

OS CAMINHOS DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA PRODUÇÃO DE OVOS DE GALINHA BRASILEIRA: COMO OS ESTADOS AGIRAM AO LONGO DO TEMPO

THE PATHS OF TECHNOLOGICAL INNOVATION IN THE PRODUCTION OF BRAZILIAN CHICKEN EGGS: HOW THE STATES HAVE ACTED OVER TIME

Autor(es): Ana Paula Amazonas Soares, Tales Wanderley Vital e José de Lima Albuquerque

Filiação: Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife – PE

E-mail: ana.soares@ufrpe.br , talesvital@hotmail.com e jose.limaa@ufrpe.br

Grupo de Trabalho (GT): GT03. Evolução, estrutura, competitividade e dinâmica das cadeias agroindustriais

Resumo

A avicultura de postura tem demonstrado crescimento, ano após anos, conforme pode ser observado pelos dados da Pesquisa da Pecuária Municipal, quer seja em participação no valor da produção, quer seja no volume de ovos de galinha produzido. O histórico das transformações tecnológicas do segmento pode ser observado através da análise de seu coeficiente técnico ao longo dos anos específicos – 2002 a 2024. A revisão de literatura aponta que o setor passou por grandes transformações tecnológicas, como a adoção da “muda forçada”, por exemplo, que prorrogou a vida do plantel. No que tange às políticas públicas, a identificação de áreas que investem na melhoria tecnológica facilita a implementação de arranjos produtivos locais. O objetivo do trabalho está em identificar grupos de estados que apresentam padrões de crescimento em seu coeficiente técnico ao longo do tempo. O agrupamento permitirá identificar quais estados implementaram novas tecnologias, ilustrados através de dendrograma e gráficos temporais, que expõem de forma fácil os componentes dos grupos e o caminho seguido pelos estados. Os dados utilizados foram da Produção de Ovos de Galinha, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, mensais para os anos de 2002 a 2024, construindo assim o coeficiente técnico da média produtiva por poedeira. A metodologia também permitiu a identificação do elemento significativo – centroide –, o que significa que os elementos do grupo estão representados por ele e sua trajetória revela a tendência do grupo. Dessa forma, a tendência é facilmente visualizada. Os resultados apontam que há um grupo de estados que apresenta tendência positiva e outros três que seguem caminhos de estagnação ou de pequenos momentos de crescimento e decréscimo ao longo do tempo. A tendência acentuada crescente desses estados revela o investimento realizado pelos produtores em tecnologia. Por fim, considerando que a pesquisa se concentra-se em grandes produtores, com mais de dez mil poedeiras, uma futura abordagem para o estudo é a identificação dos municípios onde os grandes produtores e verificar o transbordamento da tecnologia para produtores vizinhos, ou seja, verificar se a produção de ovos nos municípios também apresentará tendência crescente.

Palavras-chave: Aglomerados de séries temporais, Avicultura de postura, Inovação tecnológica na avicultura de postura

Abstract

Poultry farming has shown growth year after year, as can be seen in the data from the Municipal Livestock Survey, both in terms of share of production value and volume of chicken eggs produced. The history of technological transformations in the segment can be observed through the analysis of its technical coefficient over specific years – 2002 to 2024. The literature review indicates that the sector has undergone major technological transformations, such as the adoption of “forced molting”, for example, which extended the life of the flock. Regarding public policies, identifying areas that invest in technological improvement facilitates the implementation of local production arrangements. The objective of the study is to identify groups of states that show growth patterns in their technical coefficient over time. The grouping will allow identifying which states have implemented new technologies, illustrated through dendrograms and time graphs, which easily expose the components of the groups and the path followed by the states. The data used were from the Production of Chicken Eggs, from the Brazilian Institute of Geography and Statistics, monthly for the years 2002 to 2024, thus constructing the technical coefficient of the average production per laying hen. The methodology also allowed the identification of the significant element – centroid –, which means that the elements of the group are represented by it and their trajectory reveals the group's trend. In this way, the trend is easily visualized. The results indicate that there is a group of states that present a positive trend and another three that follow paths of stagnation or small moments of growth and decline over time. The sharp upward trend of these states reveals the investment made by producers in technology. Finally, considering that the research focuses on large producers, with more than ten thousand laying hen hens, a future approach for the study is to identify the municipalities where the large producers are and verify the spillover

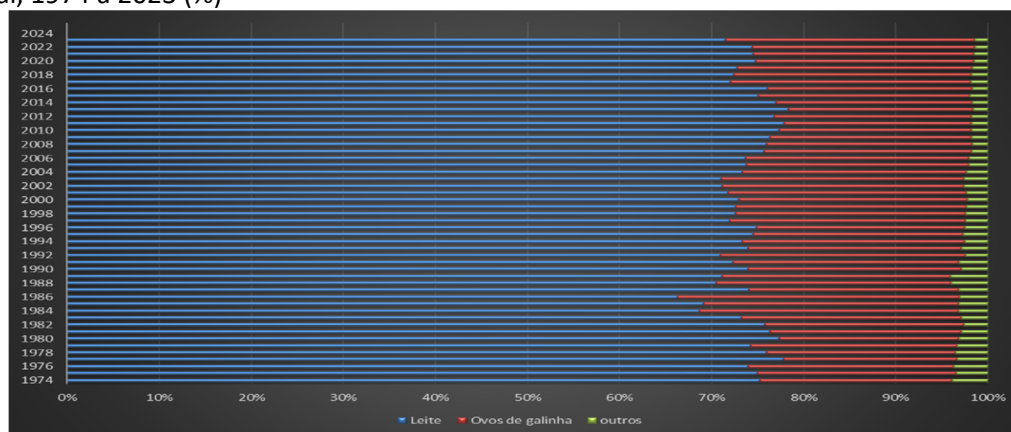
of technology to neighboring producers, that is, to verify whether egg production in these municipalities will also present an upward trend.

