Distribuição Espacial da Produção da aquicultura no Brasil: Uma Análise por Tipo de Produto

Spatial Distribution of Aquaculture Production in Brazil: An Analysis by Product Type

Autor(es): Luzia Aparecida Antunes[1], Sávio Mendonça de Sene [2], Willian Fabricio Arboleya Lopes [3], Pedro Rodrigues Oliveira[4]
Filiação: Pós-graduandos do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo[1,2,3,4]
E-mail: luziantunes@usp.br[1]; saviovo@hotmail.com[2]; arbbo41@gmail.com[3]; pedro.r.oliveira@usp.br[4]

<<GT01 Mercados agrícolas e comércio exterior>>

Resumo
Os pescados são importantes fontes de proteína animal e compõe a cesta de consumo de muitos consumidores neste sentido, a produção da aquicultura é importante a fim de, abastecer os mercados consumidores destes produtos. Dada a importância de pescados, principalmente peixes na alimentação humana, esta pesquisa buscou analisar como está distribuída a produção da aquicultura entre os municípios brasileiros para um período compreendido entre 2013 e 2021. Foi observada a produção de peixes e da principal espécie cultivada na aquicultura a Tilápia a nível Brasil, e para os três maiores estados produtores: Paraná, São Paulo e Minas Gerais. A metodologia empregada foi uma Análise Exploratória de Dados Espaciais. E os resultados revelaram que a produção da aquicultura no Brasil não segue uma distribuição homogenêa, apresentando dependência espacial. Os maiores clusters do tipo AA para a produção de Tilápias foram identificados na região Oeste do estado do Paraná, na região Norte de São Paulo e nas regiões Oeste e Centro-Oeste do estado de Minas Gerais, além de alguns clusters BB ao longo do país e dos estados supracitados.
Palavras-chave: Peixe. Tilápia. Proteína. Alimentação. Produção.

Abstract
Fish are important sources of animal protein and make up the basket of consumption of many consumers in this sense, the production of aquaculture is important in order to supply the consumer markets for these products. Given the importance of fish, especially fish in human nutrition, this research sought to analyze how the aquaculture production is distributed among Brazilian municipalities for a period between 2013 and 2021. The production of fish and the main species cultivated in aquaculture, Tilapia, was observed at the Brazilian level, and for the three largest producing states: Paraná, São Paulo, and Minas Gerais. The methodology employed was an Exploratory Analysis of Spatial Data. And the results revealed that the aquaculture production in Brazil does not follow a homogeneous distribution, presenting spatial dependence. The largest clusters of type AA for the production of Tilapia, were identified in the western region of the state of Paraná, the northern region of São Paulo and the western and central-western regions of the state of Minas Gerais, besides some clusters BB throughout the country and the aforementioned states.
***Key words**: Fish. Tilápia. Protein. Nutrition. Production.*

1. Introdução

A Organização Mundial da Saúde (OMS) recomenda que o consumo de pescado de um indivíduo seja de cerca de 250 gramas por semana. No Brasil o consumo de pescado gira em torno de nove quilos anuais em média por individuo, o que deixa o consumo do mesmo abaixo do recomendado pela OMS para grande maioria das regiões. Apesar disto, o Brasil é um grande produtor de pescados, que engloba todos os animais que habitam em águas doces ou salgadas e que são utilizados na alimentação dos seres humanos tais como: peixes, crustáceos, moluscos, anfíbios, répteis, equinodermos dentre outros (FURTADO, 2021, BRASIL, 2022).

Dentre as produções de pescados a de peixe é a mais relevante, em 2018 o mundo produziu cerca de 179 milhões de toneladas de peixes, desse valor 156 milhões de toneladas foram destinadas ao consumo humano e 22 milhões de toneladas foram destinadas a bens que não compõe alimentação, sendo principalmente a farinha e o óleo de peixe. O consumo de peixe cresce ano a ano, e apresentou de 1961 a 2018 um crescimento anual per capita de 1,5%. Os produtos da aquicultura estão presentes em diversos pratos e a produção deste setor contribui quando realizada de maneira correta, com diversos benefícios para a economia, que vão desde melhoria de renda dos produtores à redução de insegurança alimentar e fome (BRASIL, 2022).

O Brasil possui disponibilidade hídrica se tornando um produtor representativo de peixes. Atualmente o país ocupado o 13º na produção de peixes de cativeiro e o 8º na produção de peixes de água doce. Na produção nacional verifica-se a produção de muitas espécies, mas o destaque vai para a Tilápia que representou em 2021 63,5% da produção de pescados. Para o mesmo ano o Brasil foi o quarto maior produtor mundial da Tilápia. Além disso, a cadeia da piscicultura emprega mais de 3 milhões de pessoas de maneira direta e indireta (EMBRAPA, 2020, XIMENES, 2021, PEIXE BR, 2022).

As condições ambientais que o Brasil apresenta o colocam como um grande produtor, podendo se tornar cada vez mais representativo na produção de diversas espécies e assim cooperar para a alimentação humana mundial. A costa marítima do país possui uma extensão de cerca de 8.500 quilômetros e o Brasil possui 12% da água doce encontrada no planeta, contando também com águas subterrâneas, condições ambientais e climáticas favoráveis a atividade da aquicultura. Atualmente os maiores produtores de pescado se encontram no continente Asiático, com destaque para a China (XIMENES, 2021).

Diante da crescente demanda verificada para os pescados, a das estimativas de crescimento de população mundial, o que acarreta na necessidade de maiores produções para suprir o consumo humano de proteínas, este estudo buscou analisar o desempenho da atividade quanto a produção da aquicultura entre os munícipios brasileiros no período de 2013 a 2021, apresentando quais regiões produzem peixes e quais os tipos de peixes que são produzidos nas localidades. Dessa forma, se fornece um aparato teórico para a visualização da atividade incentivando novos estudos para contribuir com o desenvolvimento da atividade no país, dado o que foi supracitado em relação a capacidade brasileira de produzir cada vez mais pescados.

O estudo está dividido em cinco seções, além da introdução a segunda seção apresenta uma breve revisão da literatura, a terceira seção a metodologia e os dados empregados no artigo, a quarta seção aborda os resultados e a por fim, a quinta seção apresenta as considerações finais.

2. Revisão Bibliográfica

O brasileiro consome anualmente em média nove quilos de peixes, o que faz com que seja o quarto tipo de carne mais consumida no país. No entanto, esse valor médio de consumo anual é de três quilos a menos que a média mundial. Dentre as regiões brasileiras o maior consumo é identificado na região Norte e seguido da região Nordeste. Entre os estados brasileiros o maior consumo *per capita* é verificado no estado do Amazonas, e o menor ocorre no estado de Goiás. Em relação a forma de vendas o pescado inteiro é o mais demandado representando cerca de 68% das vendas de peixes, enquanto o filé representa 10% das vendas de pescados (SONODA; SHIROTA, 2012).

Observando a produção de pescados verifica-se que a pesca e a aquicultura continental apresentam crescimento entre os anos de 2003 e de 2009, saindo de uma produção de 31,7 milhões de toneladas para 45,1 milhões de toneladas. A maior produção de pescados é verificada no continente asiático, sendo a China o país com maior nível de produção de aquicultura (SIDONIO *et al*., 2012).

Em 2021 o Brasil produziu cerca de 841 mil toneladas de peixes, em que a produção de tilápias representou 63,5% do total desta produção, seguida da produção de Tambaqui que representou 31,2%. O Brasil ocupa o quarto lugar na produção de Tilápias no mundo.

Conjuntamente com o crescimento da produção de peixes a exportação também cresceu. Em 2021 o Brasil exportou 9,9 mil toneladas de peixes, um aumento de 49% em relação ao exportado em 2020, cujo valor foi 6,7 mil toneladas. Entre os principais destinos da exportação brasileira de peixes destacam-se Estados Unidos (64%) e a Colômbia (9%) em que a Tilápia é a espécie mais comercializada. Os estados brasileiros com maiores representações na produção de peixes para o mesmo ano foram Mato Grosso e Paraná (EMBRAPA, 2022, PEIXEBR, 2022).

Algumas pesquisas buscaram analisar a produção de pescados no Brasil. Pode-se citar os trabalhos de Abdallah e Bacha (1999), Freitas Neto e Krohling (2009), Kirchner *et al*. (2016), Oliveira *et al* (2017), Ximenes (2021) dentre inúmeros outros. No trabalho elaborado por Abdallah e Bacha (1999) analisou-se a evolução da atividade pesqueira de 1960 a 1994. Os autores utilizaram dados do Anuário Estatístico do Brasil e observaram que entre o período de avaliação houve crescimento da produção pesqueira, em que a maior parcela da pesca era de origem marítima. Dentre as regiões produtoras destacam-se Sudeste e Sul.

