

ABANDONO DE TERRAS AGRÍCOLAS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: CAUSAS E CONDICIONANTES

Mariana Ribeiro Vidal¹

Raúl Sánchez Vicens²

1. Universidade Federal Fluminense – Instituto de Geociências – Niterói, RJ
(marianaribeirovidal@id.uff.br)

2. Universidade Federal Fluminense – Instituto de Geociências – Niterói, RJ
(rsvicens@id.uff.br)

ABSTRACT

The State of Rio de Janeiro reduced its planted areas by 72.02% between 1988 and 2017 (IBGE, 2017), which shows a recent abandonment of agricultural land. Thus, this study aims to search for possible causalities of this phenomenon by using regression methods, such as ordinary least squares and geographically weighted regression. The results indicated that the set of variables chosen explained only 20% of the question, an insufficient result for a more complete analysis.

Keywords: Farmland abandonment; agriculture in Rio de Janeiro; Land use changes.

INTRODUÇÃO

Segundo a FAO – Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, o abandono de terras agrícolas é um fenômeno no qual a terra sofre uma mudança com relação a seu uso agrícola, sem produtividade pelo período mínimo de dois a cinco anos e sem perspectivas de uma retomada futura da atividade (FAO, 2019).

Tal fenômeno gera a ausência de produção em lavouras, bem como um novo uso da terra, mediante a “[...] retirada completa do manejo agrícola da paisagem e a transição para vários usos não agrícolas” (BEILIN et. al. 2013). O surgimento dessa mudança pode ser desencadeado pela substituição de um uso agrícola por outro de natureza distinta, como na urbanização e industrialização (Sroka et. al, 2019), ou até mesmo para dar lugar a áreas de pastagens. Em alguns casos, a terra é abandonada e, sem nenhum uso, fica sujeita à sucessão natural de espécies. Desse modo, os impactos do abandono de terras agrícolas são abrangentes, uma vez que afetam o desenvolvimento socioeconômico regional e ameaçam a manutenção e estabilidade de ecossistemas (FAO, 2006; Su. et. al., 2018).

A determinação de suas causas está muito atrelada ao que o pesquisador considera relevante e pode variar de acordo com a metodologia de estudo aplicada. Ainda assim, é possível afirmar que os fatores ambientais, socioeconômicos, institucionais, de localização e de estrutura dos estabelecimentos agropecuários são pertinentes para a análise (Terres et. al., 2015, Sroka et. al., 2019).

De acordo com dados da PAM – Pesquisa Agropecuária Municipal (2017), o Estado do Rio de Janeiro vem passando por um processo de redução de áreas plantadas, com perda 72,02% de área plantada total no período de 1988 a 2017 (figura 01).

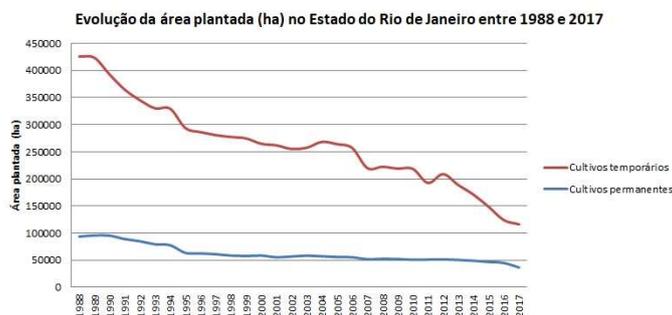


Figura 1: Evolução do total de área plantada (ha) no Estado do Rio de Janeiro - RJ, entre 1988 e 2017. Fonte: IBGE, 2018.

Estes dados indicam que está em curso uma mudança no tipo de uso da terra, diminuindo seu viés de produção agrícola. Por isso, é necessário investigar quais seriam os possíveis fatores explicativos deste recente abandono de terras.