Key words: Times Series Clustering, Poultry farming, Technological innovation in poultry farming

1. Introdução

A avicultura de postura tem demonstrado ser, ao longo dos anos, uma atividade econômica em crescimento. Se forem observadas as atividades que compõem a produção de origem animal para o Brasil, observada na Pesquisa da Pecuária Municipal (IBGE, 2025a) – PPM – sobre o valor da produção de tal produto, se pode notar que o valor da produção de ovos detém o segundo maior percentual de participação, perdendo apenas para a produção de leite (Gráfico 1). A taxa de crescimento do percentual de participação da produção de ovos de galinha deteve uma média anual de 23,7% no período entre 1974 e 2023 e nos últimos 10 anos a taxa média foi de 24,3%.

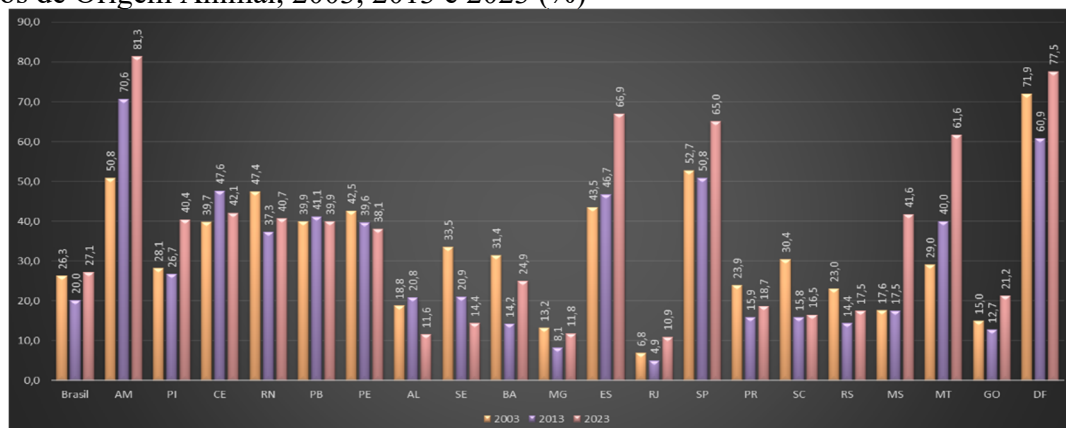
Gráfico 1 – Evolução das Participações de Produtos no Valor da Produção de Produtos de Origem Animal, 1974 a 2023 (%)



Fonte: Pesquisa da Pecuária Municipal – Produtos de Origem Animal

Ainda segundo a PPM, a evolução dos dados estaduais da participação da produção de ovos no total de produtos de origem animal demonstra que para estados como Amazonas, Espírito Santo, São Paulo e Distrito Federal, detêm participação superior a 40% do total. Os dados da evolução da participação da produção de ovos na produção de produtos de origem animal, em anos específicos, podem ser observados no Gráfico 2.

Gráfico 2- Evolução da Participação do Valor da Produção de Ovos no Valor Total de Produtos de Origem Animal, 2003, 2013 e 2023 (%)



Fonte: Pesquisa da Pecuária Municipal, IBGE.

A PPM revela outra informação importante, os dados anuais entre 1974 e 2023 não apenas apresentam o valor da produção, também revelam dados sobre volume da produção. A quantidade produzida de ovos de galinha produzidos nos Estados é outra informação relevante. Com esta, se pode calcular, para o período em questão, algumas informações relevantes, tais como a participação dos estados e sua média anual, a taxa de crescimento anual médio e a taxa de crescimento para a última década.

Como se pode observar nos resultados apresentados na Tabela 1, São Paulo é o maior produtor de ovos de galinha, sua participação média no total produzido entre os anos de 1974 e 2023 é de 31,2%, seguido por Minas Gerais (11,3%) e Paraná (10,3%).

No que diz respeito às taxas de crescimento, a taxa anual média do Distrito Federal (10,6%), do Rio Grande do Norte (7,0%) e do Espírito Santo (6,7%) se destacam com as melhores taxas anuais médias. Ainda, na última década os estados de Mato Grosso do Sul (122,5%), Ceará (112,2%) e Rio Grande do Norte (102,4%) mais que dobraram sua produção, ganhando importância e representação na produção de ovos.

A história e a evolução da atividade da avicultura de postura devem ser vistas não apenas em termos de participação nos produtos de origem animal ou do volume produzido, mas também sobre o aspecto de toda a cadeia produtiva. Ao longo dos anos é possível notar que as tecnologias empregadas para o cuidado, a coleta do produto, a alimentação do plantel, para citar apenas alguns, evoluíram significativamente entre 1974 e 2023.

Ao pensar em tecnologia, muitos a assemelham ao uso do computador e à mecanização. Entretanto, para esta atividade, a inovação está presente em toda a cadeia produtiva sob diferentes aspectos. Não se pode dizer a uma galinha para produzir mais ovos, no entanto, se pode incrementar a produção com menor perda do produto, ou acomodar melhor o produto para o transporte, por exemplo. Assim, as melhorias tecnológicas não estão só, de fato, ligadas ao aumento da produtividade por ave, mas, é através dela que se pode detectar a melhoria tecnológica na produção de ovos.

Tabela 1 – Evolução da Participação Estadual, das Taxas de Crescimento Anual e da última Década, 1974 a 2023 (%)

Estados	Participação Média	Taxa crescimento anual Médio	Taxa Crescimento última década
AM	1,0	5,5	-3,2
PI	0,7	3,1	62,1
CE	4,1	6,6	112,2
RN	0,9	7,0	102,4
PB	1,0	5,0	86,8
PE	5,0	5,0	48,3
AL	0,7	5,1	-7,2
SE	0,5	5,7	43,2
BA	2,5	3,9	39,5
MG	11,3	4,4	22,6
ES	3,7	6,7	27,3
RJ	1,4	-1,0	45,4
SP	31,2	3,0	23,4
PR	10,3	4,3	30,5
SC	5,3	5,1	20,6
RS	9,5	3,6	4,5
MS	1,1	5,7	122,5
MT	2,1	6,2	36,6
GO	4,1	6,3	54,6
DF	0,8	10,6	5,6

Fonte: Pesquisa da Pecuária Municipal, IBGE.