A produção pesqueira foi avaliada entre os anos de 2003 e de 2005 em uma cooperativa de pesca no estado do Espírito Santo. Os dados foram coletados de janeiro de 2003 a agosto de 2005, e foi observado que a média de produção de peixes nesta cooperativa foi de 60 toneladas em 2003, passando para 79 toneladas em 2004 e 82 toneladas em 2005. Apesar do crescimento da produção de peixes nesta cooperativa, houve redução da pesca da espécie *Balistes capriscus* que foi substituída pela espécie *B. vetula* (FREITAS NETO; KROHLING, 2009).

Kirchner *et al*. (2016) avaliaram a produção e comercialização de peixes no Brasil. Os autores utilizaram os dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) para o ano de 2006, observando os estabelecimentos aquícolas e de pesca do Brasil em relação a suas produções. Os resultados revelam que a região Nordeste é a que possui maior número de estabelecimentos aquícolas com produções de peixes e camarões, já na região Sul observou-se grandes produções de ostras, vieiras e mexilhões. Além de ser observado que todos os estados apresentam produção aquícola, e existe grande potencial para o aumento da produção da atividade pesqueira.

Oliveira *et al* (2017) analisou o comportamento da produção e do mercado de pescado no Brasil e no estado do Pará nos anos de 1996 e 2011. Os autores utilizaram dados da *Food*

and Agriculture Organization (FAO) e do Ministério da Pesca e Agricultura. Os resultados identificaram crescimento da produção mundial de pescado, e entre 2002 a 2011 a produção cresceu 1,43% ao ano. Entre os continentes a maior produção foi na Ásia, com destaque a China. Para o mercado nacional também se evidenciou crescimento da produção da pesca e da aquicultura, em que as regiões com as maiores produções foram Nordeste e o Sul. Já os estados com maiores produções foram Santa Catarina, Pará e Bahia em 2010 e 2011.

A produção de pescado no Brasil e principalmente no Nordeste foi foco da pesquisa de Ximenes (2021). O autor destacou que o Brasil é um país com grande disponibilidade hídrica o que acarreta em grande potencial para produção de pescados. O autor analisa dados de 1990 a 2019 para a aquicultura e a pesca de captura com dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO). Os dados demonstram que a região Sul em 2019 foi a região com maior produção de pescados, seguido da região Nordeste e região Norte. Dentre as espécies produzidas a tilápia possui a maior representatividade, em segundo lugar cita-se o Tambaqui. Já no Nordeste o estado com maior produção de aquicultura em 2019 foi o Maranhão, seguido do Rio Grande do Norte e do Ceará. Para contribuir com a literatura sobre a atividade, e apresentar dados recentes sobre o setor pesqueiro apresenta-se este estudo.

3. Metodologia

Dado o objetivo da pesquisa em avaliar a distribuição espacial da produção de pescados entre os munícipios brasileiros, observou-se a existência ou não de algum padrão espacial para a produção dos pescados no Brasil. Neste sentido, existem dois tipos de padrões possíveis de se verificar sendo esses: a heterogeneidade espacial e a dependência espacial. A heterogeneidade espacial é advinda das características próprias de cada região, ou seja, as localidades possuem estruturas e características edafloclimáticas que determinam as suas produções, o que em muitos casos resulta no desempenho produtivo maior ou menor em determinada localidade.

Já em relação a dependência espacial a mesma é caracterizada pela relação de impacto positiva ou negativa de uma variável em uma localidade sobre a mesma variável em uma localidade vizinha. Vale mencionar que, existem algumas maneiras de impacto, seja de uma variável especifica na região *i*, sobre a variável especifica da região *j*, ou sobre outra variável na região *j*, etc. O ferramental de análise dos padrões espaciais de dependência espacial estão presentes nas técnicas de Análise Exploratória de Dados Espaciais (AEDE) (ALMEIDA, 2012).

A AEDE é caracterizada como o conjunto de técnicas que retratam o padrão de dependência espacial entre as regiões. Como hipótese nula a ser testada na técnica é que os dados em sua distribuição espacial possuem uma distribuição aleatória, ou seja, os valores da variável em uma região não dependem dos valores dessa variável em regiões vizinhas e também não causam impactos nas regiões vizinhas (ALMEIDA, 2012).

Um dos testes mais utilizados para identificar a existência de dependência espacial é do *I* de Moran Global e Local, para este estudo será avaliado apenas a dependência espacial, dessa forma será descrito apenas o procedimento utilizado para seu cálculo que neste caso foi a estatística *I* de Moran. Os testes citados buscam captar a autocorrelação espacial presente ou não nas variáveis avaliadas (ALMEIDA, 2012). O *I* de Moran Global é expresso algebricamente pela Equação 1.

$$I = \frac{n}{s_0} \frac{\Sigma_i \Sigma_j \Sigma w_{ij} z_i z_j}{\Sigma_{i=1}^{n} z_i^2} \quad (1)$$

Ou na forma matricial a Equação 1 pode ser reescrita conforme a Equação 2.

$$I = \frac{n}{S_0}\frac{Z'Wz}{Z'Z} \quad (2)$$

Em que: n é o número de regiões analisadas, Z denota os valores da variável de interesse padronizada, W_z é o valor médio da variável de interesse padronizada nos vizinhos, que são definidos através de uma matriz de ponderação espacial $W.S_0$ é igual à operação $\sum\sum W_{ij}$ o que significa que todos os elementos da matriz de pesos devem ser somados. O valor esperado do *I* de Moran é de $-[\frac{1}{n-1}]$, ou seja, esse é o valor que deve ser obtido caso não exista a presença de padrão espacial nos dados. Quando os valores encontrados para o I de Moran diferem do valor esperado conclui-se que existe autocorrelação espacial nos dados analisados. Se os valores obtidos são maiores do que o valor esperado conclui-se que existe autocorrelação espacial positiva e quando os valores obtidos são menores do que o valor esperado conclui-se que existe autocorrelação espacial negativa (ALMEIDA, 2012).

Já para visualizar os padrões espaciais locais utiliza-se o *I* de Moran Local, em que os resultados extraem um *I* de Moran para cada região avaliada. Através desta estatística é possível identificar a existência de padrões de localização da autocorrelação espacial e que sejam significativos individualmente, quando os mesmos são evidenciados tem-se os chamados *clusters* que são representados através de uma mapa de *clusters LISA* (*Local Indicator of Spatial Association*) (ALMEIDA, 2012). O cálculo do *LISA* pode ser observado na Equação 3.

$$I_i = z_i \Sigma_{j=1}^{j} w_{ij} z_j \quad (2)$$

Os valores resultantes do cálculo do *I* de Moran Local contemplam as informações para localidades vizinhas, ou seja, através de um critério de proximidade, em que tal critério é obtido com base em uma matriz de pesos espaciais. A matriz de pesos espaciais é definida com relação a algum critério de escolha podendo ser de proximidade, por exemplo. As mesmas podem ser do tipo: rainha, torre, bispo ou n-vizinhos mais próximo, e a sua escolha é realizada com base no resultado da matriz mais significativa e com maior valor. Além disso, o *I* de Moran Local quando calculado de forma correta contempla a seguinte relação apresentada na Equação 3.

$$\sum_i I_i = \sum_i Z_i \sum_j W_{ij} Z_j = \sum_i \sum_j W_{ij} Z_i Z_j \quad (3)$$

Considerando a Equação 1, a Equação 3 pode ser reescrita através da Equação 4.

$$I = \frac{n}{S_0}\frac{\sum_i \sum_j W_{ij} Z_i Z_j}{\sum_{i=1}^{n} Z_i^2} = \frac{\sum_i I_i}{S_0 \sum_i \frac{Z_i^2}{n}} \quad (4)$$

Assim a soma dos indicadores I de Moran pode ser representada como (5).

$$\sum_i I_i = S_0 m_2 I = \kappa * 1 \quad (5)$$

Dessa forma o fator de proporcionalidade é dado por $\kappa = S_0 m_2 I$, em que $m_2 = \sum_i \frac{Z_i^2}{n}$ e com a matriz normalizada em linha tem se $S_0 = n$, implicando em $\kappa = \sum_i Z_i^2$. Considerando a normalidade o valor esperado do I é de (6).

$$E[I_i] = \frac{-W}{(N-1)} \quad (6)$$

Sendo W_i a soma dos elementos contidos na linha da matriz *W*. Os resultados da estatística são apresentados através de um gráfico de quatro quadrantes, em que se tem valores alto-alto (AA), alto-baixo (AB), baixo-alto (BA) e baixo-baixo (BB). O *cluster* espacial do tipo AA (ou BB) indica que uma região com valores elevados da variável de interesse (ou baixos valores da variável de interesse) está rodeada por regiões também com elevados valores da variável de interesse (ou também valores baixos para a variável de interesse); já um *cluster* espacial do tipo AB (ou BA) indica que uma região com altos valores para a variável de interesse (ou baixos valores para a variável de interesse) está rodeada por regiões com baixos valores da variável de interesse (ou altos valores da variável de interesse) (ALMEIDA, 2012).