METODOLOGIA

A análise da causalidade parte de uma aplicação de métodos estatísticos de correlação espacial, em particular o de regressão geograficamente ponderada, feita com base nas séries de dados censitários. Dessa forma, foi necessário estabelecer uma variável dependente que pudesse ser correlacionada a variáveis independentes.

A variável dependente da qual se pretende entender as causas da sua variação é a taxa de abandono de terras agrícolas. A taxa de abandono de terras agrícolas (TTA_A) corresponde à razão entre as terras agrícolas abandonadas (TA_A) e o total de terras com aptidão agrícola (TA_T):

$$TTA_A = \frac{TA_A}{TA_T}$$

As determinantes do abandono das terras agrícolas são geralmente atribuídas a fatores ambientais (físico-geográficos) e socioeconômicos. Foram adotadas as variáveis dispostas na tabela 1. A principal fonte de dados destas variáveis foi o Censo agropecuário de 1986 (IBGE, 1986), mas houve também consulta à PAM – Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2017), à PPM – Produção Pecuária Municipal (IBGE, 2017), ao relatório de Aptidão agrícola das terras do Estado do Rio de Janeiro (CPRM, 2000) e ao Censo demográfico de 1991 (IBGE, 1991). Foi necessário realizar adaptações dos dados, adequando-os à malha municipal trabalhada no Censo Agropecuário de 1986, com 64 municípios.

Tabela 1: Descrição das variáveis utilizadas para aplicação em métodos de regressão

Tipo de variável	Descrição
Variável dependente	
Y – Taxa de abandono	$y = \frac{\text{Área plantada (1988)} - \text{Área plantada (2017)}}{\text{Área apta para lavouras}}$
Variáveis independentes	
X1: Declividade média	Declividade média do município (modelo digital de elevação)
X2: Percentual de estabelecimentos de até 10ha	$X2 = \frac{N^{\circ} \text{ de estabelecimentos até 10 ha}}{\sum N^{\circ} \text{ de estabelecimentos}} \%$
X3: Percentual de estabelecimentos com menos de cinco empregados	$X3 = \frac{N^{\circ} \text{ de estabelecimentos com menos de 5 empregados}}{\sum N^{\circ} \text{ de estabelecimentos}}$
X4: Tamanho médio dos estabelecimentos agropecuários	$X4 = \frac{(\text{Área total do estab 1} \times N^{\circ} \text{ de estab1}) + \dots + (\text{Área total do estabN} \times N^{\circ} \text{ de estabN})}{\sum N^{\circ} \text{ de estabelecimentos}}$
X5: N° médio de empregados nos estabelecimentos agropecuários	$X5 = \frac{(N^{\circ} \text{ de p. ocupado1} \times N^{\circ} \text{ de estab. 1}) + \dots + (N^{\circ} \text{ de p. ocupadoN} \times N^{\circ} \text{ de estab. N})}{\sum N^{\circ} \text{ de estabelecimentos}}$
X6: Rentabilidade média dos estabelecimentos agropecuários	$X6 = \frac{\text{Receitas} - \text{despesas}}{\sum N^{\circ} \text{ de estabelecimentos}}$
X7: Adensamento do rebanho bovino em áreas aptas para lavouras	$X7 = \frac{\text{Efetivo de rebanho bovino (cabeças de gado)}}{\text{Área apta para lavouras (hectares)}}$
X8: População rural (1991)	População rural fornecida pelo Censo demográfico (IBGE, 1991)

Como fatores ambientais, têm-se “**X1: Declividade média**”, com possível empecilho à existência de agricultura, no caso de relevos acidentados. Já para os socioambientais, há: **X2** e **X3**, pois se supõe que estas sejam mais suscetíveis ao abandono de atividades pelo pequeno tamanho e pouca quantidade de gente empregada. As variáveis **X4** e **X5** realizam comparações com informações médias dos estabelecimentos, a fim de testar características relacionadas à estrutura física e empregatícia que possam servir de resistência ao abandono. **X6** diz respeito às questões financeiras dos estabelecimentos, cujo teste indicará se a relação entre lucros e despesas se apresenta como um fator do abandono. O **X7** foi considerado neste estudo porque uma das hipóteses é de que áreas aptas para lavouras estariam dando lugar a pasto para criação de bovinos. Por fim, **X8** estipula se o número de habitantes do espaço rural corroborou para o abandono de terras agrícolas.