Pizzolante et ali (2011) traz um breve histórico sobre a evolução da avicultura no município de Bastos, SP. Para trazer seus achados ao longo dos anos, aqui se faz um breve resumo de seu trabalho, onde ocorreram mudanças significativas. Segundo o autor, até a década de 50, não havia o sistema de confinamento e as aves eram criadas livres. No período pós segunda guerra mundial, o sistema de semiconfinamento foi introduzido. A evolução para o sistema de confinamento se deu na década de 60. Nesta mesma década, houve a introdução de aves híbridas e a luz artificial, que refletiram os novos avanços à época. Nos anos de 70, o avanço se deu através da criação de aves em múltiplas idades. A década de 80 foi marcada pela proliferação de doenças, o que levou à preocupação com o plantel e a evolução das vacinas. Na década de 90 foi caracterizada pela introdução do sistema de “muda forçada”, que levou a prorrogação do tempo de vida do plantel. Nesta mesma década, com a abertura do comércio internacional, e a permissão da importação de equipamentos e implementos agrícolas, houve a possibilidade de novas tecnologias atreladas ao manejo das aves. A preocupação com a saúde levou a implementação de novas barreiras sanitárias a níveis federais, o governo passou a exigir exames bacteriológicos e físico-químicos rotineiros em ovos e água para os produtores. Com a globalização da economia, no início do novo século, a gripe aviária foi a preocupação, então, novas barreiras sanitárias foram impostas e medidas de contenção para evitar doenças foram implementadas.

O estudo de Pizzolante et ali (2011) também apresenta as inovações realizadas nos criadouros, na cadeia produtiva e na comercialização dos ovos de galinha, estas realizadas após a abertura do mercado quando foi possível ter acesso aos novos implementos.

Diante deste cenário, de grandes transformações ocorridas na produção, sem falar da evolução das rações e da própria forma de recolha da produção, se pode observar que produção de ovos de galinha deixa de ser um processo simples, por exemplo, com recolha manual e sem preocupações com as inovações e passa a ser um processo quase que automatizado, que poupou mão-de-obra, espaço, melhorias genéticas, incluiu barreiras sanitárias e melhora na alimentação.

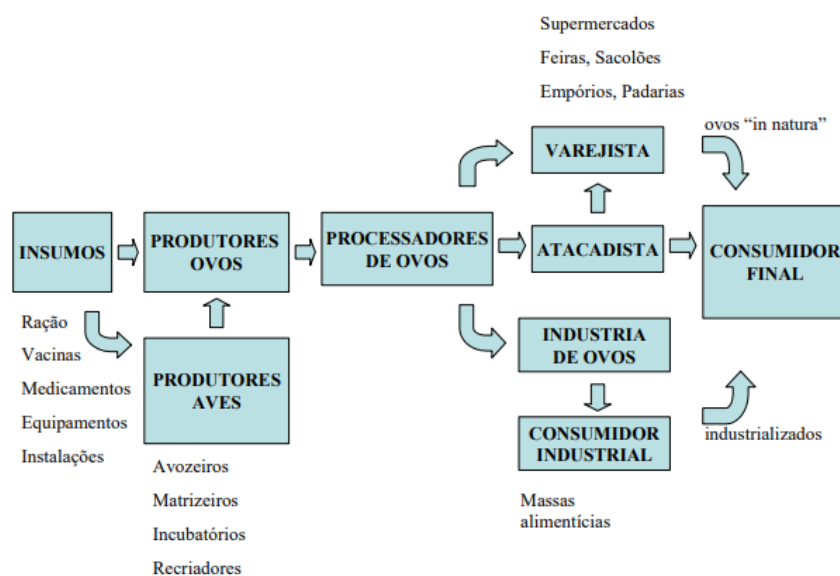
Dentro desta visão automatizada, o objetivo do trabalho é o de identificar padrões de crescimento na produção de ovos, a nível de grandes produtores, para poder identificar quais estados estão, efetivamente, implementando melhorias tecnológicas na produção. Com esta informação em mente, se pode pensar na possibilidade do estado implementar políticas públicas para dar apoio ao transbordamento dessas novas tecnologias para menores produtores que estão em áreas circunvizinhas, criando arranjos produtivos.

2. Produtividade na avicultura de postura

Como ressalta Pizzolante et al (2011) “A adoção de tecnologias pelo produtor tem tido como objetivo principal a redução de custos por meio de redução de tempo de processamento, uso de mão de obra e melhorias na logística interna e externa da firma.”. Portanto, as inovações tecnológicas aconteceram, acontecem e irão acontecer em toda a cadeia produtiva do setor de avicultura de postura, conforme já foi citado anteriormente.

No entanto, antes de entrar na determinação do cálculo de um indicador da produtividade, é importante saber como se produz o ovo, ou seja, é necessário ilustrar a cadeia produtiva do segmento da avicultura de postura. Para tal, se considera o trabalho de Mizumoto (2004), ilustrado na Figura 1 abaixo. Nesta se pode observar que os produtores compram insumos e aves, entregam seu produto para distribuidores de ovos e estes levam a produção para o comércio e a indústria e, então, chega até o consumidor final.

Figura 1 - Cadeia Produtiva da Avicultura de Postura



Fonte: Mizumoto (2004)

Para analisar a produtividade na avicultura de postura importa saber que as melhorias podem estar em qualquer momento da cadeia produtiva. A ilustração da cadeia produtiva serve para entender como as melhorias apresentadas anteriormente são vistas no processo bem como novas melhorias podem ser introduzidas no processo, para citar apenas alguns dos tópicos que devem ser levados em

consideração, por exemplo, como melhorar a quantidade produzida da poedeira sem pensar na coleta do ovo, na alimentação dada, na prevenção das doenças, nas barreiras sanitárias para não afetar o plantel.

Este estudo não está pensado em observar qual foi a melhoria tecnológica que aumentou a produção, mas, sim, com a absorção dessas novas tecnologias podem ser observadas em média nos estados e como se pode observar a implementação de tais medidas a partir do coeficiente técnico comum a todos os estados.

Portanto, não será necessário esclarecer como se dá a produção desde a galinha até o consumidor final, ou até o grande distribuidor. Pois, considera-se que estas são etapas em que a melhoria tecnológica pode agir e, a partir dessa suposição, como se pode medir a melhora tecnológica.

