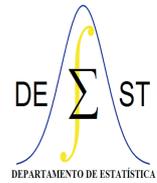




UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE ESTATÍSTICA
BACHARELADO EM ESTATÍSTICA



Análise espacial da relação entre casamentos e desigualdade de renda nos municípios do Espírito Santo

Diana Diniz

Ouro Preto-MG
Abril de 2025

Diana Diniz

Análise espacial da relação entre casamentos e desigualdade de renda nos municípios do Espírito Santo

Monografia de Graduação apresentada ao Departamento de Estatística do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para a obtenção do grau de bacharel em Estatística.

Orientador

Ricardo Tavares

Ouro Preto-MG

Abril de 2025



FOLHA DE APROVAÇÃO

Diana Diniz

Análise espacial da relação entre casamentos e desigualdade de renda nos municípios do Espírito Santo

Monografia apresentada ao Curso de Estatística da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Estatística

Aprovada em 04 de abril de 2025

Membros da banca

Dr. Ricardo Tavares - Orientador (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dra. Diana Campos de Oliveira (Universidade Federal de Ouro Preto)
Dr. Fernando Luiz Pereira de Oliveira (Universidade Federal de Ouro Preto)

Professor Dr. Ricardo Tavares, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 04/04/2025



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Tavares, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 24/04/2025, às 19:04, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0900321** e o código CRC **D4C2EE9C**.

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus por me permitir chegar até aqui. Ao meu pai, Demerval, e à minha irmã, Eliza, sou imensamente grata pelo apoio e por nunca permitirem que eu desistisse.

Aos meus amigos, que estiveram presentes e principalmente nos momentos mais difíceis e desafiadores, meu sincero agradecimento.

Aos meus padrinhos, por sempre me guiarem e incentivarem a seguir meus sonhos, expresso minha profunda gratidão.

Também sou muito grata UFOP, a Estatís Jr., ao CAEST e aos professores que tive ao longo desses anos letivos. Em especial, ao meu professor e orientador, Ricardo, por sua paciência e apoio durante toda essa jornada. À professora Diana, ao professor Fernando e ao professor Eduardo, que me inspiraram a continuar na graduação e sempre demonstraram grande cuidado, meu muito obrigada.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte dessa caminhada e contribuíram para que este momento se tornasse realidade.

Resumo

A escassez de estudos sobre a relação entre casamentos, divórcios e renda nas cidades capixabas motivou este trabalho, que buscou compreender se há uma associação entre a taxa de nupcialidade/divórcios e a desigualdade de renda nos municípios do Espírito Santo. Para isso, foram utilizados métodos demográficos, análise de agrupamentos e análise espacial descritiva, aplicados aos dados do IBGE. Todas as análises foram realizadas por meio do software R. Foram investigadas as taxas de casamento e divórcio nos períodos de 2018-2019 e 2020-2021, permitindo a identificação de diferentes padrões entre os municípios. Os resultados indicaram que, antes da pandemia de COVID-19, os casamentos eram mais frequentes em municípios de renda baixa e média, enquanto durante a pandemia houve uma redução significativa, sobretudo nos municípios de menor renda. Já os divórcios apresentaram um aumento no período pandêmico, especialmente entre os grupos de renda média e alta, sugerindo possíveis influências de fatores econômicos e da independência financeira. O estudo evidenciou que casamentos são mais concentrados em grupos de menor renda e mais vulneráveis a crises econômicas, enquanto os divórcios possuem maior associação com grupos de renda elevada. Esses achados contribuem para a compreensão das dinâmicas matrimoniais no Espírito Santo e podem fundamentar pesquisas futuras sobre a influência de fatores socioeconômicos nos padrões de casamento e divórcio.

Palavras-chave: nupcialidade, divórcio, desigualdade de renda, análise demográfica, análise de agrupamento.

Abstract

The scarcity of studies on the relationship between marriages, divorces, and income in cities in Espírito Santo motivated this study, which sought to understand whether there is an association between the marriage/divorce rate and income inequality in municipalities in Espírito Santo. To this end, demographic methods, cluster analysis, and descriptive spatial analysis were applied to IBGE data. All analyses were performed using the R software. Marriage and divorce rates were investigated in the periods 2018-2019 and 2020-2021, allowing the identification of different patterns among municipalities. The results indicated that, before the COVID-19 pandemic, marriages were more frequent in low- and middle-income municipalities, while during the pandemic there was a significant reduction, especially in lower-income municipalities. Divorces, on the other hand, increased during the pandemic period, especially among middle- and high-income groups, suggesting possible influences of economic factors and financial independence. The study showed that marriages are more concentrated in lower-income groups and more vulnerable to economic crises, while divorces are more associated with higher-income groups. These findings contribute to the understanding of marital dynamics in Espírito Santo and may support future research on the influence of socioeconomic factors on marriage and divorce patterns.