Neste estudo foram utilizadas regressão global e local para análise da relação entre as taxas de abandono das terras agrícolas e os fatores determinantes. A regressão ordinária de mínimos quadrados (*OrdinaryLeastSquares* – OLS regression) pode estimar um conjunto de parâmetros de correlação entre variáveis independentes e dependentes globais. Em termos de regressão local, a regressão ponderada geograficamente (GWR, por suas siglas em inglês) pode estimar os parâmetros de maneira diferente dependendo das correlações espaciais entre regiões vizinhas e pode explicar suas variações espaciais explícitas. Além disso, é adotado o índice de Moran como uma extensão do coeficiente de correlação de Pearson, o que pode determinar a existência de autocorrelação espacial entre variáveis.

A análise de regressão é um método altamente flexível para examinar a relação entre variáveis independentes e uma variável dependente. O modelo considera dois (regressão simples) ou mais (regressão múltipla) fatores condicionantes como variáveis independentes para explicar as mudanças na variável dependente. Quando a relação entre as variáveis é linear, é conhecida como regressão ordinária de mínimos quadrados (OLS) e pode ser expressa como;

$$\hat{y}_i = \beta_{0i} + \beta_{1i}x_{i1} + \beta_{2i}x_{i2} + \dots + \beta_{ki}x_{ik} + \varepsilon_i$$

onde $i=1\dots n$ é a localização ou elemento espacial (o município, por exemplo), $k=1\dots m$ é o número de variáveis independentes e ε_i é o erro ou resíduo em cada localização.

Os modelos de regressão global têm a limitante de que os fatores condicionantes atuam de forma diferente em função da sua localização espacial. Ainda, é difícil determinar a priori regiões homogêneas quanto à atuação destes fatores. Uma técnica robusta de regressão local, a regressão ponderada geograficamente reconhece as variações espaciais das relações entre uma variável dependente e as variáveis explanatórias (independentes). A ideia subjacente de GWR é que os parâmetros podem ser estimados em qualquer lugar na área de estudo, dada uma variável dependente e um conjunto de uma ou mais variáveis independentes que foram mensuradas em locais cuja localização é conhecida. A GWR gera um modelo local para a variável dependente, ajustando a equação de regressão a cada entidade espacial ou localização (u^1) utilizando métodos de mínimos quadrados ponderados (*WeightedLeastSquares – WLS*), na forma:

$$y_i(u) = \beta_{0i}(u) + \beta_{1i}(u)x_{1i} + \beta_{2i}(u)x_{2i} + \dots + \beta_{ki}(u)x_{ki}$$

Os parâmetros $\beta_{ki}(u)$ descrevem a relação na localização u e é específico para essa localização. A sua estimativa é similar aos modelos de regressão global exceto que os pesos são condicionados na localização em relação às outras observações no conjunto de dados e, portanto, mudam para cada local. Assim, toma a forma:

$$\hat{\beta}(u) = (X^T W(u) X)^{-1} X^T W(u) y$$

$W(u)$ é a matriz quadrada dos pesos da posição u na área de estudo; $X^T W(u) X$ é a matriz de variância-covariância ponderada geograficamente. A matriz $W(u)$ contém os pesos geográficos em sua diagonal principal e 0 em seus elementos fora da diagonal

$$\begin{bmatrix} w_1(u) & 0 & 0 \\ 0 & \dots & 0 \\ 0 & 0 & w_n(u) \end{bmatrix}$$

¹ Utiliza-se u para indicar de forma geral a localização na área de estudo. Normalmente, refere-se a um vetor de coordenadas medidas em um sistema projetado (como o Universal Transversa de Mercator) ou em um sistema geodésico (como o WGS84). Uma localização particular pode ser indexada u_i , com coordenadas cartesianas (x_i, y_i) ou coordenadas geodésicas (Lat, Long)

