultados dos valores teóricos (abduzidos/aduzidos) com os valores atuais dos MF, que incluem os novos valores de MF, calculados em 2018, com base nos dados (extração) do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR);
- c) considerar a manifestação (reclamação), por parte do município de Centenário do Sul, no estado do Paraná, que tem o Módulo Fiscal de 12 ha, em uma região onde todos os seus vizinhos (municípios limítrofes) possuem valores de MF maiores do que 12 há. Esses municípios são:
 - Porecatu — 16 ha;
 - Florestópolis — 14 ha;
 - Miraselva — 16 ha;
 - Jaguapitã — 16 ha;
 - Guaraci— 16 ha;
 - Cafeara — 16 ha e;
 - Lupionópolis — 14 ha.

REFERENCIAL TEÓRICO

Módulos rural e fiscal

Os MR utilizam as Microrregiões Geográficas (IBGE, 2022) e o conceito de Potencial Demográfico para criar macrozonas, que extrapolam o perímetro

das microrregiões, conhecidas como Zonas Típicas de Módulo (ZTM), Decreto 55.891 (BRASIL, 1965). Essas zonas abordam seis tipos de exploração:

- a) hortigranjeiras;
- b) lavouras permanentes;
- c) lavouras temporárias;
- d) pecuária;
- e) florestal e;
- f) inexplorado.

O Art. 46, do ET, 1964, que trata da caracterização dos imóveis rurais, aborda a questão da infraestrutura e dos centros demográficos, mas limita o recorte demográfico para cidades acima de 100 mil habitantes – descrição que não corresponde mais à realidade brasileira.

A partir disso, a Instrução Especial/Incra/nº 05-a (INCRA, 1973) descreve como são calculados os MR para cada imóvel: (a) basicamente, se um imóvel está localizado, por exemplo, na ZTM-A1⁴ (Zona de maior potencial demográfico) e se o seu uso é composto apenas por lavouras de hortifrutigranjeiro, basta dividir a área útil do imóvel por uma constante que, no caso, será dois e; (b) se os imóveis forem compostos por mais de uma cultura, então, os MR serão calculados com base na média ponderada. Certamente, essa Instrução Especial poderá ser revisada, em momento oportuno, caso a metodologia de cálculo para os MR seja mantida.

⁴ As zonas homogêneas são reunidas em quatro grupos de grandes zonas típicas de módulo, designadas "A", "B", "C" e "D". BRASIL. **Instrução Especial/Incra/nº 05-a, de 6 de junho de 1973.** Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/centrais-de-conteudos/legislacao/ie5a_1973.pdf. Acesso em: 26 jun. 2020.

Tabela 1 — Valor dos Módulos Rurais — Instrução Especial/Incra/nº 05-a

Categoria de Módulo	Horti fruti granjeira	Lavoura Permanente	Lavoura Temporária	Pecuária	Florestal	Imóvel Inexplorado ou com Exploração Não definida
	(1)	(2)	(03)	(04)	(05)	(06)
A1 (01)	2	10	13	30	45	5
A2 (02)	2	13	16	40	60	10
A3 (03)	3	15	20	50	60	15
B1 (04)	3	16	20	50	80	20
B2 (05)	3	20	25	60	85	25
B3 (06)	4	25	30	70	90	30
C1 (07)	4	30	35	90	110	55
C2 (08)	5	35	45	110	115	70
D1 (09)	5	40	50	110	120	100

Fonte: Incra (1973).

O cálculo dos MF por município baseia-se na divisão da mediana da área útil de todos os imóveis (do município) pela mediana de todos os MR calculados (para cada imóvel), conforme o tipo de uso (Tabela 1). No entanto, a atualização dos MF com esse procedimento poderá continuar causando distorções, devido à sensibilidade aos rearranjos fundiários locais ou à desorganização territorial existente (ALBUQUERQUE, 1987; ANTUNES, 2018). O cálculo descrito pode classificar, inadequadamente, pequenas propriedades como médias ou grandes propriedades e vice-versa, o que causa distorções nos extremos populacionais. As pequenas propriedades localizadas ao redor dos grandes centros demográficos são penalizadas, enquanto médias ou grandes propriedades (ainda não são classificadas como tal) são, injustamente, favorecidas devido aos desajustes atuais. Sabbato (1999) fez várias considerações a respeito dos módulos, e critica a metodologia de cálculo:

- a) a tabela de dimensão dos MR foi elaborada em 1965 e atualizada em 1973. Em 1981, a Portaria Interministerial 1.275 estabeleceu, parcialmente, uma nova tabela dos MR, mas sem explicar a metodologia adotada. Portanto, a tabela dos MR válida é a de 1973;
- b) a tabela das ZTM foi elaborada em 1965, e atualizada em 1973, 1978 e 1989;

- c) assim, a tabela de dimensão dos MR encontra-se defasada, em cerca de 20 anos (com referencial de 1999), a de zonas típicas em cerca de 5 anos e a de MF em cerca de 15 anos;
- d) o potencial demográfico, mesmo que fosse um indicador adequado, não deveria ser o único a ser adotado, deveriam ser considerados outros, como:
- aptidão agrícola;
 - potencial de produção;
 - infraestrutura (vias de acesso/comunicação/distância dos mercados), etc.;
 - e também, novas culturas (para o cálculo dos MR).
- e) as fontes de consulta partem de uma amostragem relativamente pequena, o que resulta na escassez e na incerteza das informações.

Cálculo do módulo rural

Tradicionalmente, as áreas dos MR (A) (Tabela 1) foram definidas/calculadas, a partir da seguinte fórmula:

$$A = \frac{R}{L} \quad (1)$$

Em que:

- a) R é a renda estabelecida para remunerar a mão de obra e garantir o retorno do capital total investido (fixo mais giro) e;
- b) L é o lucro líquido da produção por hectare, considerando os tipos de exploração existentes, e subtraindo as despesas.