Como será observado, a percepção da melhoria tecnológica, quando vista individualmente por estado em diferentes anos é quase imperceptível. As mudanças anuais podem ser vistas na PPM, como já analisado anteriormente. Porém, a percepção da melhoria na tecnologia deve ser vista em relação às pequenas mudanças de produtividade realizadas não apenas ao longo dos anos, mas ao longo de pequenos períodos (meses). Tal percepção deve ser vista sob a ótica de grandes produtores. Produtores com grande plantel de aves poedeiras, uma vez que são eles os percussores das transformações e dos transbordamentos para os vizinhos.

3. Metodologia

Com a utilização da metodologia de análise multivariada de aglomerados de séries temporais, se pode conhecer o caminho utilizado pelos produtores para realizar as melhoras tecnológicas em seus planteis.

Neste estudo, se optou por utilizar os dados sobre os coeficientes técnicos da produção de ovos, calculados com base na produção individual de cada galinha média. O cálculo é feito com base em dados obtidos na Pesquisa de Ovos de Galinha – POG (IBGE, 2025b) –, com temporariedade trimestral, mas ajustada por mês, realizada pelo IBGE, e que é apresentado a seguir.

A metodologia de aglomerados de séries temporais é a que irá observar se os caminhos escolhidos pelos estados são comuns a um grupo ou a vários. E, dentro desses grupos, as escolhas de nova tecnologia podem ser observadas.

3.1. Dados da Avicultura de Postura

Há dois tipos de dados sobre a produção de ovos no Brasil, ambos produzidos pelo IBGE. O primeiro foi apresentado anteriormente e retrata a Produção da Pecuária Municipal (IBGE, 2025a), Produção de Origem Animal, com periodicidade anual, desde 1974 até 2023, onde são apresentados as quantidades e o valor da produção, a níveis Nacional, Estadual, Mesorregional, Microrregional e Municipal.

O segundo conjunto de dados se refere à Pesquisa Produção de Ovos de Galinha (IBGE, 2025b), que analisa os produtores que detém dez mil ou mais poedeiras em seu plantel, por estado, desde janeiro de 1987 até dezembro de 2024, com periodicidade trimestral ajuntada à mensal. Nesta, são analisadas três variáveis: Número de informantes – NI, Número de galinhas poedeiras – NGP, e Quantidade de ovos produzidos – QO, no mês e no trimestre.

Como dito anteriormente, a percepção das inovações tecnológicas para os estados quando observada ano a ano é pouco perceptível porque envolve todos os produtores de diferentes escalas produtivas, ainda, os dados sobre a quantidade de aves não são apresentados, que faz com que o coeficiente técnico da melhora tecnológica não possa ser obtido. Entretanto, quando a produção dos maiores produtores é explorada, um coeficiente técnico pode ser obtido e, assim, as inovações tecnológicas podem ser observadas.

O dado indicado para obter o coeficiente técnico escolhido refletirá na melhora na implementação de novas tecnologias. No caso em estudo, o coeficiente técnico utiliza a média da quantidade média de ovos por poedeira.

Os dados mensais da POG apresentam dados para cada estado (e) de três formas: a quantidade de informante (NI_e); a quantidade de mil dúzias de ovos de galinha (QO_e) para este total de informantes; e, o total de galinhas (NGP_e) desses informantes, todos os dados para cada mês (t). Assim, para obter o coeficiente técnico para cada mês, será calculado por estado a razão entre a quantidade de ovos de galinha ($QO_{et} * 12000$) daqueles produtores do estado no mês de referência e o número de poedeiras (NGP_{et}) total dos produtores daquele estado no mês de referência, obtendo-se assim a média mensal de ovos por galinha para todos os produtores daquele estado. Matematicamente:

$$ct_{et} = \frac{QO_{et} * 12000}{NGP_{et}} . \text{ Onde os sobescritos } e \text{ e } t \text{ significam, respectivamente, o estado e o}$$

mês/ano que foi calculado.

São questionados todos os estados da federação e mais o Distrito Federal, no entanto, nem todos os estados detêm a série completa apresentada na POG. Portanto, só serão incluídos os estados que detêm a série completa para o período de 2002 a 2024. Apesar da POG iniciar em 1987, alguns anos foram retirados para incluir o maior número de estados possíveis, representados em todas as regiões do Brasil.

O caminho percorrido pelo coeficiente técnico por cada um dos estados ao longo do tempo demonstra se houve ou não melhora na média de ovos por galinha. Os caminhos percorridos pelas séries históricas estaduais são aparentemente semelhantes e o que se deseja é agrupar aqueles estados que apresentam caminhos estatisticamente semelhantes.

Observe que, não se discute qual o ponto da cadeia produtiva que fez com que houvesse a melhora no coeficiente, apenas são observados os resultados das inovações que são refletidos no momento da estatística sobre a produção dos ovos de galinha.

Uma das características da metodologia é que a série deve ser de mesmo tamanho, ou seja, todos os estados envolvidos devem ter o mesmo período, não pode haver observações omitidas. Assim, o número de estados (incluindo o Distrito Federal) cai de 27 para 21 e os estados escolhidos são aqueles apresentados no tópico Introdução acima.

Ainda, os dados apresentam sazonalidade e, portanto, estas séries de tempo terão de ser transformadas em novas séries sem sazonalidade. Por fim, conforme será abordado na metodologia, os dados serão transformados de forma a serem compatíveis entre si, ou seja, serão normalizados mais precisamente.

Os dados foram introduzidos no software R (2024), que é um projeto colaborativo que contém funções e algoritmos livres para serem utilizados e modificados. Os pacotes utilizados foram: dtwclust (Sardá-Espinosa, 2018); ggplot2 (Wickham, 2009); e seas (Toews, 2022) para obter os dados sem sazonalidade.

3.2. Metodologia de Aglomerados de Séries Temporais

A arte de separar e agrupar artigos semelhantes tem uma longa história, desde que o homem é homem até os dias de hoje, quando, por exemplo, tentamos separar o “joio do trigo”. É claro que ocorreu uma evolução e novas técnicas foram introduzidas, cada vez mais complexas e meticulosas ao longo do tempo. Por exemplo, o homem primitivo teria de guardar sua colheita de forma a não a perder, o que necessitava de classificação e conhecimento sobre sua durabilidade. Em tempos mais recentes, a classificação é aplicada em quase todas as áreas, desde aplicações simples, como no ensino: notas; saúde: triagem de doenças; agricultura: plantações; determinação de padrões de consumo: dados produzidos pela internet; e, de combate à criminalidade: incidência de crimes por tipo e área.