Os pesos em si são calculados a partir de um esquema de ponderação que também é conhecido como *kernel*:

$$w_i(u) = e^{-0,5\left(\frac{d_i(u)}{h}\right)^2}$$

onde $w_i(u)$ é o peso geográfico da *i*ésima observação no conjunto de dados relativo à localização u , $d_i(u)$ é alguma medida da distância entre a *i*ésima observação e a localização u , e h é uma quantidade conhecida como a largura de banda. Em sistemas cartesianos é utilizada distância Euclidiana.

RESULTADOS

Na análise da causalidade, executaram-se modelos de regressão aplicados às variáveis que se pressupôs serem explicativas do abandono de terras agrícolas. O melhor conjunto de variáveis foi encontrado com a regressão ordinária de mínimos quadrados (OLS), a fim de aferir uma análise de regressão global. Em seguida, os resíduos deste teste foram modelados na autocorrelação espacial de Moran, para verificar se havia autocorrelação espacial ou não. O último passo foi a modelagem GWR, para análise de regressão local ponderada. Os resultados estão na tabela 2.

Tabela 02: Testes para ajuste de melhor modelo – GWR e OLS.

Variáveis		Coeficientes		
		Modelo1	Modelo2	Modelo3
Variável Geográfica	X1 Declividade média	-0,004208	-0,003686	-0,001967
Variáveis Socioeconômicas	X2 Percentual de estabelecimentos em até 10ha	0,854013	0,865642	
	X3 Número médio de empregados nos estabelecimentos	0,000061		0,00005
	X4 Rentabilidade média dos estabelecimentos agropecuários	0,002496	0,003088	0,002646
	X5 Percentual de estabelecimentos com menos de 5 empregados	-1,034115	-0,903119	-0,792486
	X6 Tamanho médio de estabelecimentos agropecuários	-0,000403	0,000723	
	X7 Adensamento do rebanho bovino em áreas aptas para lavouras	-0,261963	-0,266055	-0,258684
	X8 População rural (1991)	0,000009	-0,000004	-0,000009
	AICC (OLS)		120,70487	118,334632
AICC (GWR)				115,745576
R_{adj}^2 (OLS)		0,169334	0,178445	0,185511
R_{adj}^2 (GWR)				0,203117

Variáveis como X3 e X4 apresentaram coeficientes positivos, por isso sua relação com o abandono de terras é diretamente proporcional. Já X1, X7, X8 e X2 tiveram coeficiente negativo. Neste caso a relação com o abandono de terras é inversamente proporcional.

Em síntese, a análise de mínimos quadrados mostrou a relação global, com a possibilidade de explicar a variável dependente em função das variáveis independentes. Os resíduos originados nesta etapa foram então aplicados à Autocorrelação espacial de Moran, que aferiu seu grau de associação espacial. O produto, visto na tabela 3, mostra que não houve autocorrelação espacial entre os resíduos. Este é um bom indicador, pois denota a aleatoriedade dos erros.

Tabela 3: Resultados da Autocorrelação espacial de Moran

Moran's I	Z - score	P - value	Variância
- 0,030386	-0,226840	0,820548	0,004093

O GWR tem como especificidade a análise local de causa e efeito entre as variáveis de forma localmente ponderada. Quando comparados ao OLS, teve melhor desempenho, pois o R^2 ajustado aumentou de 0,185511 para 0,203117. O AICc, que mede o desempenho do modelo, foi de 116,199391 no OLS para 115,745576 no GWR. Isto é, para estes parâmetros, GWR foi mais eficaz na explicação do problema. Os resultados do GWR são vistos na figura 2 (Fig. 2-A a F). Para correlação positiva, a relação entre o abandono de terras e as demais variáveis independentes ocorre de maneira diretamente proporcional — ou seja, à medida que uma aumenta a outra também cresce. Em contrapartida, quando se fala em correlação negativa, as variáveis independentes são inversamente proporcionais ao abandono de terras e, à medida que uma aumenta, a outra diminui.