R pode ser desmembrado da seguinte forma:

$$R = F * 12 * S * 1,4 + 0,15 * 1,5 * T * V \quad (2)$$

Em que os fatores trabalhistas podem ser descritos:

- a) F é a força de trabalho considerando 4 pessoas adultas;

- b) são os 12 meses do ano;
- c) S é o salário-mínimo (regional);
- d) 1,4 corresponde à hipótese de acréscimo de 40% ao salário-mínimo, para atender aos encargos sociais.

Em que os fatores econômicos podem ser descritos:

- a) 0,15 corresponde à remuneração do capital em 15%;
- b) 1,5 corresponde à hipótese de 50% sobre o valor de V, considerando investimentos em benfeitorias e capital total (fixo mais giro);
- c) T é o talhão (área) consideradas e;
- d) V é o valor da terra nua.

L pode ser desmembrada da seguinte forma:

$$L = r * p - D \quad (3)$$

Em que a eficiência agrícola pode ser descrita:

- a) r é o rendimento agrícola por ha;
- b) p é o preço da unidade do produto considerado e;
- c) D são as despesas diretas por ha, para o tipo de exploração considerada (excluindo a mão de obra).

O que resulta na seguinte fórmula para as áreas dos MR:

$$A = \frac{67,2 S}{r * p - (D + 0,225V)} \quad (4)$$

Sabbato (1999) apresentou uma série de considerações em relação à fórmula:

- a) a fórmula para a obtenção dos MR utiliza variáveis e hipóteses que devem ser reavaliadas, em virtude das mudanças das condições econômicas e fundiárias do país;

- b) o salário-mínimo, como remuneração da força de trabalho familiar, é uma variável muito instável, em condições de alta inflação, o que pode tanto elevar, quanto reduzir, inadequadamente, os valores dos MR, mantida as condições atuais;
- c) a utilização de quatro pessoas adultas para representar a força de trabalho familiar também pode elevar, superdimensionar, os valores dos MR, pois a tendência atual é de queda em relação a esse valor (hipótese que pode ser confirmada pelos dados do Censo Agropecuário);
- d) a hipótese de incidência de 40% de encargos sociais sobre os salários também é inadequada para a atualidade, uma vez que as estimativas indicam o dobro deste valor;
- e) não há evidência de que o valor do investimento deva corresponder a 50% do valor da terra nua, nem que a remuneração do capital seja de 15%.

Mudança de paradigma – lei de escala

A lei de escala, ou potência, segundo Rashid (2017) pode descrever propriedades universais, sem depender de características específicas ou detalhadas das variáveis, que podem representar numerosos fenômenos complexos, emergentes, como organismos vivos, biológicos, ou artificiais, por exemplo, as cidades (BARABÁSI, 2009; JOHNSON, 2003; RASHID, 2017; WEST, 2018); e descrever o crescimento de uma parte do conjunto de dados, organismos, ou estruturas em relação ao todo, em que a relação entre as variáveis x e y é dada por meio da seguinte formula (BATSCHELET, 1978; RASHID, 2017):

$$y = bx^{\alpha} \tag{5}$$

A modelagem, a priori, para relações dependentes de escala, de tamanho, para qualquer sistema complexo, nem sempre são determinadas por requisitos físicos, mensuráveis, que evidenciem a relação de tamanho crescente. Portanto, a aplicabilidade do poder da lei de escala deve ser determinada e motivada por tendências e induções que indiquem, empiricamente, que o aumento diferencial

entre as variáveis pode, de fato, representar, adequadamente, o caráter multidimensional dos fenômenos complexos (BARABÁSI, 2009; RASHID, 2017; WEST, 2018).

Dimensão Fractal

Figuras regulares, como um loteamento urbano quadrangular, possuem dimensões exatas, mas figuras irregulares, como glebas ocupadas por favelas, ou o próprio contorno (perímetro) dos municípios brasileiros, por exemplo, que seguem trajetos naturais (como rios) apresentam rugosidades que não podem ser mensuradas com eficácia geométrica; e dependem de outras métricas, como a dimensão fractal, para revelar padrões de auto-organização (AZEVEDO; CHRISTOFOLETTI, 2007; COSTA, 2014; DAUPHINÉ, 2012; ENGELS, 2017; LOUVEIRO; MEDEIROS; GUERREIRO, 2019).

Dessa forma, as favelas — com seus contornos orgânicos, compostas de diferentes dimensões e configurações (LOUVEIRO; MEDEIROS; GUERREIRO, 2019) — podem ser uma boa representação para compreender a estrutura fundiária brasileira e a sua “autodesorganização” sistemática, proveniente da falta de planejamento, desde a origem da ocupação territorial. Portanto, salienta-se a dificuldade da elaboração de um cadastro georreferenciado sobre uma base espacial multiescalar para atender e planejar o território brasileiro. Vilches-Blázquez e Saavedra (2022) argumentam que as tradicionais bases espaciais — que são a principal referência para os modelos de administração de terra — não são suficientes para superar o desafio da diversidade e da heterogeneidade dos dados territoriais. A falta de padronização dos próprios territórios pode despertar o interesse na relação dos objetos espaciais e não apenas na sua forma (BARABÁSI, 2009; VILCHES-BLÁZQUES; SAAVEDRA, 2022; WEST, 2018).

ÁREA DE ESTUDO

A revisão dos módulos foi solicitada por vários municípios, em várias regiões do país, entre eles:

- a) Vidal Ramos, em Santa Catarina;

- b) Centenário do Sul, no Paraná;
- c) Boa Vista e Pocinhos, na Paraíba e;
- d) Itaituba, no Pará; entre outros.