Para este estudo a variável de interesse é a produção da aquicultura para os municípios brasileiros entre os anos de 2013 e de 2021. Os dados foram coletados da Pesquisa da Pecuária Municipal (PAM), disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) através da plataforma Sidra. Os dados são referente a produção em quilogramas de 35 espécies cultivadas no Brasil em 3941 municípios. As espécies observadas são: Carpa, Curimatã, Curimbatá Dourado, Jutuarana, Piabanha, Piracanjuba, Lambari, Matrinxã, Pacu, Patinga Piau, Piapara, Piaçu, Piava, Pintando, Cachara, Cachapira, Pintachara, Surubim, Pirapitinga, Pirarucu, Tambaqui, Tambacu, Tambatinga, Tilápia, Traíra, Trairão, Truta, Tucunaré, Outros peixes, Camarão, Ostras, vieiras e Mexilhões. Pintado, cachara, cachapira e pintachara, Pirapitinga, Pirarucu, Tambacu, tambatinga

4. Resultados

Entre os anos de 2013 e de 2021, o que se observa no volume de produção total de pescados no Brasil é que houve crescimento. Entre os anos de 2013 e de 2021 as maiores taxas de variação de produção foram verificadas na produção de Jutuarana, Piabanha e Piracanjuba com valor de 317,43%, na produção de Lambari com valor de 134,47% e na produção de Tilápia com valor de 113,39%. Para o mesmo período foram evidenciadas taxas de variação negativas na produção de Pirapitinga, dourado e ostras, vieiras e mexilhões. Em relação a participação da produção por tipo de produto em âmbito nacional, observa-se que a Tilápia é para todos os anos o produto com maior representatividade, equivalendo a 35,53% em 2013 e passando a representar 55,71% em 2021. Em segundo lugar encontra-se a produção de Tambaqui que representou em 2013, 18,62% do volume de produção nacional e em 2021 14,59%. Por fim, em terceiro lugar cita-se o camarão representando 13,57% do volume de produção total nacional em 2013 e 12,13% do volume de produção total nacional em 2021.

A Tabela 1 apresenta a importância relativa dos cinco principais tipos de produtos da aquicultura brasileira para o ano de 2021, para o volume da produção em quilos.

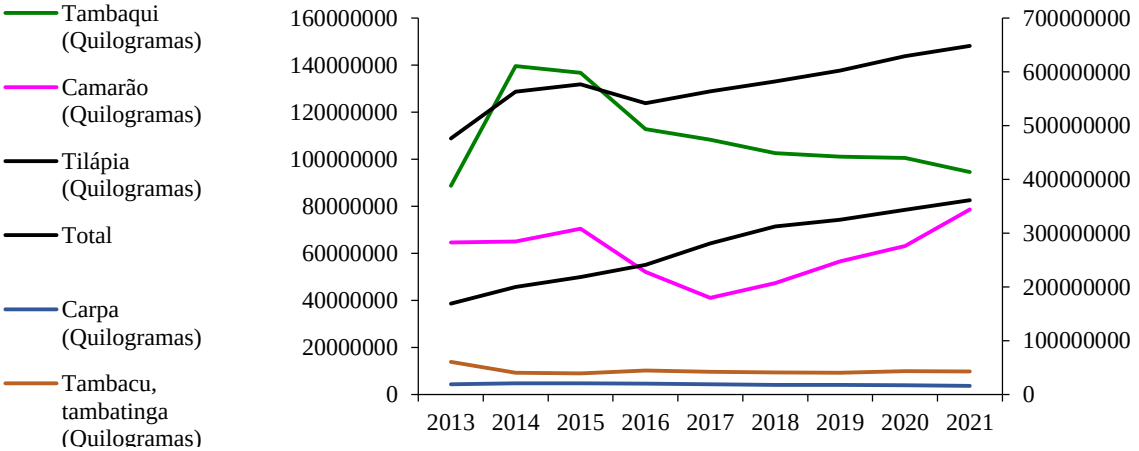
Tabela 1. Importância relativa dos cincos principais tipos de produtos da aquicultura brasileira na produção total para o ano de 2021– Valores em quilogramas

Produto	Importância na produção
Tilápia	55,71%
Tambaqui	14,59%
Camarão	12,13%
Tambacu	6,65%
Carpa	2,5%

Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE (2023)

Nota-se novamente que a Tilápia representa mais da metade da produção de peixes no Brasil (55,71%) no ano de 2021. A produção de Tilápia, Tambaqui e de Camarão juntas somam 82,43% da produção nacional de pescados brasileira. A Figura 1 apresenta a evolução da produção dos produtos supracitados na Tabela 2 entre os anos de 2013 de 2021, além da evolução da produção total de peixes para o Brasil.

Figura 1. Evolução da produção dos cinco principais produtos da aquicultura do Brasil entre os anos de 2013 e de 2021



Fonte: Elaborado pelos autores com dados do IBGE (2023)

Verifica-se que produção de Tambaqui apresentou uma alta entre 2014 e de 2016, já a Tilápia apresenta uma produção crescente com uma tendência estável no período avaliado, a produção de camarão apresentou uma queda de 2015 a 2017, e a partir de 2018 voltou a crescer. Enquanto as produções de Tambacu, Tambatinga e Carpa apresentaram estabilidade entre 2013 e 2021. Por fim, a produção total de peixes apresentou uma queda em 2016 e após isso voltou a crescer em que a tendência de crescimento foi semelhante a da produção de Tilápia. Para observar a distribuição da produção de pescados no Brasil, apresenta-se a Tabela 2 contendo os estados com as maiores produções de Tilápia, Tambaqui, Camarão, Tambacu, Tambatinga e Carpa e suas representações em nível nacional.

Tabela 2. Estados e regiões mais importantes e suas contribuições relativas a produção da aquicultura no Brasil em 2021

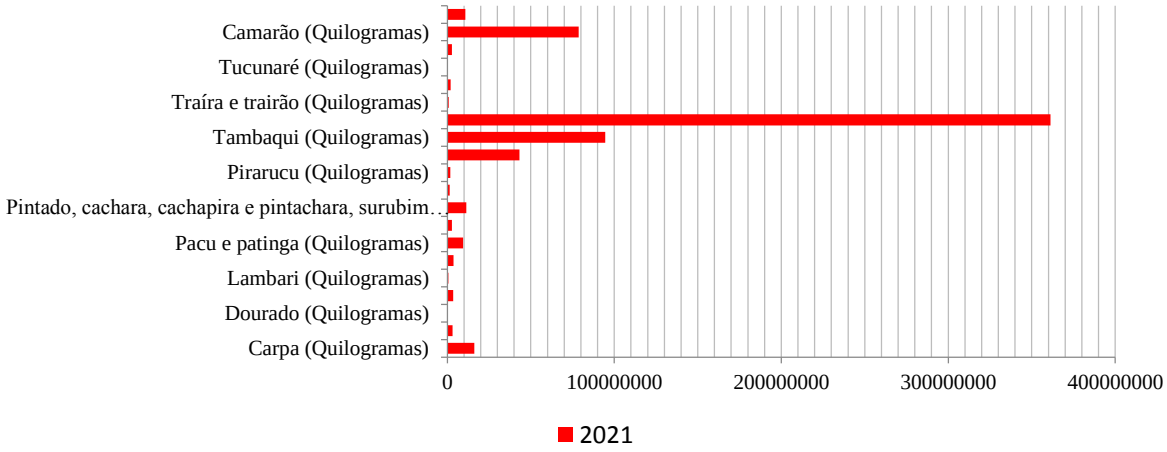
Produto	Estados/Região	Importância relativa
Tilápia	Paraná	38,52%
Tambaqui	Rondônia	36,71%
Camarão	Ceará	42,77%
Tambacu	Mato Grosso	54,71%
Carpa	Rio Grande do Sul	45,88%
Peixes	Paraná	22,38%

Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE (2023)

Observa-se que o Paraná é destaque na produção de Tilápias em que a produção do estado sulista equivale a 38,52% da produção brasileira. A produção de camarão possui maior representatividade no estado do Ceará, cuja produção do estado representa 42,77% da produção de camarão nacional. Dado que a maior produção se concentra na produção de Tilápias, o Paraná acaba se destacando representando cerca de 22,38% da produção de peixes

nacional. Para observar a representação da aquicultura no Brasil por tipo de produto no ano de 2021 apresenta-se a Figura 2.