A declividade média (figura 2-A) teve correlação negativa com o abandono de terras em quase todo o território do Estado, exceto no Norte e Noroeste Fluminense, onde houve uma pequena parcela com correlação positiva. Apesar de os coeficientes terem sido muito baixos, o relevo pode ter sido um influenciador do abandono em regiões como Sul Fluminense, Metropolitana e parte da Serrana e Baixadas, justamente municípios com relevo mais acidentado. Nas outras áreas, o relevo mais suave não seria um catalisador do abandono.

O percentual de estabelecimentos agropecuários com até 10ha contou com altos índices de correlação negativa em todo o Estado, indicando que pequenas propriedades agrícolas são mais sujeitas ao abandono. A relação foi bastante evidente em parte do Sul Fluminense, Centro-Sul e Noroeste, mas não se retira a importância desta variável para explicar o abandono nas outras demais regiões (figura 2-B).

Com o nº médio de empregados nos estabelecimentos agropecuários (figura 2-C), o resultado foi diferente, pois todos os municípios se correlacionaram positivamente. Porém, uma vez que os coeficientes apresentaram números absolutos muito baixos, constata-se que esta variável não interfere de forma significativa no abandono de

terras. Da mesma forma está a rentabilidade média dos estabelecimentos agropecuários (figura 2-D), que teve coeficientes positivos em todo o Estado, mas com valores absolutos irrisórios. Na classificação proposta, os fatores empregabilidade e rentabilidade nas fazendas seriam potenciais causas para o abandono em partes do Centro-Sul, Norte, Noroeste e Baixadas, apesar de não se relacionarem intensamente com o abandono.

O adensamento do rebanho bovino em áreas aptas para lavouras (figura 2-E) teve correlação negativa e fraca em relação à variável dependente. Embora os coeficientes possuam pouca variação, levando a crer que seja um aspecto que atua de forma similar em todo o Estado, a espacialização dos dados mostrou que esse adensamento é menos correlacionado ao abandono de terras nas regiões Sul e parte do Centro-Sul e Metropolitana.

Por fim, a população rural (figura 2-F) apresentou uma correlação negativa e bastante fraca, mostrando uma quase inexistência de associação linear. Além disso, as variações entre as classes são mínimas, dando a entender que os resultados se dispõem de forma homogênea em todo território do Estado.