A escolha do estado do Paraná foi baseada no fato de que este é o segundo maior produtor de grãos do país (CONAB, 2022)⁵, baseado em uma agricultura altamente tecnológica, e mesmo assim, possui mais de 80% das suas propriedades classificadas como pequenas propriedades familiares (INCRA/SNCR, 2022).

MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa usou os MF atuais disponíveis da Tabela de Índices Básicos de 2013 (INCRA, 2013); e os MF calculados por intermédio da extração realizada em 09/03/2018, do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR), com as seguintes variáveis:

- a) código do Imóvel;
- b) código do Município;
- c) nome do Município;
- d) área Total;
- e) quantidade Área Módulo Rural 5A;
- f) quantidade Área Módulo Rural 50;
- g) quantidade Módulo Rural 5A;
- h) quantidade Módulo Rural 50;
- i) área Utilizada;
- j) área Explorável e;
- k) área Inexplorável.

Esses dados continham cerca de 6,5 milhões de linhas. O código 5A é usado pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) para denotar as Microrregiões Homogêneas (1968); e o código 50 para denotar as

⁵ CONAB. **Safra Brasileira de Grãos** [2022]. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 26 jun. 2020.

Microrregiões Geográficas (1990) (IBGE, 2022). Na sequência, o processamento dos dados resultou no cálculo de quatro novos valores de MF para todo o país:

- a) área útil 5a;
- b) área total 5a;
- c) área útil 50; e,
- d) área total 50; pois, se mudar o modelo de zoneamento, mudará, também, o potencial demográfico.

O valor adotado no estudo, entretanto, foi a área útil 50 (Au50/2018). Para organizar a base de dados, utilizou-se o pacote *dplyr* do Sistema Estatístico R⁶ (WICKHAM; GROLEMUND, 2017; WICKHAM *et al.*, 2019).

Além disso, as seguintes variáveis do estado do Paraná foram utilizadas:

- a) população (P) dos municípios (IBGE, 2011), para criar escalas de MR e;
- b) área (A), em Km²; e Perímetro (P) dos municípios, em metros, calculados por intermédio do *software* QGIS (GRASER, 2014), a partir da base dos municípios, no formato “*shapefile*” (IBGE, 2013), para calcular a Dimensão Fractal (D) dos municípios. Dessa forma, foi possível simular novos valores dos MF.

A base (extração) de 2018, com as informações acerca dos MR, apresentou somente 61,4% dos imóveis com dados cadastrados no campo Área Explorável/Utilizada. Portanto, optou-se pelos dados da Consulta Pública do Sistema Nacional de Cadastro Rural (SNCR) (INCRA, 2022), extraídos em 01/09/2019. A Consulta Pública do SNCR é uma base atualizada, porém dispõe apenas do campo Área Total do Imóveis, o que não prejudica o estudo. Dessa forma, ao dividir a Área Total dos Imóveis pelos respectivos MF apresentados, foi possível recalcular a distribuição dos imóveis da Agricultura Familiar no estado do Paraná.

⁶ O pacote *dplyr* do Sistema Estatístico R é um software que oferece diversas funções de manipulação de base de dados, com o uso de verbos específicos, que cria uma gramática intuitiva para ciência de dados.

Modelagem fundiária, usando a lei de escala

Este trabalho adota os princípios do art. 4º, do ET. Entretanto, essa definição apresenta limitações quanto ao tamanho da área que pode ser explorada, diretamente, pelo agricultor e sua família. Este mesmo artigo denomina como “Empresa Rural” os empreendimentos que buscam rendimentos econômicos, por meio de aportes financeiros, que vão além das características de natureza de subsistência e do progresso social e econômico, que visam, principalmente, ao lucro, ligados a uma taxa de investimento e um tempo de retorno.

Dessa forma, a presente proposição poderia substituir o modelo de potencial demográfico baseado na distância euclidiana, entre centros demográficos, muito usado no *geomarketing*⁷ (BELL, 2018; DIAS, 2006), pelo modelo de mudança de escala populacional (fractal) (BARABÁSI, 2009; DAUPHINÉ, 2012; RASHID, 2017; WEST, 2018). Isso porque toda vez que a população dobra de tamanho, a infraestrutura (econômica) aumenta, de acordo com uma taxa (expoente) α de 1,15 (WEST, 2018). Nesse contexto, consideramos, por intermédio de observações empíricas, que à medida que dobra a população, os MR tendem a diminuir. Esse fato provoca a redução do tamanho da área necessária para sustentar uma família, devido às características de melhor infraestrutura (WEST, 2018) e qualidade de vida. Além do potencial econômico, as propriedades familiares, ao redor dos grandes centros, tendem a ser consideradas como refúgios verdes ou de lazer, e ganham uma dimensão de valor intangível (SCHNEIDER; CASSOL, 2014), que delude conceitos de minifúndio (Imóvel menor que 1 MF).

Por outro lado, consideramos que, à medida que nos afastamos dos grandes centros, o capital investido, em forma de terra, também deverá ser maior, para viabilizar os empreendimentos rurais em regiões de pior infraestrutura (WEST, 2018), independentemente dos tipos de uso ou de aproveitamento do imóvel, das características ecológicas (biomas), ou do tipo de exploração predominante, devido à evolução tecnologia da agricultura.

⁷ Geomarketing é, basicamente, uma abordagem territorial ou geográfica do marketing.

Partindo desse pressuposto, o país foi dividido em 15 faixas/escalas de MR, diminuindo, sucessivamente, os valores dos MR, à medida que dobra o tamanho da população, de acordo com a Tabela 2, o que cria uma definição, a priori, de Módulo Rural (MR) para todo país.