Figura 2: Produção de pescados por tipo de produto no ano de 2021 para o Brasil

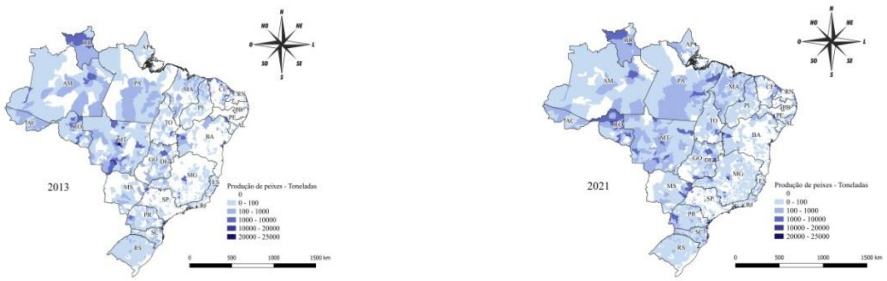


Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE (2023)

Observa-se que na produção da aquicultura para o ano de 2021 o produto com maior representatividade foi a Tilápia, confirmando novamente o que já havia sido exposto, seguido da produção de Tambaqui e Camarão. Como pode ser observado pelos resultados iniciais, a atividade da aquicultura brasileira não possui uma distribuição homogênea pelo país, e diversos fatores são importantes para a produção de pescados, dentre estes pode se citar as características da água sendo essas físicas e químicas, tais como: temperatura, cor, turbidez, visibilidade e transparência, pH, alcalinidade, dureza, oxigênio dissolvido e Amônia. Características do ambiente como a temperatura da localidade, a precipitação e as mudanças climáticas. A alimentação de qualidade, além disso, fatores como acesso a licenciamento ambiental, à crédito, assistência técnica também são fatores determinantes (OLIVEIRA, 2000, FREITAS *et al*., 2016, PEIXE BR, 2016, SILVA, INOUE, FIETZ, 2016).

Dessa forma, o que se observa no Brasil é uma grande heterogeneidade da produção da aquicultura, que pode ser visualizada na Figura 3, que apresenta a distribuição espacial da produção da aquicultura para os municípios brasileiros nos anos de 2013 e 2021.

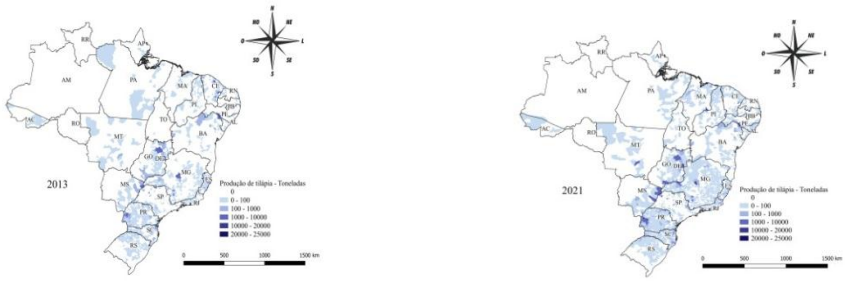
Figura 3. Distribuição espacial da aquicultura para os municípios brasileiros nos anos de 2013 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE (2023)

O que se observa é que a maior produção da aquicultura se encontra nos No ano de 2021 a maior produção continuou na região Sul, seguida da região Nordeste, mas em terceiro lugar aparece a região Sudeste. A fim de, observar a distribuição espacial da produção de Tilápias que foi a espécie que mais se destacou, apresenta-se a Figura 4 para os municípios brasileiros nos anos de 2013 e 2021.

Figura 4. Distribuição espacial da produção de Tilápia para os municípios brasileiros nos anos de 2013 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

Para a produção de Tilápias no território brasileiro se verificam as maiores produções nas regiões Sul, Nordeste e Sudeste para o ano de 2013, a produção da região Sul equivaleu neste ano a 37,54% da produção de Tilápias nacional, já a região Nordeste foi responsável por 28,41% e a região Sudeste por 27,07% da produção de Tilápias nacional. Em 2021 as maiores produções se mantêm nas mesmas localidades das evidenciadas para o ano de 2017, porém as participações das regiões em âmbito nacional se diferenciam sendo de 48,92% para a região Sul, 24,81% para a região Sudeste e de 16,78% para a região Nordeste.

Nota-se que as produções de pescados incluindo a de Tilápias são concentradas em determinadas localidades no Brasil, isso sugere a existência de um padrão espacial para a produção da aquicultura brasileira. A fim de, verificar a presença da autocorrelação espacial para a produção da aquicultura brasileira apresentam-se os resultados do cálculo do *I* de Moran global, que pode ser observado na Tabela 3.

Tabela 3. I de Moran da produção de peixes no Brasil

Matriz	Peixes total 2013	Peixes total 2021	Tilápia 2013	Tilápia 2021
Rainha	0,201	0,380	0,188	0,432
Torre	0,201	0,382	0,193	0,432
4 Vizinhos	0,202	0,352	0,173	0,393
5 Vizinhos	0,189	0,336	0,186	0,384
7 Vizinhos	0,164	0,300	0,152	0,341

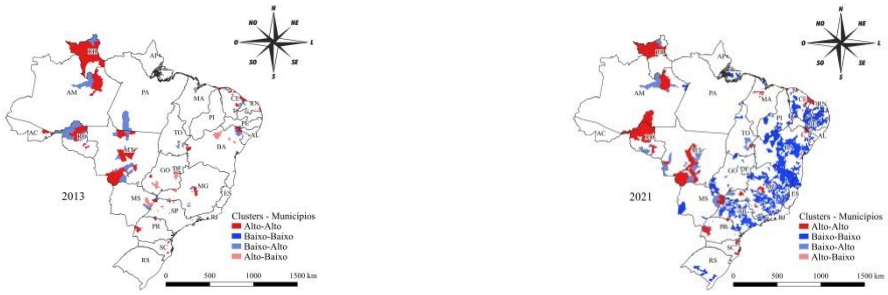
Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%.

Confirma-se a presença de autocorrelação espacial para a produção da aquicultura brasileira, em que o *I* de Moran global foi positivo e estatisticamente significativo a 1% para todas as matrizes testadas (Rainha, Torre, quatro vizinhos, cinco vizinhos e sete vizinhos). Este resultado significa que municípios com altas produções de produtos da aquicultura estão próximas de outros municípios também com produções significativas na atividade, e o

contrário também é válido, em que municípios com baixas produções da aquicultura estão próximos de outros municípios com pequenos valores da aquicultura.

Para observar a existência de *clusters*, apresentam-se os resultados da estatística *I* de Moran Local, através dos mapas de *clusters Lisa* contidos na Figura 5 para os anos de 2013 e de 2021. O mapa de *cluster Lisa* de 2013 foi construído com base na matriz 4 vizinhos para o total da produção da aquicultura, enquanto os demais mapas de *cluster Lisa* foram construídos com base na matriz torre, que foi a que apresentou o maior valor.

Figura 5. Mapa de *Clusters Lisa* para a produção da aquicultura nos municípios brasileiros para os anos de 2013 e de 2021

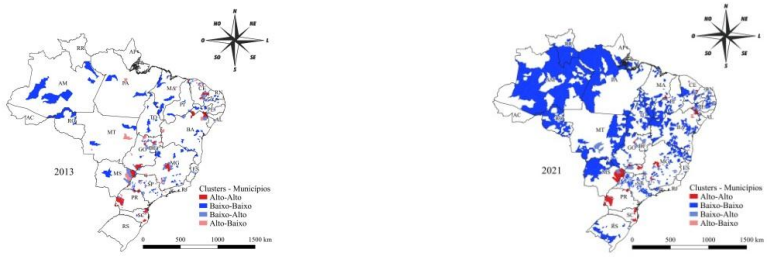


Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

O que se identifica através do *I* de Moran local, é que existem *clusters* do tipo alto-alto (AA) na região Norte do estado do Amazonas, porém que foram perdendo significâncias ao longo do tempo (2013 a 2021). Ou seja, na região Norte do Amazonas, contém um aglomerado de municípios que detêm uma alta produção da aquicultura, e apesar de ser menor em 2021 comparado a 2013, ainda é representativo. Também se identificam *clusters* do tipo AA no Sul do Amazonas, no Sul do Mato Grosso, em alguns pontos no Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste. Já os *clusters* baixo-baixo (BB) são evidenciados na região Nordeste e Sudeste próximo ao litoral ganhando força após 2017. Isso significa que municípios destas regiões produziam pouco na atividade da aquicultura e estão próximos de outros municípios com valores baixos na atividade.