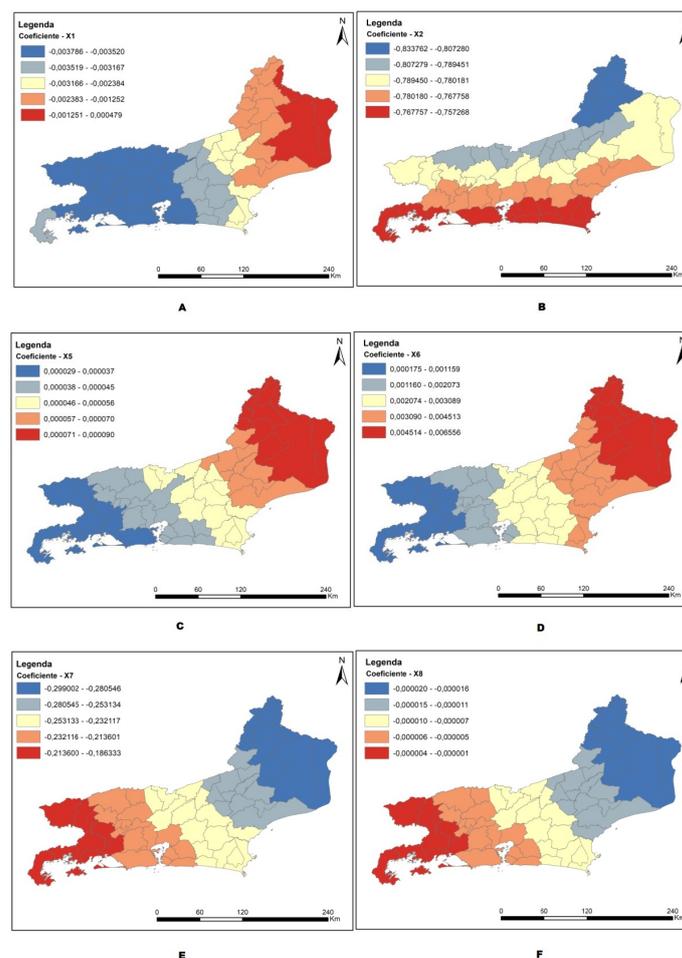


Figura 2: Resultado dos coeficientes do GWR para as variáveis

CONCLUSÕES

O método de regressão global de mínimos quadrados mostrou que as variáveis independentes justificariam aproximadamente 18% do abandono de terra, enquanto o GWR teve um resultado aprimorado, com cerca de 20% da causalidade explicada — um resultado pouco satisfatório para explicar toda a questão, principalmente ao se considerar os coeficientes de correlação de cada variável explanatória. Ainda assim, o modelo obteve um bom resultado com a aplicação da técnica de Autocorrelação espacial de Moran, pois os resíduos da regressão se classificaram como randômicos e sem evidências de clusterização.

Partindo da avaliação dos coeficientes gerados pelo GWR, as variáveis X2 e X7 tiveram números absolutos que permitiram uma melhor compreensão do problema. O tamanho da propriedade (X2) é um aspecto de fragilidade, pois estas fazendas poderiam perder competitividade no que tange à área disponível para plantação (lavouras menores), dificuldades na comercialização dos produtos, infraestrutura produtiva mais rudimentar e pouco acesso às tecnologias de incremento à produção, por exemplo. Tanto é que foram vistas menores relações entre o abandono de terras nas áreas com predomínio de latifúndios.

A densidade do rebanho bovino (X7) em relação às áreas aptas para lavoura mostra um padrão homogêneo de correlação em todo estado, pois seus coeficientes tiveram pouca variação. Contudo, diante da classificação proposta, teria menor poder explicativo nas regiões Sul, parte do Centro-Sul e Metropolitana. Nas demais a correlação é maior provavelmente em virtude da forte presença e concentração da pecuária de corte e leiteira (regiões Norte e Noroeste), que demandam grandes áreas de pastagem.

O restante das variáveis explanatórias apresentou baixíssimos coeficientes de correlação, o que indica que, em geral, não são tão significativos para a explicação da questão do abandono de terras no Estado. Para a declividade média (X1), o relevo pode ter sido um influenciador do abandono em regiões como Sul Fluminense, Metropolitana e parte da Serrana e Baixadas, que contam justamente com municípios de relevo mais acidentado, prejudicando a inserção e manutenção de determinados cultivos. A população rural (X8) se mostrou insuficiente, embora os pressupostos fossem de que o êxodo rural justificasse o abandono de terras. O nº médio de empregados (X5) e a rentabilidade média dos estabelecimentos agropecuários (X6) se relacionaram ao abandono, dentro da classificação proposta, em partes do Centro-Sul, Norte, Noroeste e Baixadas. A variável X5 é possivelmente justificada com o abandono devido à baixa empregabilidade em fazendas, causada pela precariedade das condições de trabalho, má remuneração, e melhores oportunidades em outros

setores de trabalho. Já X6 pode se relacionar ao abandono por questões de cunho financeiro, possivelmente oriundos de crises, dificuldades de acesso a bom mercado consumidor dos insumos primários, falta de investimentos, problemas de gestão e outros.