Tabela 2 - MR variando de 15 a 1 hectare, à medida que a população dobra (População IBGE, 2011)

MR	População
1	10.000.000
2	5.000.000
3	2.500.000
4	1.250.000
5	625.000
6	312.500
7	156.250
8	78.125
9	39.063
10	19.531
11	9.766
12	4.883
13	2.441
14	1.221
15	610

Fonte: os autores (2021).

O Módulo Empresarial Rural (MER) (Tabela 3) foi criado para suprir a necessidade de aumento ou remuneração do capital, em forma de terra, utilizando a fórmula:

$$MER = MR^{\alpha} \quad (5)$$

Tabela 3 - Incremento dos MR, que varia de 1 a 15 hectares, à medida que a população é dividida por dois, de acordo com a eq.06. Para $\alpha = 1,15$

MR	MER
1	1
2	2
3	4
4	5
5	6
6	8
7	9
8	11
9	13
10	14
11	16
12	17
13	19
14	21
15	23

Fonte: os autores (2021).

Dentro de cada escala populacional, foi considerado um Índice Fractal (D), baseado na relação Área (A) e Perímetro (P) (AZEVEDO; CRISTOFOLETTI, 2007), para indicar o grau relativo de complexidade e diferenciação de cada município:

$$D = \frac{\ln P}{\frac{1}{\ln(A^2 * 100)}} \quad (7)$$

Finalmente, o produto dos MER pela Dimensão/Índice Fractal (D) resulta nos novos valores, propostos, dos MF:

$$MF = D * MR^\alpha \quad (8)$$

Portanto, os MF passam a ser uma combinação de parâmetros físicos, área e perímetro do município, e elementos estruturais (que dependem da escala populacional), que podem ser manuseados/adaptados, de acordo com o interesse do gestor territorial/público. Neste estudo, foi usada a dimensão fractal de cada município, mas nada impede que seja adotado um valor único (médio) para todo o estado ou determinada região.

Conexão matemática

O módulo rural m foi definido como proporcional à Área (A) do município e inversamente proporcional à População (P) do município:

$$m = \frac{A}{P} \quad (9)$$

O módulo fiscal MF foi definido como proporcional a uma constante K , e inversamente proporcional à População (P) do município, elevada a um expoente α :

$$MF = \frac{K}{P^\alpha} \quad (10)$$

Em que:

$$P = \frac{A}{m} \quad (11)$$

Em que:

$$MF = \frac{K}{\left(\frac{A}{m}\right)^\alpha} \quad (12)$$

Em que:

$$MF = \frac{K}{A^\alpha} m^\alpha \quad (13)$$

Impondo:

$$\frac{K}{A^\alpha} = DA^\alpha \quad (14)$$

Em que D é um Índice Fractal:

$$D = \frac{\ln P}{\ln(\sqrt{A} * 100)} \quad (15)$$

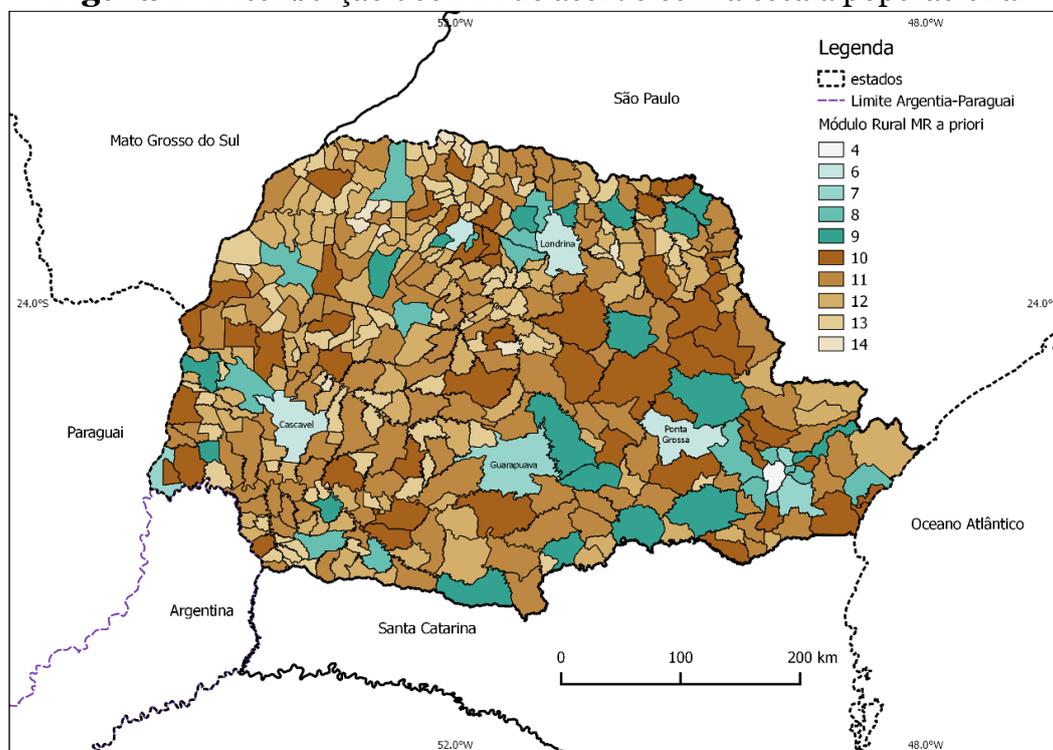
Resultando:

$$MF = D m^\alpha \quad (16)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo teórico foi pensado para abduzir/aduzir os valores dos MF (KITCHIN, 2014a, 2014b), calculados em 1973, e redistribuídos de acordo com o último zoneamento, de 1990 (área útil 50), e serve de parâmetro para aceitar ou questionar a validade dos valores atuais (ou recalculados Au50/2018). A figura 1 apresenta a distribuição dos Módulos Rurais (MR), de acordo com a mudança de escala populacional (Tabela 2). Dessa forma, os MR elevados a um expoente α e multiplicados pela Dimensão Fractal (D) do município resultam nos novos valores do MF (Simulados).