Como a tilápia é a espécie mais produzida no Brasil, apresenta os mapas de clusters Lisa para a mesma. A Figura 6 apresenta os clusters Lisa para a produção de Tilápias nos anos de 2013 e de 2021 para os municípios brasileiros.

Figura 6. Mapa de *Clusters Lisa* para a produção da Tilápia nos municípios brasileiros nos anos de 2013 e de 2021



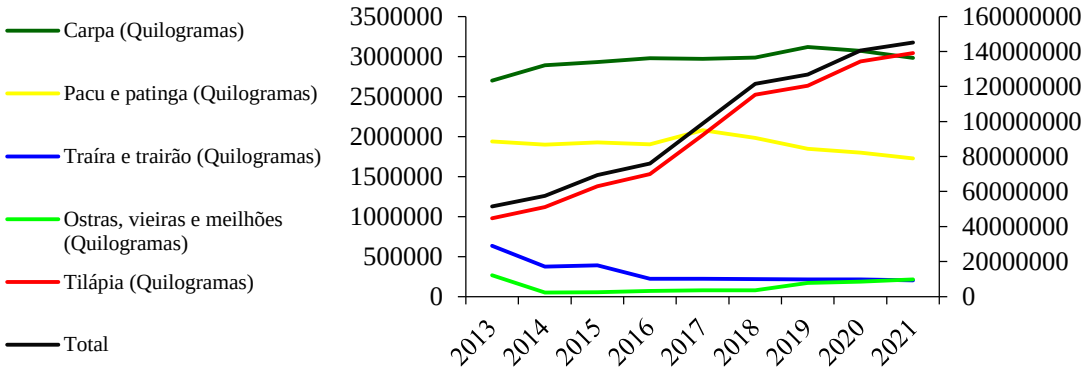
Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

O que se identifica na produção desta espécie é a existência de um *cluster* do tipo BaB no Norte do Brasil, que ganhou força entre os anos de 2013 e de 2021. Já os *clusters* do tipo AA, se mantiveram em sua maioria, apresentando pouca variabilidade. As próximas subseções irão apresentar um breve panorama da produção da aquicultura com foco na Tilápia, nos principais estados produtores em 2021: Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

A produção de Tilápias no estado do Paraná

Como já supracitado o Paraná é o maior produtor de Tilápias do Brasil, em que em 2021 o estado cooperou com 38,52% da produção nacional da espécie e com 21,38% da produção nacional de peixes. As principais produções do estado são: Tilápia que representou 95,87% da produção de peixes do estado em 2021, seguido da carpa com 2,06% da produção estadual, pacu e Patinga representando 1,19% da produção estadual, Ostras vieiras e mexilhões com uma parcelo de 0,15% e em quinto lugar a Traíra e a Traírão com 0,14% da produção do estado do Paraná. A Figura 7 apresenta o desempenho das cinco espécies supracitadas entre os anos de 2013 e de 2021 para o estado do Paraná.

Figura 7. Evolução da produção dos cinco principais produtos da aquicultura do Brasil entre os anos de 2013 e de 2021

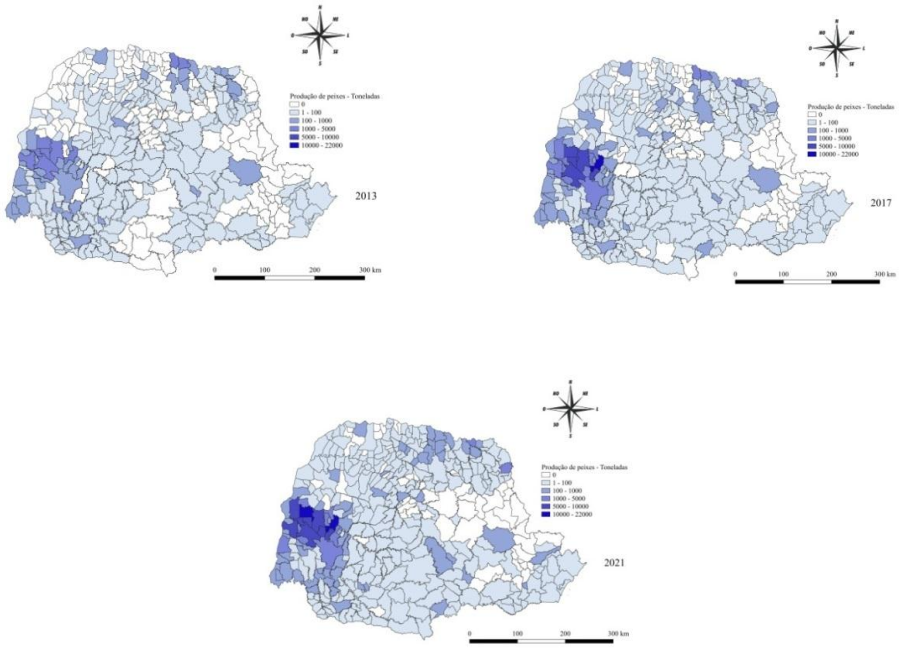


Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

Observa-se que a produção de Tilápias é a que determina o desempenho da produção de peixes total no estado, dado que nela se encontra a maior representatividade da aquicultura. Entre 2013 e 2021 a produção de Tilápia foi crescente apresentando no estado uma taxa de variação de 211,03%. Já a produção de Carpa e a produção de ostras, vieiras e mexilhões no período apresenta de modo geral uma tendência de estabilidade de produção. A traíra e a Traírão apresentaram queda de produção no período com valor de 67,94%. Comportamento que também foi observado no Pacu, porém com valor de queda de 10,88%.

Em relação a distribuição da produção da aquicultura no estado do Paraná, se observa o mesmo fato observado no território brasileiro, uma distribuição heterogênea da produção da aquicultura entre os municípios. Dessa forma, apesar do estado se apresentar como o estado com a maior produção de Tilápias do Brasil, a produção da espécie não ocorre em todos os municípios. Para expor tal resultado apresenta-se a Figura 8 com a distribuição espacial da produção de Tilápias para os municípios do Paraná nos anos de 2013, 2017 e de 2021.

Figura 8. Distribuição espacial da produção de Tilápias para os Municípios do Paraná nos anos de 2013, 2017 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

Pode se identificar o aumento do número de municípios com maiores produções de Tilápias no estado do Paraná. As maiores produções são verificadas na região Oeste do estado para todos os anos expostos. Em 2013 a maior produção de Tilápias foi observada no município de Assis Chateaubriand seguindo de Toledo e Alvorada do Sul. Já para o ano de 2017 as maiores produções de Tilápias foram identificadas nos municípios de Nova Aurora, Assis Chateaubriand seguido de Maripá. No ano de 2021 as maiores produções foram verificadas nos municípios de Nova Aurora, Palotina e Toledo.

Nota-se que os municípios que possuem as maiores produções de Tilápias estão próximos de outros municípios também com altos valores de produção da espécie, e *vice-versa*. Neste sentido, buscaram-se observar a presença de dependência espacial para a produção da Tilápia nos anos de 2013, 2017 e 2021, os resultados são retratados na Tabela 4 para os anos de 2013, 2017 e de 2021.