O estudo dos agrupamentos está formalizado e, cada vez mais, posto em prática em diversos campos de saber. Um exemplo clássico é a divisão do reino animal e suas diferentes espécies, classificadas em espécies que vão se ligando e formando os grandes grupos até o veio comum. Na Economia, o uso dos agrupamentos está, ainda, em evolução e é bastante utilizado no mercado

financeiro, onde o estudo pode estar focado no valor das ações no mercado, que tem por objetivo agrupar o comportamento das ações na bolsa.

Agrupar é um processo que encontra combinações ocultas, um processo que, atualmente, está sendo utilizado no “data mining”, com um elevado volume de dados – “big data” – se utilizando de algoritmos para encontrar semelhanças. Como foi ressaltado por Nadif e Govaert (2010) “...cluster analysis can identify several populations within a heterogeneous initial population, thereby facilitating a subsequent statistical study.”

O processo pelo qual se faz os grupos pode ser “supervised” (supervisionado) ou “unsupervised” (sem supervisão). O primeiro admite que há um ponto de partida (uma verdade) e procura encontrar a classificação para futuras observações. O Segundo, utilizado neste trabalho, tem como objetivo classificar seus objetos pelas suas similaridades sem levar em consideração conceitos pré-estabelecidos.

Liao (2005) ressaltou que: “The goal of clustering is to identify structure in an unlabeled data set by objectively organizing data into homogeneous groups where within-group-object similarity is minimized, and between-group-object dissimilarity is maximized”. Portanto, esta definição leva em consideração que será necessário ter em mente: (i) um critério objetivo para organizar os dados, por exemplo o tempo; (ii) uma medida de similaridade para que os objetos sejam arrumados, por exemplo em meses; e (iii) a técnica utilizada para os agrupar.

No caso específico deste trabalho, o critério é o coeficiente técnico médio mensal da produção de ovos por estado do Brasil, desde janeiro de 2002 a dezembro de 2024. O que significa que são abordados 20 estados e o Distrito Federal.

A medida de similaridade é a distância entre os vetores para cada ponto do tempo, ou seja, entre os coeficientes de dois estados ao longo do tempo. Portanto, será uma matriz de distância para cada combinação de pontos. Por exemplo, será a distância entre os coeficientes de dois estados (CE e PE) para cada ponto no tempo i (01/2002, 02/2002, ..., 12/2024) para toda a série de tempo (T). A medida da distância pode ser a mais simples (Euclidiana) $d(CE, PE) = [(CE-PE)'(CE-PE)]$, tendo em mente que há T elementos, então esta distância será um somatório para cada tempo. Há outras medidas de distância, tais como a distância proposta por Minkowsky, que é uma generalização da distância Euclidiana e a distância Manhattan que propõe a soma dos valores absolutos dos eixos, ou seja, não será a menor distância entre os dois pontos e sim a soma absoluta da distância dos eixos. Portanto, em um plano cartesiano múltiplo (R_n), como é o caso, o mais interessante é saber a menor distância entre os pontos, que seria a distância Euclidiana.

Ainda, além de determinar a medida de distância entre objetos, será necessário informar qual a técnica utilizada para agrupá-los. Ou melhor, será necessário expressar se o ponto de partida será todos pertencerem a um grupo e, então, dividi-los. Ou o ponto de partida será cada objeto como um grupo e, então, agrupá-los. A escolha da técnica em que os estados são agregados devido a sua similaridade apresenta-se mais indicado, já que o que se busca são as similaridades.

Liao (2005) utiliza a técnica proposta por Ward (1963) como alternativa para parear os elementos em grupos. Esta técnica considera máxima similaridade entre membros de um mesmo grupo e máxima dissimilaridade entre grupos. Ward também considera no pareamento as mudanças na variância dentro e entre grupos que são formados. Melhor explicando, cada elemento é considerado inicialmente como um grupo e, para cada passo dado, o algoritmo irá considerar a união de dois estados e são calculadas as variâncias dentro e fora dos grupos, para cada passo, uma decisão sobre a união ou não dos participantes é feita e o processo continua até que um grande grupo é formado.

Mesmo considerando o processo aglomerativo proposto por Ward, ainda há de decidir se, à priori, o número de grupos não está determinado (hierárquicos) ou está (não hierárquicos). A diferença leva em consideração a certeza na quantidade de grupos formados e se algum objeto é referenciado no grupo, se este for o caso o processo é dito não hierárquico. No caso do estudo, não será posto em questão um número específico de grupos, portanto, a abordagem é hierárquica.

Até o presente, a abordagem do estudo será um processo que irá separar membros similares, considerando a característica constante ao longo do tempo; será calculada uma matriz de similaridade e dissimilaridade; aplicada a técnica de Ward para juntar os estados semelhantes; e, por fim, o processo de aglomerar será hierárquico.

Entretanto, a abordagem considera que as características são constantes ao longo do tempo, mas, isto não é verdade. O coeficiente técnico mudou ao longo do tempo, e é isso que se está tentando provar. Assim, a medida de distância não pode ser a mesma, ela terá de levar em consideração a mudança das características ao longo do tempo.

Portanto, neste estudo, está considerada toda a série dos dados, que inclui a transformação em dados sem sazonalidade, através do pacote “seas” do software R, e uma transformação em dados normais padrão, com metodologia que abordada os Aglomerados de Séries Temporais – TSC, sigla em inglês – que difere da abordagem clássica porque leva em consideração tais mudanças nas características.

3.2.1. Medidas de Distância de Séries Temporais

TSC tem sido, recentemente, utilizado em diferentes campos de saberes, tais como movimento (Li e Prakash, 2011), mercado financeiro (Guan e Jiang, 2007), medicina (Wismüller et al., 2002) e verificação da fala (Tran e Wagner, 2002), para citar apenas alguns. Em Economia, Focardi (2001) foi quem primeiro citou o estudo na área, argumentando que “... concepts of similarity, such as dynamic time-warping, used in a wide range of application domains might be useful in the context of finance and economics.”.