Figura 1 - Distribuição dos MR de acordo com a escala populacional



Fonte: Os autores (2021).

Dessa forma, o ajuste dos MF, utilizando algum dos modelos propostos (considerando diferentes valores de α), pode ser uma solução simples e coerente para minimizar as possíveis distorções do modelo tradicional, mesmo que alguns municípios sejam penalizados, devido ao aumento da população (considerando que não foi adotado modelo de zoneamento, ou seja, foi usada a mesma taxa α de infraestrutura para todas as regiões).

Assim, o estado do Paraná possui 78,5% dos seus imóveis considerados como pequenas propriedades, ou da agricultura familiar, de acordo com os valores atuais dos MF; ou 77,8%, de acordo com os novos valores calculados, conforme a metodologia tradicional (Au50/2018), o que provoca uma pequena redução na quantidade de pequenas propriedades no estado. Os MF simulados com taxa α 1,15 mantêm a proporção de 78,5 % dos imóveis da agricultura familiar no estado, mas redistribuem as proporções de cada município.

A divisão da Área Total dos imóveis, obtida da Consulta Pública do SNCR, dividida pelos MF apresentados, resulta na proporção dos imóveis da agricultura familiar no estado do Paraná (Tabela 4).

Tabela 4 - Porcentagem das Propriedades Familiares (abaixo de 4 MF).
Resultado da divisão da Área Total de todos os imóveis pelos MF apresentados

Módulos Fiscais	% de Pequenas Propriedades
MF1 ($\alpha = 1,050$)	78,2
MF2 ($\alpha = 1,075$)	78,4
MF3 ($\alpha = 1,100$)	78,6
MF4 ($\alpha = 1,125$)	78,4
MF5 ($\alpha = 1,150$)	78,5
MF6 ($\alpha = 1,175$)	78,4
MF7 ($\alpha = 1,200$)	78,4
Au50/2018	77,8
Atual	78,5

Fonte: os autores (2021).

Curitiba é uma cidade com quase 2 milhões de habitantes, entretanto, o módulo atual é igual ao de São Paulo, cidade com mais de 10 milhões de habitantes. Dessa forma, o resultado do aumento do módulo é coerente. Cascavel é uma cidade com aproximadamente 300 mil habitantes, porém, o módulo atual é maior do que aquele de Centenário do Sul, com população de aproximadamente 11 mil habitantes, portanto, a indicação de redução, também,

é coerente. No caso de Centenário do Sul, tanto o valor calculado, usando Au50/2018, quanto os valores simulados dos MF indicam a necessidade do aumento do módulo do município.

A tabela 5 apresenta os MF dos principais municípios, analisados do ponto de vista geográfico, do estado do Paraná, e de como estão estrategicamente distribuídos.

Tabela 5 - Resultado da avaliação dos MF das principais cidades do estado do Paraná

MF	MF1	Mf2	MF3	MF4	Mf5	MF6	MF7	Au50	Atual
Curitiba	7	7	7	7	8	8	8	10	5
Londrina	10	10	11	11	12	12	13	14	12
Maringá	10	11	11	12	12	13	13	15	14
Ponta Grossa	10	10	11	11	12	13	13	14	12
Cascavel	10	10	11	11	12	12	13	16	18
Foz do Iguaçu	12	13	13	14	15	15	16	16	18
Guarapuava	12	12	13	14	14	15	16	18	18
Paranaguá	13	14	15	16	17	17	18	5	16

Fonte: os autores (2021).

A tabela 6 apresenta os MF dos municípios limítrofes à Centenário do Sul.

Tabela 6 - Avaliação dos municípios vizinhos a Centenário do Sul

MF	MF1	Mf2	MF3	MF4	Mf5	MF6	MF7	Au50	Atual
Centenário do Sul	19	20	21	22	24	25	27	26	12
Porecatu	19	20	22	23	24	26	27	17	16
Florestópolis	19	21	22	23	25	26	28	20	14
Miraselva	25	27	28	30	32	35	37	27	16
Jaguapitã	19	20	22	23	24	26	27	25	16
Guaraci	21	22	24	25	27	29	29	34	16
Cafeara	23	24	26	28	30	31	34	22	16
Lupionópolis	23	25	26	28	30	32	34	31	14

Fonte: os autores (2021).

A comparação dos módulos fiscais vigentes (Atual) e os simulados pelo modelo de escala populacional (fractal), com expoente 1,15 (MF5), proposto por West (2018), permitiu avaliar o impacto da redução ou aumento do Número de Imóveis (Num_Imov) e Área Total (ÁreaT_Imov) da agricultura familiar, nos principais municípios do estado do Paraná; com destaque para os municípios limítrofes a Centenário do Sul (Tabelas 7, 8, 9 e 10). Os valores atuais, que são ponderados por características do zoneamento, apresentaram questionamentos

acerca da sua efetividade, pois podem não ser justificadas, facilmente, algumas diferenças encontradas, por exemplo, entre Centenário do Sul e Cascavel. Portanto, criam-se dúvidas a respeito de validades dos valores atuais dos MF e das zonas de potencial demográfico, lembrando que a escala populacional pode ser revisada a cada censo demográfico do país.

A tabela 7 apresenta a agricultura familiar dos principais municípios do estado do Paraná.