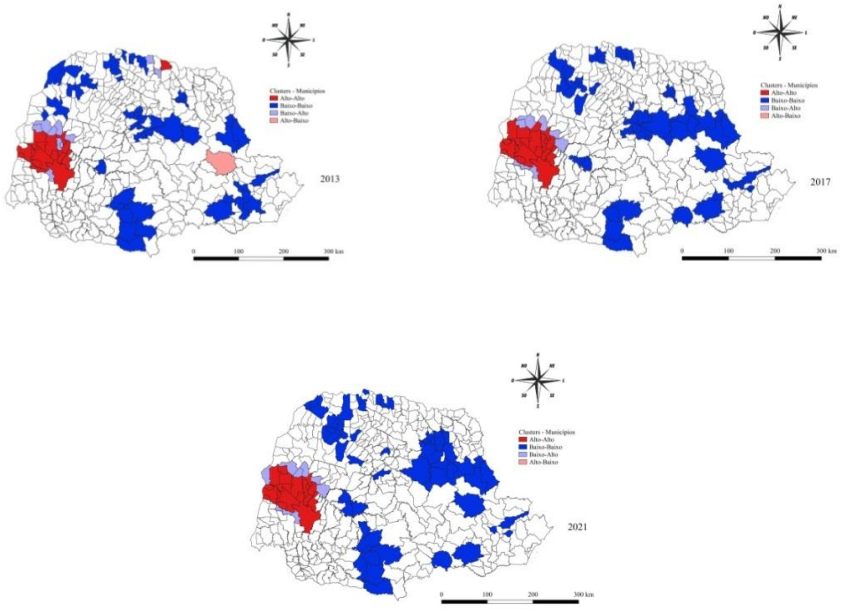
Tabela 4. I de Moran da produção de peixes no Paraná

Matriz	Tilápia 2013	Tilápia 2017	Tilápia 2021
Rainha	0,455	0,537	0,541
Torre	0,455	0,537	0,542
4 Vizinhos	0,327	0,458	0,471
5 Vizinhos	0,346	0,442	0,455
7 Vizinhos	0,318	0,407	0,425

Fonte: Elaborados pelo autor com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%

Identifica-se no estado a existência de autocorrelação espacial positiva, ou seja, de fato municípios com produção de Tilápias com altos valores estão próximos de outros municípios com altos valores de produção de Tilápias, esse resultado foi verificado através do valor positivo e significativo do *I* de Moran Global para todas as matrizes. Para observar a distribuição do padrão de dependência espacial local apresenta-se a Figura 8. A Figura 8 apresenta o mapa de *clusters Lisa* para a produção de Tilápias no estado do Paraná nos anos de 2013, 2017 e de 2021, utilizando a matriz torre, escolhida por apresentarem-se mais vezes como a melhor (maior valor e significativo a 1%).

Figura 8. Mapa de *Clusters Lisa* para a produção da Tilápia nos municípios do Paraná nos anos de 2013, 2017 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%, após 999 permutações
Elaborado com a matriz torre

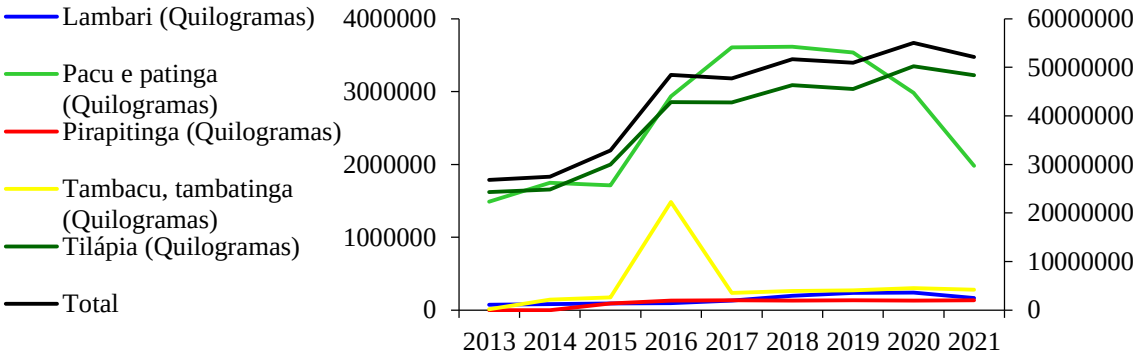
Identificam-se *clusters* do tipo Baixo-Baixo nas regiões norte, noroeste e sul do estado do Paraná. Para a concentração que originou o *cluster* BB na região noroeste, pode se observar que no decorrer dos anos (2013 e 2021) mais microrregiões passaram a compor o cluster. Um *cluster* AA pode ser verificado na região oeste do Estado, o *cluster* AA é formado em 2021 pelos municípios de Terra Roxa, Mercedes, Marechal Cândido Rondon, Toledo, Pato Bragado, Cascavel, Assis Chateaubriand, Ouro Verde do Oeste, Nova Santa Rosa, Maripã, Corbélia, Formosa do Oeste, Nova Aurora, Cafelândia, Tupãssi, Palotina, Quatro Pontes, Jesuítas, Iracema do Oeste e Francisco Alves, ou seja, para estes municípios se evidencia alta produção da aquicultura.

Produção de Tilápias no estado de São Paulo

O segundo maior produtor de Tilápias do Brasil em 2021 foi o estado de São Paulo, que foi responsável por 13,38% da produção nacional. Ainda para o ano de 2021 as principais

produções no estado foram Tilápia, Pacu, Tambacu e Tambatinga, Lambari e Pirapitinga. Para representar a evolução das produções supracitadas apresenta-se a Figura 9 que expõe o comportamento da produção em quilogramas das cinco principais espécies produzidas no estado de São Paulo para o ano de 2013 a 2021.

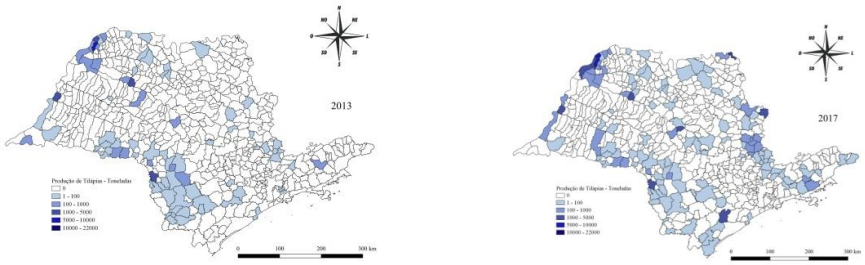
Figura 9. Evolução da produção dos cinco principais produtos da aquicultura do estado de São Paulo entre os anos de 2013 e de 2021

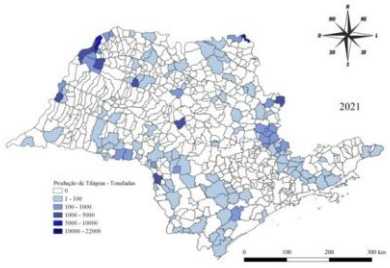


Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

No período exposto a produção de Tilápia apresentou crescimento em que a sua taxa de variação entre 2013 e 2021 foi de 98,71%. Para as demais espécies pode se verificar que todas apresentaram taxas de variação positivas no período com valores de 33,09% (Pacu e Patinga), 2704,10% (Tambacu e Tambatinga), 125,73% (Lambari), 148,67 (Pirapitinga) em que o estado passou a apresentar produção a partir do ano de 2015. Além disso, evidencia-se que a produção de Pacu apresentou um salto no ano de 2016, passando já em 2017 aos mesmos níveis dos patamares iniciais. Conforme visto, a produção de Tilápias é a mais representativa em São Paulo, e observando a distribuição espacial da Tilápia para o estado o que se evidencia é que as maiores produções se encontram nas regiões norte e sul do estado.

Figura 10. Distribuição espacial da produção de Tilápias para os Municípios de São Paulo nos anos de 2013, 2017 e de 2021





Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

Quando se compara os três anos de avaliação percebe-se que houve crescimento do número de municípios com produção mais significativa, se evidenciando também que os municípios com as maiores produções estão próximos de municípios também com produções mais representativas dessa forma, buscou se avaliar se existência de um padrão espacial, ou seja, de dependência espacial através do cálculo do *I* de Mora Global. Os resultados da estatística são expostos na Tabela 5.