Diante do estudo de padrões espaciais e possíveis causalidades para a redução de áreas plantadas no Estado do Rio de Janeiro, foi visto que há forte tendência a transformações conjunturais, gerando uma ressignificação do espaço rural fluminense. Embora já existam políticas públicas voltadas para proteção, incentivo e fomento da atividade, é necessário buscar investimentos adaptados à realidade do estado — daí a importância de conhecer os principais fatores que levam ao abandono. Assim, os resultados deste trabalho podem servir como norteadores para inserção de novos projetos de planejamento territorial.

É importante ressaltar que a questão de pesquisa abordada neste trabalho é bastante complexa porque envolve uma análise multidimensional, com aspectos de cunho socioeconômico, geográfico e de políticas públicas que muitas vezes são difíceis de mensurar ou cujos dados não estão disponíveis. Portanto, é necessário dar continuidade e aprofundar os conhecimentos sobre o abandono de terras agrícolas no Estado do Rio de Janeiro em investigações futuras.

Referências bibliográficas

BEILING, R., LINDBORG, R., STENSEKE, M., PEREIRA, H.M., LLAUSÀS, A., SLÄTMO, E., CERQUEIRA, Y., NAVARRO, L., RODRIGUES, P., REICHEL, N. MUNRO, N., QUEIROZ, C. Analysing how drivers of agricultural land abandonment affect biodiversity and cultural landscapes using case studies from Scandinavia, Iberia and Oceania. **Land Use Policy**, 36, p. 60-72, 2014.

Castro, P., Pedroso R., Lautenbach S., Baez, O.M.V., Vicens R. Spatial Patterns of Farmland Abandonment in Rio de Janeiro State. In: Nehren U., Schlüter S., Raedig C., Sattler D., Hissa H. (eds) Strategies and Tools for a Sustainable Rural Rio de Janeiro. **Springer Series on Environmental Management**. Springer, Cham, pp. 69 – 85, 2019.

CASTRO, P., PEDROSO, R., LAUTENBACH, S., VICENS, R. Farmland abandonment in Rio de Janeiro: underlying and contributory causes of an announced development. **Land use Policy**, 95, 2020.

_____. CPRM – Relatório de Aptidão Agrícola. Brasília, 2000. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geologia%2C-Meio-Ambiente-e-Saude/Projeto-Rio-de-Janeiro-3498.html>>. Acesso em: 16 jul 2020.

_____. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. The Role of Agriculture and Rural Development in Revitalizing Abandoned/Depopulated Areas, jun. 2006. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/8795/e3b5fb039efa5cf7fafa41735c694c572f75.pdf?_ga=2.152026171.309400197.1538733740-2099244240.1538733740>. Acesso em: 26 dez 2019.

_____. FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT, Methods & standards, 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/ag/agn/nutrition/Indicatorsfiles/Agriculture.pdf>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário de 2017**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico de 1991**.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PAM – Produção Agrícola Municipal**, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PPM – Pesquisa Pecuária Municipal**, 2018. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>.

QUEIROZ, C, BEILIN, R., FOLKE, C., LINDBORG, R. Farmland Abandonment: Threat or Opportunity for Biodiversity Conservation? A Global Review. **Frontiers in Ecology and the Environment**. 12, 5, p. 288 – 296, 2014.

SROKA, W., PÖLLING, B., WOJEWODZIC, T., STRUS, M., STOLARCZYK, P., PODLINSKA, O. Determinants of Farmland Abandonment in Selected Metropolitan Areas of Poland: A Spatial Analysis on the Basis of Regression Trees and Interviews with Experts. **Sustainability**, 11, 3071, 2019.

SU, G. OKAHASHI, H., CHEN, L. Spatial pattern of farmland abandonment in Japan: identification and determinants. **Sustainability**, 10, 3676, out. 2018.

TERRES, J.M.; SCACCHIAFICHI, L.N.; WANIA, A.; AMBAR, M.; ANGUIANO, E.; BUCKWELL, A.; STRIJKER, D. Farmland abandonment in Europe: Identification of drivers and indicators, and development of a composite indicator of risk. **Land Use Policy** 2015, 49, 20–34, 2015.