Tabela 7 - Agricultura Familiar – número de imóveis das principais cidades

MF	Num_Imov Atual	Num_Imov 1,15	%
Curitiba	871	921	5,7
Londrina	5173	5173	0
Maringá	2987	2912	-2,5
Ponta Grossa	2385	2385	0
Cascavel	4666	4257	-8,7
Foz do Iguaçu	1301	1287	-1,0
Guarapuava	1103	1045	-5,2
Paranaguá	943	949	0,6

Fonte: os autores (2021).

A tabela 8 apresenta a agricultura familiar dos municípios limítrofes à Centenário do Sul.

Tabela 8 - Agricultura Familiar – número de imóveis de Centenário do Sul

MF	Num_Imov Atual	Num_Imov 1,15	%
Centenário do Sul	627	737	17,5
Porecatu	83	89	7,2
Florestópolis	202	233	15,3
Miraselva	160	175	9,3
Jaguapitã	790	851	7,7
Guaraci	344	387	12,5
Cafeara	215	247	14,8
Lupionópolis	324	348	7,4

Fonte: os autores (2021).

Nos casos de Curitiba e Centenário do Sul, os dados indicam que o aumento do número de imóveis é positivo. No caso de Cascavel, por exemplo, embora, aparentemente, o impacto seja negativo, é possível perceber que uma redução de apenas 8,7% no número de imóveis corresponde a uma redução de 24,5% na área das propriedades familiares (1/4 da área). Isso sugere que os dados estão distorcidos, e indica concentração de área/terra em poucos imóveis

(Tabelas 6, 7, 8 e 9). Não foi avaliado, por exemplo, a questão do aumento do número de minifúndios no município de Curitiba, por ser um conceito desconsiderado neste estudo.

A tabela 9 apresenta a agricultura familiar dos principais municípios do estado do Paraná (Considerando a variação da área total, com a mudança dos MF).

Tabela 9 - Agricultura Familiar – Área total das principais cidades

MF	ÁreaT _Imov Atual	ÁreaT _Imov 1,15	%
Curitiba	4049,68	5342,81	31,9
Londrina	70453,69	70453,69	0
Maringá	44038,90	40321,05	-8,4
Ponta Grossa	35008,21	35008,21	0
Cascavel	95.104,72	71.729,49	-24,5
Foz do Iguaçu	14217,76	13305,25	-6,4
Guarapuava	17710,87	14065,31	-20
Paranaguá	14198,90	14588,60	2,7

Fonte: os autores (2021).

A tabela 10 apresenta a agricultura familiar dos municípios limítrofes à Centenário do Sul (Considerando a variação da área total, com a mudança dos MF).

Tabela 10 - Agricultura Familiar – Área total de Centenário do Sul, considerando a variação da área total, com a mudança dos MF

MF	ÁreaT _Imov Atual	ÁreaT _Imov 1,15	%
Centenário do Sul	12.515,77	16.643,62	32,9
Porecatu	4049,68	2676,52	22,7
Florestópolis	4045,89	6273,15	55,0
Miraselva	3274,52	4607,66	40,7
Jaguapitã	16379,28	21125,10	28,9
Guaraci	6219,04	9799,73	57,5
Cafeara	4957,63	8049,21	62,3
Lupionópolis	5190,71	7164,05	38,0

Fonte: os autores (2021).

Durante o desenvolvimento do trabalho, percebeu-se que a falta de organização, ou falta de heterogeneidade, é condicionada pela variabilidade acentuada do tamanho dos municípios do estado do Paraná. Pinhas, por exemplo, na região metropolitana de Curitiba, tem uma área de 6.767, 097 ha,

enquanto Guarapuava (que não está na região metropolitana de Curitiba, mas foi utilizada aqui apenas como comparação) tem uma área de 352.124,307 ha. Portanto, 52 vezes maior. Além disso, foi importante observar a relação entre Iguatu (também utilizada apenas como comparação, já que, nesses exemplos, os municípios são muito diferentes, em termos de território, mas possuem o mesmo módulo), com área de 11.821,174 ha, e Guarapuava, 30 vezes maior, que, atualmente, possuem o mesmo MF, com valor de 18 ha.

O estudo apresentou os resultados do estado Paraná, mas as taxas α utilizadas podem ser usadas da mesma forma em outros estados do país, com exceção de Minas Gerais e Amazonas. No caso de Minas Gerais, devido ao seu tamanho e diversidade regional, é recomendado que o estado seja dividido, no mínimo, em duas regiões de estudo (para a aplicação das taxas α). No caso do estado de Amazonas, as simulações devem ser testadas para valores α maiores/acima de 1,20 (MF7), devido à baixa densidade populacional.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com os avanços tecnológicos, logo, será possível calcular o lucro líquido das propriedades, glebas ou talhões, receitas menos despesas, quase que instantaneamente, na nuvem, o que gera um grande volume de dados, que poderão ser analisados por meio de algoritmos de aprendizagem de máquina. Por outro lado, mesmo com todas as possibilidades das ciências de dados e Big Data, buscar uma caracterização, dimensão ou padrão para os imóveis rurais baseada na dinâmica fundiária, além de não produzir modelos parcimoniosos, do ponto de vista estatístico, corre-se o risco de estar sujeita a variações difíceis de serem justificadas, o que, também, poderá levar a erros de classificação injustificáveis, devido à desorganização sistemática da estrutura fundiária brasileira.