Na literatura, se encontra diferentes medidas de distância que leva em consideração as mudanças nas características ao longo do tempo. Para citar algumas, Łuczak (2016) faz um pequeno resumo: Dynamic Time Warp – DTW; Longest Common Sub-Sequence Distance – LCSS; Minimal Variance Matching Distance – MVM; e, por fim, a distância Euclidiana – ED. Para além destas, Paparrizos e Gravano (2017) propuseram a nova medida baseada no formato: shape-based distance – SBD – que tem uma precisão semelhante a DTW mas é bastante difundida na metodologias não hierárquicas.

A DTW é uma medida de distância tipicamente utilizada na metodologia TSC (Li e Prakash, 2011). De acordo com Saas, Guitardt e Periañez (2016) DTW utiliza a distância mínima entre duas séries de tempo. Ou seja, DTW procura encontrar o melhor alinhamento entre as suas series considerando as condições de vizinhança, continuidade e monotonicidade.

Finalmente, a representação da TSC pode ser feita através de dendrograma, representação bidimensional, no eixo horizontal estão os estados e no eixo vertical está a distância de Ward. Assim, a possibilidade de aumentar ou diminuir o número de grupos irá depender da distância de Ward. A figura do dendrograma é importante na análise porque facilita a compreensão da formação dos grupos.

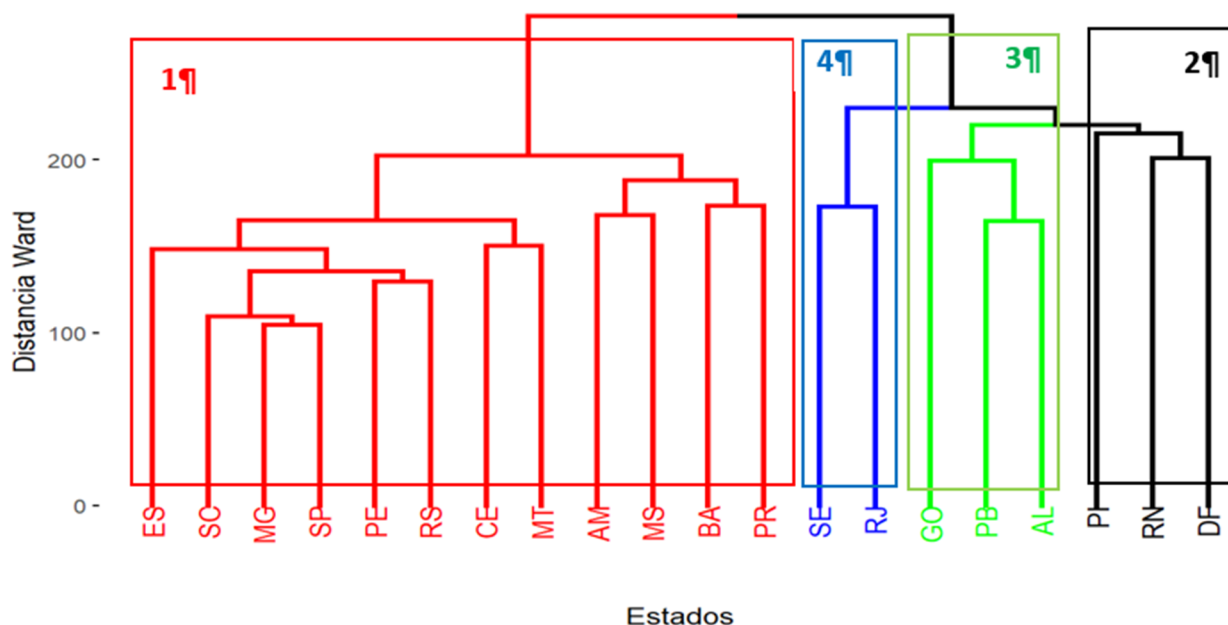
4. Resultados

O algoritmo aplicando a metodologia proposta, apontou inicialmente que apenas dois estados (São Paulo e Minas Gerais) detêm série histórica que apresenta sazonalidade. Em ambos os casos, foi aplicada a decomposição pelo pacote “seas” e foram retirados os efeitos sazonais. O algoritmo transformou os dados para uma distribuição normal padrão, aplicou a técnica hierárquica, com ligação proposta por Ward e com distância DTW. Tudo isso foi feito e estimado no software R.

O dendrograma é apresentado abaixo (Figura 1). Neste, foram formados quatro grupos: (1) composto por doze membros: Amazonas (AM), Ceará (CE), Pernambuco (PE), Bahia (BA), Espírito Santo (ES), Minas Gerais (MG), São Paulo (SP), Santa Catarina (SC), Paraná (PR), Rio Grande do Sul (RS), Mato Grosso do Sul (MS) e Mato Grosso (MT); (2) composto por três estados: Piauí (PI), Rio Grande do Norte (RN) e Distrito Federal (DF); (3) composto por três membros: Paraíba (PB), Goiás (GO) e Alagoas (AL); e (4) com apenas 2 membros: Sergipe e Rio de Janeiro (RJ).

Como pode ser observado na Figura 2, o dendrograma apresenta a divisão dos grupos com as devidas siglas dos estados. Aplicar uma menor distância aumentará o número de grupos, inclusive dividindo os últimos três grupos em estados isolados, o que não se espera na metodologia. Para além disso, importa observar que, apesar da visualização do dendrograma indicar apenas quatro grupos, os testes propostos por Arbelaiz et al. (2013) para calcular o conjunto de índices de validação de grupos – Cluster Validation Indices – também foram calculados para validar a escolha de apenas 4 grupos.