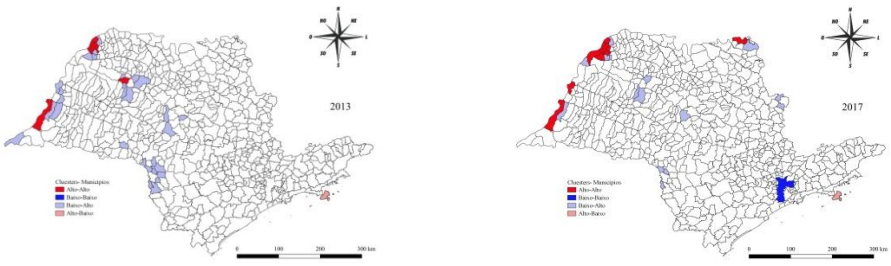
Tabela 5. I de Moran da produção de Tilápias de São Paulo

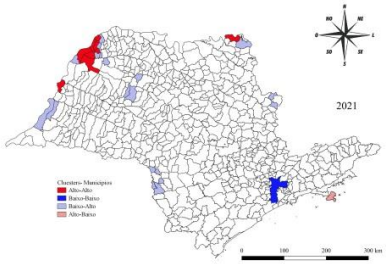
Matriz	Tilápia 2013	Tilápia 2017	Tilápia 2021
Rainha	0,223	0,287	0,248
Torre	0,224	0,288	0,249
4 Vizinhos	0,152	0,227	0,185
5 Vizinhos	0,204	0,265	0,223
7 Vizinhos	0,141	0,196	0,172

Fonte: Elaborados pelo autor com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%

A dependência espacial foi confirmada para a produção da aquicultura no estado de São Paulo. O resultado foi evidenciado através dos valores positivos e significativos do *I* de Moran. Isso significa que municípios com produções da aquicultura altas (baixos) estão próximos de outros municípios com altos (baixos) valores de produção da aquicultura. Para observar os padrões de dependência espacial locais apresenta-se a Figura 11.

Figura 11. Mapa de *Clusters Lisa* para a produção da Tilápia nos municípios de São Paulo nos anos de 2013, 2017 e de 2021





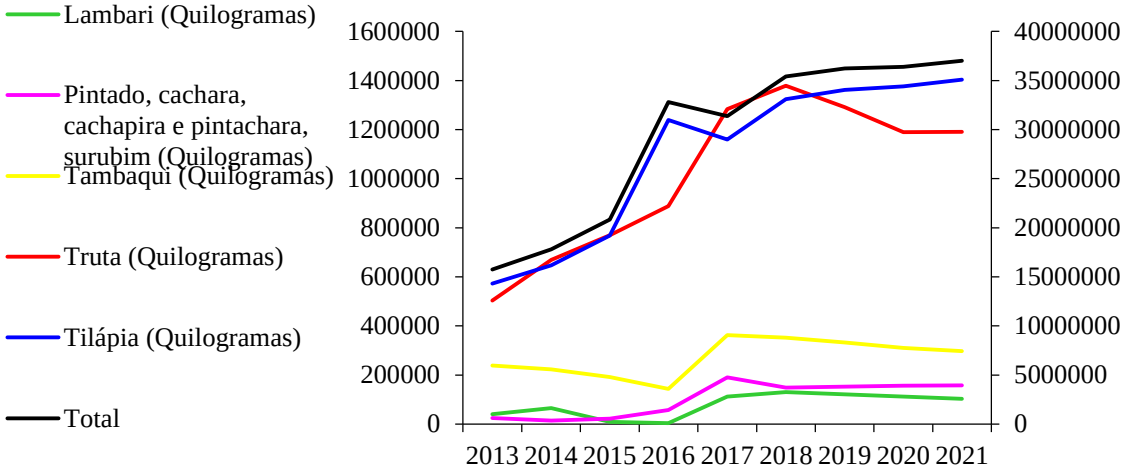
Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%, elaborado com a matriz torre

Observa-se a existência de um pequeno *cluster* do tipo AA no norte do estado, mais especificamente nos municípios de Ilha Solteira, Santa Clara d'Oeste, Rubinéia, Pereira Barreto, Santa Fé do Sul, Suzanápolis e Nova Canaã Paulista.

Produção de Tilápias no estado de Minas Gerais

Em terceiro lugar na produção de Tilápias está o estado de Minas Gerais, que foi responsável em 2021 por 13,38% da produção de Tilápias nacional. Dentre as principais espécies produzidas no estado de Minas Gerais citam-se: Tilápia, Truta, Tambaqui, Pintado (Cachara, Cachapira, Pintachara e Surubim) e Lambari. Para apresentar a evolução da produção das espécies supracitadas apresenta-se a Figura 12.

Figura 12. Evolução da produção dos cinco principais produtos da aquicultura do Brasil entre os anos de 2013 e de 2021

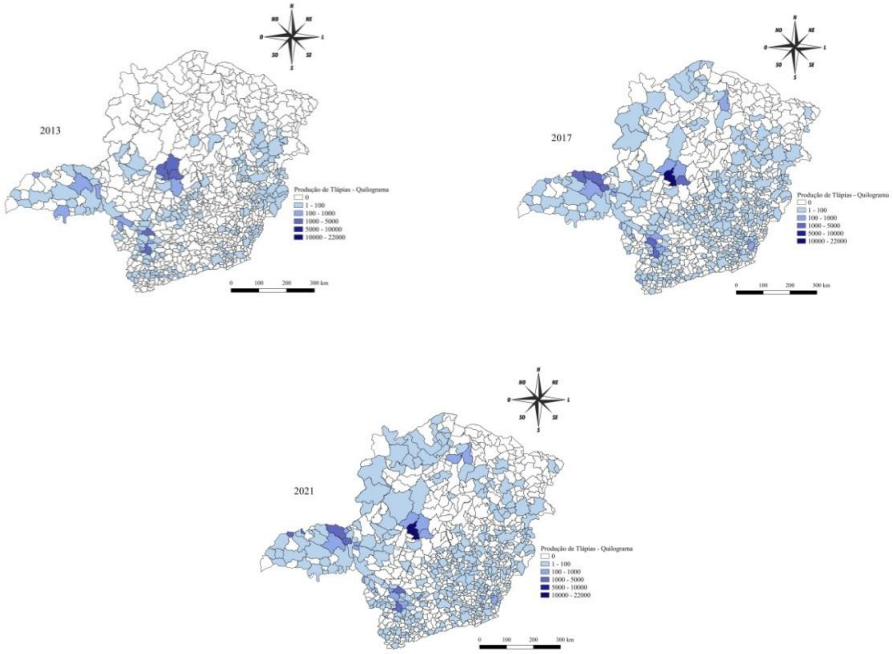


Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

No período avaliado se observa que todas as espécies apresentaram crescimento de suas produções, em que as respectivas taxas de variação foram para Tilápia de 59,15%, Truta de 57,74%, Tambaqui de 20,08%, Pintado, Cachara Cachapira, Pintachara e Surubim de 84,56% e Lambari de 59,94%. Através da Figura 12 pode se visualizar que entre 2013 e 2021 a produção de pescados em geral acompanha a evolução da produção de Tilápias em que em 2021 a espécie representou 94,73% da produção do estado. A truta apresentou uma tendência de crescimento maior entre 2017 e 2018, e em 2021 a espécie foi responsável por 3,22% da

produção do estado, as demais espécies foram responsáveis por 0,81% (Tambaqui), 0,43% (Pintado) e 0,28% (Lambari). Para observar a distribuição espacial da produção de Tilápias no estado de Minas Gerais apresenta-se a Figura 13.

Figura 13. Distribuição espacial da produção de Tilápias para os Municípios de Minas Gerais nos anos de 2013, 2017 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE

Identifica-se que as maiores produções se encontram na região oeste do estado de Minas Gerais e na região Norte. Entre os anos avaliados pode se observar que houve aumento do número de municípios com maiores produção da aquicultura. Outra observação realizada através a análise da Figura 13 é a proximidade dos municípios com alta produção e a proximidade entre os municípios de baixa produção, o que sugere que exista dependência espacial. Para constatar ou não a dependência espacial efetuou-se o cálculo do *I* de Moran Global, cujos resultados estão reportados na Tabela 6.