Os MR e MF são uma importante questão para o desenvolvimento territorial e agrário brasileiro, dos pontos de vista conceitual e prático. Porém, constata-se que os valores vigentes perderam a conexão com os objetivos originais, ao longo do tempo. Assim, uma avaliação aprofundada a respeito dos impactos positivos e negativos dos MR e MF devem ser considerados na

condução de uma política pública que, efetivamente, possa trazer desenvolvimento econômico, social e territorial para o país. Nesse contexto, a presente pesquisa tem como mérito rediscutir e analisar a questão e propor uma nova metodologia de cálculo, baseada na lei de escala populacional. Os resultados demonstram ser promissores para o estado do Paraná, pois manteve o número de propriedades familiares em torno de 80%. Além disso, o método promove ajustes nas discrepâncias encontradas, decorrentes do uso inadequado do modelo de zoneamento e do potencial demográfico. O novo modelo não depende da dinâmica fundiária local, está sujeito apenas aos efeitos lentos de escala, infraestrutura, populacional. Estudos futuros em outras localidades são necessários para a sua avaliação, devido à grande responsabilidade de provocar alterações na dinâmica territorial/estrutural municipal, urbana e rural.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. C. C. Estrutura fundiária e reforma agrária no Brasil. **Revista de Economia Política**, v. 7, n. 3, p. 99–134, 1987. Disponível em: <https://bibliotecadigital.fgv.br/dspace/bitstream/handle/10438/14639/Estrutura%20ofundi%C3%A1ria%20e%20reforma%20agr%C3%A1ria%20no%20Brasil.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2019.
- ANTUNES, T. G. O imposto territorial rural (ITR) como ferramenta da gestão tributária. **Revista Tecnologia e Ambiente**, Criciúma, Santa Catarina, v. 24, p. 215-232, 2018. Disponível em: <http://periodicos.unesc.net/tecnoambiente/article/view/4375>. Acesso em: 23 out. 2019.
- AZEVEDO, T. S.; CHRISTOFOLETTI, A. L. H. Fractais em Geografia: conceitos e perspectiva. **Climatologia e Estudos da Paisagem**, Rio Claro, v. 2, n. 2, p. 30, 2007. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/730>. Acesso em: 30 ago. 2018.
- BARABÁSI, A. L. **Linked a nova ciência dos network**. [S.l.]: Leopardo Editora, 2009.
- BATSCHLET, E. **Introdução à matemática para biocientistas**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 1978.
- BELL, D. **Localização (ainda) é tudo**. São Paulo: HSM, 2016.
- BRASIL. Lei Federal nº 4.504, de 30 de novembro de 1964. Dispõe sobre o Estatuto da Terra, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 49, 30 nov. 1964.

BRASIL. Decreto Federal nº 55.891, de 31 de março de 1965. Regulamenta o Capítulo I do Título I e a Seção III do Capítulo IV do Título II da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 – Estatuto da Terra. **Diário Oficial da União**: 08 04 1965 003569 4, 31 mar. 1965.

BRASIL. Lei Federal nº 6.746, de 11 de dezembro de 1979. Altera o disposto nos arts. 49 e 50 da Lei nº 4.504, de 30 de novembro de 1964 (Estatuto da Terra), e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 18.673, 11 dez. 1979.

BRASIL. [Constituição (1988)] Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: **Presidência da República**, [2020]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 jun. 2020.

BRASIL. Lei Federal nº 8.629, de 26 de fevereiro de 1993. Dispõe sobre a regulamentação dos dispositivos constitucionais relativos à reforma agrária, previstos no Capítulo III, Título VII, da Constituição Federal. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 2.349, 26 fev. 1993.

BRASIL. Lei Federal nº 8.847, de 29 janeiro 1994. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural (ITR) e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 1.381, 29 jan. 1994.

BRASIL. Lei Federal nº 9.393, 20 de dezembro de 1996. Dispõe sobre o Imposto sobre a Propriedade Territorial Rural - ITR, sobre pagamento da dívida representada por Títulos da Dívida Agrária e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 27.744, 20 dez. 1996.

BRASIL. Lei Federal nº 10.267, de 28 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis nos 4.947, de 6 de abril de 1966, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 6.739, de 5 de dezembro de 1979, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, p. 1, 28 ago. 2001.

BRASIL. Lei Federal nº 11.326, de 24 de julho de 2006. Estabelece as diretrizes para a formulação da Política Nacional da Agricultura Familiar e Empreendimentos Familiares Rurais. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 1, 24 jul. 2006.

BRASIL. Lei Federal nº 13.465, de 12 de julho de 2017. Dispõe sobre a regularização fundiária rural e urbana, sobre a liquidação de créditos concedidos aos assentados da reforma agrária e sobre a regularização fundiária no âmbito da Amazônia Legal; institui mecanismos para aprimorar a eficiência dos procedimentos de alienação de imóveis da União; altera as Leis nos 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, 13.001, de 20 de junho de 2014, 11.952, de 25 de junho de 2009, 13.340, de 28 de setembro de 2016, 8.666, de 21 de junho de 1993, 6.015, de 31 de dezembro de 1973, 12.512, de 14 de outubro de 2011, 10.406, de 10 de janeiro de 2002 (Código Civil), 13.105, de 16 de março de 2015 (Código de Processo Civil), 11.977, de 7 de julho de 2009, 9.514, de 20 de

novembro de 1997, 11.124, de 16 de junho de 2005, 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 10.257, de 10 de julho de 2001, 12.651, de 25 de maio de 2012, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, 9.636, de 15 de maio de 1998, 8.036, de 11 de maio de 1990, 13.139, de 26 de junho de 2015, 11.483, de 31 de maio de 2007, e a 12.712, de 30 de agosto de 2012, a Medida Provisória nº 2.220, de 4 de setembro de 2001, e os Decretos-Leis nº 2.398, de 21 de dezembro de 1987, 1.876, de 15 de julho de 1981, 9.760, de 5 de setembro de 1946, e 3.365, de 21 de junho de 1941; revoga dispositivos da Lei Complementar nº 76, de 6 de julho de 1993, e da Lei nº 13.347, de 10 de outubro de 2016; e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, p. 1, 12 jul. 2017.