Figura 2 – Dendrograma

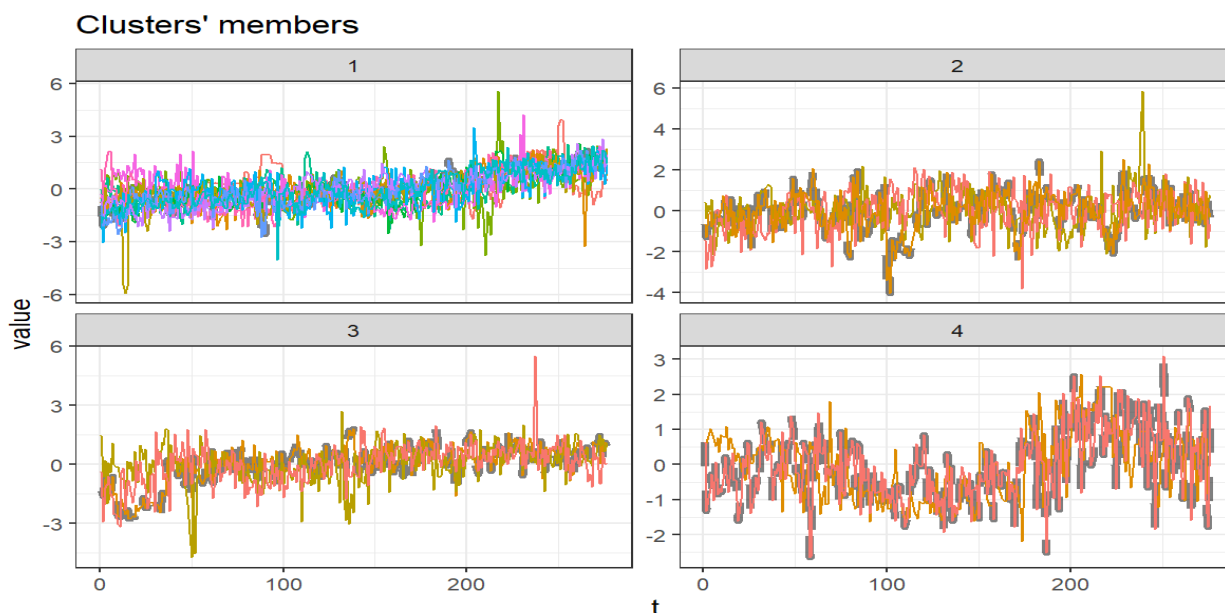


Fonte: Elaboração Própria

Considerando, então, os elementos de cada grupo, suas trajetórias podem ser observadas ao longo do tempo na Figura 3, apresentada abaixo. Infelizmente, não há como separar as trajetórias de cada um de seus membros visualmente. Mas, a trajetória do grupo como uma nuvem. Porém, esse denso caminho dos membros do grupo, pode ser comparado entre si. Por exemplo, o bloco formado pelos membros do grupo 1 apresenta crescimento. Os membros do grupo 2 não apresentam nuvem que indique crescimento, aparenta ser uma constante. Isso mesmo se pode dizer dos membros do grupo 3, porém os anos iniciais deste bloco apontam para um pequeno crescimento. Já os membros do grupo 4 mostram formas sazonais, com períodos de crescimento e decréscimo. O que importa, não é a observação da nuvem formada, e, sim, verificar se o caminho percorrido pelo representante do grupo demonstra tal caminho sugerido pela análise visual.

A metodologia escolhida e empregada no algoritmo obtém o elemento representativo, ou seja, o estado ao qual todos os membros detêm menor distância. Portanto, se pode obter o elemento representativo e seu padrão ao longo do tempo. Tal elemento é, de acordo com a metodologia o “Centroide”. O caminho percorrido por este elemento é a tendência. Este, sim, pode apresentar crescimento, estagnação ou decréscimo para aquele grupo.

Figura 3 – Caminho Temporal dos Coeficientes Técnicos Normalizados para cada Grupo 2002 a 2024

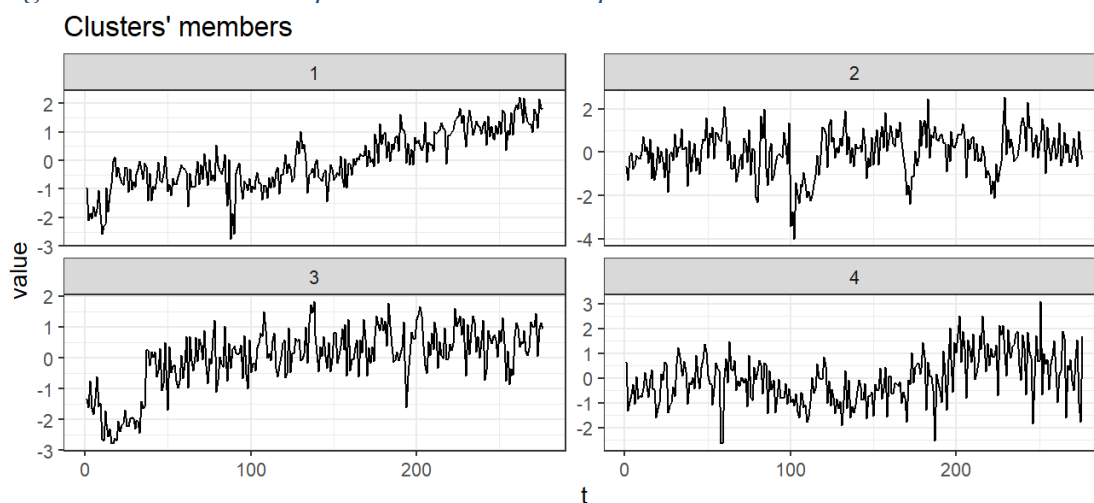


Fonte: Elaboração Própria

Os centroides, para cada um dos grupos, estão representados na Figura 4, abaixo. Importante notar que o caminho de longo prazo é uma equação traçada ao longo do tempo que indicará se houve ou não melhoras. Assim, com esta equação em mente, se pode observar se há ou não crescimento, estagnação ou decrescimento.

Claramente, o centroide do grupo 1 demonstra crescimento, ou seja, o caminho dos membros desse grupo apresenta crescimento em seus coeficiente técnicos. O grupo 2 apresenta estagnação e alguns momentos de diminuição no coeficiente técnico ao longo do tempo. O grupo 3 apresenta momento inicial de crescimento e estagnação. O grupo 4 apresentou um pequeno aumento no patamar de seu coeficiente, porém já se apresenta com decrescimento nos últimos anos.