Tabela 6. I de Moran da produção de Tilápias de Minas Gerais

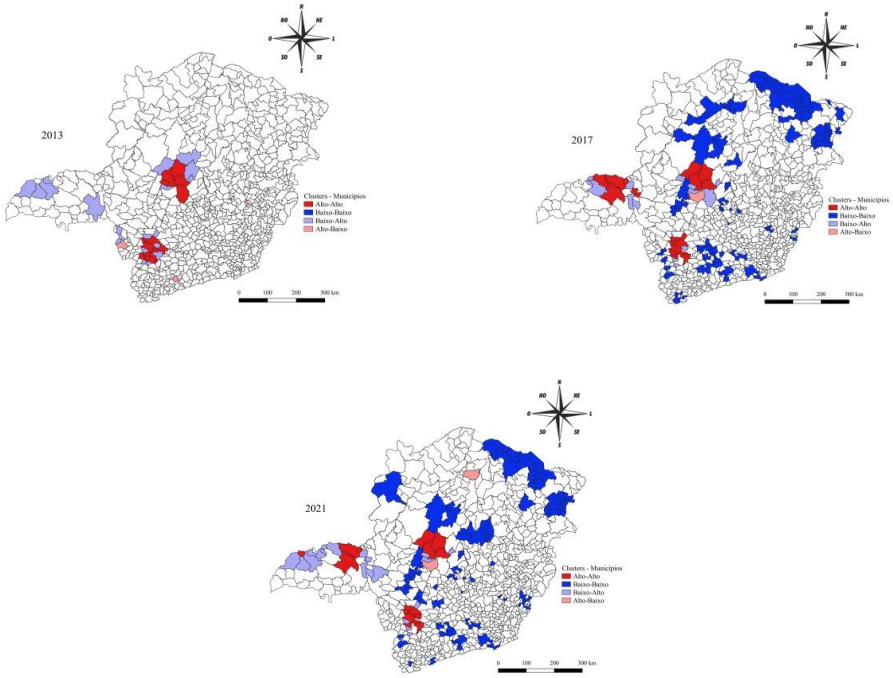
Matriz	Tilápia 2013	Tilápia 2017	Tilápia 2021
Rainha	0,197	0,085	0,053
Torre	0,197	0,086	0,053
4 Vizinhos	0,222	0,081	0,064
5 Vizinhos	0,245	0,091	0,067
7 Vizinhos	0,180	0,073	0,052

Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%, após 999 permutações.

Confirma-se a existência de dependência espacial através dos resultados positivos e significativos do *I* de Moran para os três anos e para todas as matrizes utilizadas (Rainha, Torre, 4 Vizinhos, 5 Vizinhos, 7 vizinhos. Isso implica dizer que os municípios com altos valores de produção de Tilápias no estado de Minas Gerais estão próximos de outros

municípios com altos valores de produção de Tilápias e *vice-versa*. Para identificar a existência de algum padrão espacial local foi observado o resultado do *I* de Moran Local, em que seus resultados são expostos na Figura 14 no mapa de *clusters* Lisa.

Figura 14. Mapa de *Clusters Lisa* para a produção da Tilápia nos municípios paranaenses nos anos de 2013, 2017 e de 2021



Fonte: Elaborados pelos autores com dados do IBGE
Nota: Significativos a 1%, após 999 permutações
Elaborado com a matriz torre

O que se evidencia é que em 2013 havia poucos *clusters* sendo eles do tipo AA no Centro-Oeste de Minas Gerais e BA no Oeste e Centro-Oeste do estado. Já para o ano de 2017 observa-se o surgimento de *cluster* do tipo BB, sendo verificados nas regiões Norte, Centro-Oeste e Sul do estado de Minas Gerais, e três *clusters* do tipo AA nas regiões Oeste, Centro-Oeste e Sul do estado. Por fim, no ano de 2021 houve algumas variações das localidades da existência de *clusters* BB, e os *clusters* AA identificados já no ano de 2017 prevaleceram.

O *cluster* AA da região Centro-Oeste do estado é composto pelos municípios de São Gonçalo do Abaeté, Felizlândia, Morada Nova de Minas e Três Marias. Já o *cluster* AA da região Oeste de Minas Gerais é composto pelos municípios de Uberlândia, Araguari e Cascalho Rico e o terceiro *cluster* verificado na região Sul é composto pelos municípios de São José da Barra, Fama, Altenosa, Ilicínea, Campo do Meio, Campos Gerais, Guapé, Capitólio e Carmo do Rio Claro.

5. Considerações Finais

A pesquisa buscou analisar a evolução e distribuição da produção da aquicultura para os municípios brasileiros e para os municípios dos três principais estados produtores de Tilápias sendo esses: Paraná, São Paulo e Minas Gerais. O que se observou é que o país apresentou crescimento da produção da aquicultura no período de 2013 e 2021. Dentre as

espécies produzidas o destaque vai a Tilápia em que as maiores produções são evidenciadas na região Sul, mais especificamente no estado do Paraná.

Em relação a distribuição espacial da produção da aquicultura se observa que a mesma apresenta heterogeneidade, em que confirmou-se a ocorrência de dependência espacial. Foram identificado *clusters* do tipo AA na região oeste do Paraná, na região norte de São Paulo e nas regiões oeste, centro-oeste e sul de Minas Gerais. O que indica que existe uma concentração espacial de produção da aquicultura nestas localidades. Por fim, os resultados deste estudo podem servir de embasamento teórico para futuras avaliações, além de ser um direcionador para possíveis politicas públicas que visem desenvolver a atividade da aquicultura, uma vez que identificou as localidades com as maiores e menores produções da aquicultura no Brasil e de Tilápias no Brasil, Paraná, São Paulo e Minas Gerais.

Referências

ABDALLAH, P. R.; BACHA, C. J. C. Evolução da atividade pesqueira no Brasil: 1960-1994. **Teoria e Evidência Econômica**, 7(13): 9-24. 1999.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2022. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/aquicultura-e-pesca/rede-do-pescado/consumo-e-tipos-de-peixes-no-brasil. Acesso em: 20 dez. 2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O protagonismo do Brasil na produção mundial de pescados. 2020. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/53738345/artigo---o-protagonismo-do-brasil-na-producao-mundial-de-pescado#:~:text=O%20Brasil%20j%C3%A1%20foi%20considerado,de%20peixes%20de%20%C3%A1gua%20doce. Acesso em: 10 Mar. 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Brasil exporta 78% mais peixes em 2021 do que no ano anterior**. 2022. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/67900849/brasil-exporta-78-mais-peixes-em-2021-do-que-no-ano-anterior#:~:text=produtiva%20de%20valor-,As%20exporta%C3%A7%C3%B5es%20da%20piscicultura%20brasileira%20continuam%20crescendo%20fortemente.,a%20mais%20que%20em%202020.. Acesso em 31 jan. 2023.

FREITAS NETTO, R.; KROHLING, W.; ROCHA, M. B.; DI BENEDITTO, A. P. M. Produção pesqueira no triênio 2003-2005 pela cooperativa de pesca de Vila Velha, Espírito Santo, sudeste do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, *35*(4), 663-673. 2009.

FREITAS, L. E. L.; RODRIGUES, A. P. O.; MORO, G. V.; LUNDSTEDT, L. M. Práticas para avaliação da qualidade física em rações para peixes. **Circular Técnica Embrapa**. 2016

FURTADO, A. A. L. Pescados. Embrapa Agroindústria de Alimentos. 2021. Disponível em: https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/processos/grupos-de-alimentos/pescados. Acesso em: 04 Mar. 2023.

KIRCHNER, R. M.; CHAVES, M. A.; SILINSKE, J.; ESSI, L.; SCHERER, M. E.; DURIGON, E. G. Análise da produção e comercialização do pescado no Brasil. **Revista Agro@ mbiente On-line,** *10*(2), 168-177. 2016.

OLIVEIRA, L. **Manual de qualidade da água para a aquicultura**. Alfakit. 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1354377/1743436/Manual+Qualidade+%C3%81gua+Aquicultura.pdf/674c0a9a-2844-43e2-9462-04fddd387529?version=1.0. Acesso em: 10 Mar. 2023.

OLIVEIRA, L.; ROCHA, L.; GUERREIRO, S. L.; SANTOS, M. A. (2017). Comportamento da produção e do mercado de pescado no Brasil e no Estado do Pará**. Enciclopédia Biosfera, 14**(26). 2017.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. Anuário : Peixe BR da Piscicultura. 2016. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/Anuario2017/AnuarioPeixeBR2017.pdf. Acesso em 10 Mar. 2023.

PEIXE BR. Associação Brasileira da Piscicultura. 2022. Disponível em: https://www.peixebr.com.br/. Acesso em: 04 jan. 2023.

SILVA, T. S. C.; INOUE, L. A. K. A.; FIETZ, C. R. Influência do clima fenômenos e mudanças climáticas no manejo da piscicultura. **Documentos 136 Embrapa Agropecuária Oeste.** 2016.

SONODA, D. Y.; SHIROTA, R. Consumo de pescado no Brasil fica abaixo da média internacional. Visão Agrícola, 8: 145:147, 2012.

SIDONIO, L.; CAVALCANTI, I.; CAPANEMA, L.; MORCH, R.; MAGALHÃES, G.; LIMA, J.; BURNS, V.; ALVES JÚNIOR, A. J.; MUNGIOLI, R. Panorama da aquicultura no Brasil: desafios e oportunidades. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. 35: 421-463. 2012.

XIMENES, L. F. Produção de pescados no Brasil e no Nordeste Brasileiro. Escritório técnico de estudos econômicos do Nordeste. 5(150): 1-16. 2021.