CASSETTARI, C. **Direito Agrário**. São Paulo: Atlas, 2015.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Safra brasileira de grão** – Boletim de monitoramento agrícola. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 2 jan. 2022.

COSTA, P. C. **Análise fractal de formas urbanas**: estudo sobre a dimensão fractal e o índice de desenvolvimento humano municipal (IDHM). 2014. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/1438>. Acesso em: 23 mai. 2019.

DAUPHINÉ, A. **Fractal Geography**. Primeira edição. [s.l.]: Wiley-ISTE, 2012. *E-Book Kindle*.

DIAS, S. R. **Gestão de Marketing**. São Paulo: Editora Saraiva, 2006.

ENGELS, F. **A Situação da Classe Trabalhadora na Inglaterra**. São Paulo: Boitempo, 2017.

GRASER, A. **Learning QGIS** - Use QGIS to create great maps and perform all the geoprocessing tasks you need. Packt Publishing, 2014. *E-Book Kindle*.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/divisao-regional/15778-divisoes-regionais-do-brasil.html?=&t=downloads>. Acesso em: 7 jan. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Malha Municipal**. 2013. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 17 dez. 2021.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2010**. Características da população e dos domicílios, resultados do universo. 2011. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf. Acesso em: 1 fev. 2019.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA **Instrução Especial/Incra/nº 05-a**. 1973. Disponível em: https://www.gov.br/incra/pt-br/centrais-de-conteudos/legislacao/ie5a_1973.pdf. Acesso em: 1 fev. 2019.

INCRA/SNCR – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Consulta Pública do Sistema Nacional de Castro Rural (SNCR)**. 2022. Disponível em: <https://sncr.serpro.gov.br/sncr-web/consultaPublica.jsf;jsessionid=7noi1krY6an-5hDhVr3kpAgx.sncr-web2?windowId=905>. Acesso em: 1 set. 2019.

INCRA – INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA **Módulo Fiscal 2013**. Disponível em: <https://antigo.incra.gov.br/pt/modulo-fiscal.html>. Acesso em: 1 set. 2019.

JOHNSON, S. **Emergência**: A Dinâmica de Rede em Formigas, Cérebros, Cidades e Software. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor, 2003.

KITCHIN, R. Big Data, new epistemologies and paradigm shifts. **Big Data & Society**, p. 1–12, 2014a. Disponível em: [DOI: 10.1177/2053951714528481](https://doi.org/10.1177/2053951714528481). Acesso em: 26 jun. 2020.

KITCHIN, R. Big data and human geography, opportunities, challenges and risks. **Dialogues in Human Geography**, v. 3, n. 3, p. 262-267, 2014b.

LANDAU, E. C. *et al.* **Variação geográfica do tamanho dos módulos fiscais no Brasil**. Minas Gerais: Embrapa Milho e Sorgo Sete Lagoas, documentos 146, 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/949260/variacao-geografica-do-tamanho-dos-modulos-fiscais-no-brasil>. Acesso em: 5 jan. 2022.

LOUVEIRO, V.; MEDEIROS, V.; GUERREIRO, R. A lógica socioespacial da favela: padrões da informalidade auto-organizada. **Revista de Morfologia Urbana**, v. 7, n. 1, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://revistademorfologiaurbana.org/index.php/rmu/article/view/77/41>. Acesso em: 9 jun. 2021.

OLIVEIRA, A. L. *et al.* Revisiting the concept of ‘fiscal modules: implications for restoration and conservation programs in Brazil. **Land Use Policy**, v. 99, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0264837719300523>. DOI:10.1016/j.landusepol.2020.104978. Acesso em: 7 jan. 2022.

RASHID, M. **The Geometry of Urban Layouts**. A Global Comparative Study. Springer, 2017. *E-Book*.

SABBATO, A. D. **Módulo e agricultura familiar**: Proposta de Metodologia para Cálculo do Módulo Fiscal Municipal. Projeto de Cooperação Técnica INCRA/FAO/UTF/BRA/051/BRA, 1999.

SCHNEIDER, S.; CASSOL, A. Diversidade e heterogeneidade da agricultura familiar no Brasil e algumas implicações para políticas públicas. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 31, n. 2, p. 227-263, 2014. Disponível em: DOI: <http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2014.v31.20857>. Acesso em: 26 jun. 2020.

TEODORO, L. T. C. *et al.* Avaliação em massa de imóveis rurais através da regressão clássica e da geoestatística. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 71, n. 2, p. 459-485, 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revistabrasileiracartografia/article/view/47458>. DOI: 10.14393/rbcv71n2-47458. Acesso em: 26 jun. 2020.

VILCHES-BLÁZQUES, L. M.; SAAVEDRA, J. A graph-based representation of knowledge for managing land administration data from distributed agencies – A case study of Colombia. **Geo-spatial Information Science**, p. 1-19, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/epub/10.1080/10095020.2021.2015250?needAccess=true>. Acesso em: 4 jan. 2022.

WEST, G. **Scale: The Universal Laws of Life and Death in Organisms, Cities and Companies**. Weidenfeld & Nicolson, 2018. *E-Book Kindle*.

WICKHAM, H. *et al.* Welcome to the tidyverse. **The Journal of Open Source Software**, v. 4, n. 43, 1.686, p. 1-6, 2019. Disponível em: <https://joss.theoj.org/papers/10.21105/joss.01686>. Acesso em: 5 jan. 2022.

WICKHAM, H.; GROLEMUND, G. **R for Data Science** – Import, Tidy, Transform, Visualize and Model Data. [S.L.]: O’Reilly, 2017.

Recebido em 16 de maio de 2022
Aceito em 26 de julho de 2022