Figura 4 – Elementos Representativos dos Grupos



Fonte: Elaboração Própria

5. Conclusão

Aplicar a metodologia de TSC para os coeficientes técnicos ligados à produção de ovos de galinha para os estados brasileiros provou que, de fato, há diferenças tecnológicas entre os grandes produtores de ovos, para o período de 2002 a 2024.

Ao agrupar os estados, se pode verificar que o grupo 1, composto por 12 estados detém trajetória positiva, o que implica em maiores coeficientes técnicos ao longo do tempo. Já os três outros grupos restantes demonstraram estagnação ou pequenos momentos de crescimento e decréscimo.

O reconhecimento dos estados que realizam inovações técnicas ao longo do tempo, proporciona a implementação de políticas públicas ou de Arranjos Produtivos Locais. Como proposto inicialmente, a implementação de tal metodologia pode separar os caminhos percorridos ao longo do tempo e demonstrar que os estados pertencentes ao grupo 1 utiliza novas tecnologias e consegue evoluir com melhores coeficientes técnicos ao longo do tempo., como era desejado nos objetivos deste trabalho.

A sugestão para o aprofundamento do estudo está na aplicação da mesma metodologia de TSC com dados mensais que possam refletir as melhoras tecnológicas implementadas à nível de Pernambuco, como foi proposto pelo trabalho de Tales et al (2024). Assim, um estudo posterior pode identificar áreas de transbordamento das novas tecnologias em municípios vizinhos, reiterando a necessidade de políticas públicas voltadas àquela área espacial.

Referências

Aberlaitz, O., Gurrutxaga, I., Muguerza, J., Perez, J. M. and Perona, I. (2013): “An Extensive Comparative Study of Cluster Validity Indices”, in *Pattern Recognition*, Vol. 46, pp. 243 – 256.

Focardi, S. M. (2001), Clustering economic and financial time series: Exploring the existence of stable correlation conditions, The Internetec Group, Discussion Paper 2001-04, <https://pdfs.semanticscholar.org/35c4/07b6b4c3342c9bf7b424935c8f0ee650a619.pdf> access in 10/08/2018.

Guan, H. and Jiang, Q. (2007), “Clustering financial time series for portfolio”, in *Proceedings of the International Conference on Wavelet Analysis and Pattern Recognition*, pp. 851 – 856.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Informativo (2025a), “Produção de Origem Animal – ovos de galinha”, em Sistema IBGE de Recuperação Automática, Pesquisa da Pecuária Municipal, 1974 a 2024, <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/74>, consultado em 27/03/2025.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Informativo (2025b), Produção de Ovos de Galinha, 1987 a 2024 em Sistema IBGE de Recuperação Automática, consultado em 27/03/2025. <https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/915>.

Izakian, H., Pedrycz, W. and Jamal, I. (2015), “Fuzzy clustering of time series data using dynamic time warping distance”, in *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 39, pp. 235 – 244.

Li, L. and Prakash, B. A. (2011), “Time Series Clustering: Complex is Simpler!”, in *Proceedings of the 28th International Conference on Machine Learning*, Bellevue, WA, USA.

Liao, T. W. (2005) “Clustering of time series data – a survey”, *Pattern Recognition*, Vol. 38, pp.1857 – 1874.

Łuczak, M. (2016), “Hierarchical clustering of time series data with parametric derivative dynamic time warping”, in *Expert Systems with Applications*, Vol. 62, pp. 116 – 130.

Mizumoto, F. M. (2004), *Estratégias nos Canais de Distribuição de Ovos: Análise dos Arranjos Institucionais Simultâneos*, Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade.

Nadif, M. e Govaert, G. (2010), “Cluster Analysis”, in Govaert, Gerard, ed.. *Data Analysis. Ho-boken*: Wiley. Accessed August 27, 2018. ProQuest Ebook Central.

Paparrizos, J. e Gravano, L. (2017), “Fast and Accurate Time-Series Clustering”, in *ACM Transactions on Database Systems*, Vol. 42, N° 2, Article 8, Publication date: June 2017.

Pizzolanti, C. C., Saldanha, E. S. P. B, Moraes, J. E. e Kakimoto, S. K. (2011), “A Trajetória Tecnológica na Avicultura de Postura”, em *Pesquisa & Tecnologia*, Secretaria da Agricultura e do Abastecimento, Apta Regional, Governo de São Paulo: vol. 8, n. 2, Jul-Dez 2011, ISSN 2316-5146.

R Core Team: R (2017), *A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.

Saas, A., Guitart, A. e Periañez, A. (2017), “Discovering Playing Patterns: Time Series Clustering of Free-To-Play Game Data”, in *IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, Electronic ISSN: 2325-4289. arXiv:1710.02268v1 [stat.ML] 6 Oct 2017.

Sardá-Espinosa, Alexis (2018), *dtwclust: Time Series Clustering Along with Optimizations for the Dynamic Time Warping Distance*. In R: A language and environment for statistical computing, version 5.3.0. <https://CRAN.R-project.org/package=dtwclust>.

Tales et al - *A média avicultura de postura em Pernambuco (2018-2022): uma análise pela cadeia de valor*. in **RABIN, Ezequiel - AGRICULTURA NO SECULO XXI-VOLUME1**- Belo Horizonte-MG-2024. Cap.2, p18-41. (DOI-10.36229/978-65-5866-417-8)

Toews, Mike (2022), *Seasonal Analysis and Graphics, Especially for Climatology*. In R: A language and environment for statistical computing, version 0.6-0. cran.r-project.org/web/packages/seas/

Tran D., Wagner M. (2002), “Fuzzy C-Means Clustering-Based Speaker Verification”. In: Pal N.R., Sugeno M. (eds) *Advances in Soft Computing — AFSS 2002*. AFSS 2002. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2275, 318 – 324. Springer, Berlin, Heidelberg.

Ward, J. H., Jr. (1963), “Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function”, *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 58, pp.236–244.

Wickham, H. (2009), *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York.

Wismüller, A., Lange, O., Dersch, D. R., Leinsinger, G. L., Hahn, K., Putz, B. and Auer, D. (2002), “Cluster Analysis of Biomedical Image Time Series”, *International Journal of Computer Vision*, Vol.46(2), pp. 103 – 128.