Keywords: Marriage, Divorce, Income inequality.

Lista de figuras

1	Distribuição dos casamentos por sexo e idade	p. 27
2	Distribuição da faixa etária	p. 28
3	Distribuição das Taxas Brutas de Nupcialidade	p. 29
4	Correlograma	p. 30
5	Dendrograma: análise aglomerativa de agrupamento hierárquico dos municípios do Espírito Santo (2018-2021)	p. 31
6	Método Diana: análise divisiva de agrupamento hierárquico dos municípios do Espírito Santo (2018-2021)	p. 32
7	Método do cotovelo: identificação do número ideal de grupos	p. 33
8	Estrutura de agrupamentos hierárquicos no Espírito Santo: dendrograma por média	p. 34
9	Visualização dos clusters de acordo com a análise de agrupamento	p. 35
10	Distribuição espacial dos clusters	p. 36
11	Distribuição das variáveis utilizadas na análise de agrupamento de acordo com os grupos de clusters	p. 37
12	Malha digital do Espírito Santo - Censo IBGE 2022	p. 38
13	Distribuição espacial da taxa bruta de nupcialidade de 2018 e 2019	p. 43
14	Distribuição espacial da taxa bruta de nupcialidade de 2020 e 2021	p. 45
15	Distribuição espacial da taxa bruta de divórcios 2018 e 2019	p. 47
16	Distribuição espacial da taxa bruta de divórcios de 2020 e 2021	p. 49
17	Distribuição espacial da variação de nupcialidade	p. 50
18	Variação de divórcios	p. 51
19	Distribuição espacial da gini	p. 52

20	Distribuição espacial da renda per capita	p. 53
21	Varição da taxa bruta de nupcialidade e de divórcio na pandemia e antes da pandemia	p. 54
22	Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de nupcialidade antes da pandemia	p. 55
23	Sobreposição espacial da renda média e taxa de bruta de nupcialidade durante a pandemia	p. 56
24	Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de divórcio antes da pandemia	p. 57
25	Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de divórcio durante da pandemia	p. 58

Lista de tabelas

1	Representação de dados populacionais multivariados.	p. 15
2	Tabela de medidas descritivas das variáveis analisadas	p. 26
3	Tabela de identificação dos municípios do Espírito Santo	p. 39

Sumário

1	Introdução	p. 10
2	Material e Métodos	p. 13
2.1	Material	p. 13
2.2	Métodos	p. 13
2.2.1	Demográficos	p. 13
2.2.2	Visualização espacial	p. 14
2.2.3	Multivariados	p. 15
2.2.3.1	Estrutura de dados multivariados	p. 15
2.2.3.2	Análise de agrupamento	p. 18
3	Resultados	p. 25
3.1	Descritivos	p. 25
3.2	Análise de Agrupamento	p. 31
3.3	Espaciais	p. 38
4	Considerações finais	p. 59
	Referências	p. 61

1 Introdução

Nos últimos anos o número de casamentos no Brasil tem caído, é o que mostrou os dados divulgados pelo IBGE nas Estatísticas do Registro Civil 2019. Para aqueles que se casam, estão tendo um casamento menos duradouro. Um dos pontos que contribuem para essa queda, segundo IBDFAM (2020) é a quebra do julgamento, a desburocratização do divórcio e a convivência contínua no período pandêmico também impactou, visto que teve a potencialização de pequenos problemas em convivência intensa no lockdown. Por outro lado, com a queda nos números dos casamentos, os números referentes as relações as uniões estáveis estão aumentando. Além de ter sido registrados 1,02 milhão de casamentos no Brasil, 28,8mil a menos do que o ano anterior e olhando historicamente, é o quarto ano com queda na taxa de união. Além dos registros de casamento e da união civil, a durabilidade também vem caindo. Em 2019, 48,2% dos divórcios registrados tiveram menos de 10 anos de duração. Dez anos antes, em 2009, esse percentual foi de 30,4%. Em contrapartida, 9,6% dos divórcios formalizados em 2019 ocorreram entre 20 e 25 anos de união, enquanto 18,3% após 26 anos ou mais anos de casamento.

A inexistência de poucos estudos relacionados ao tema casamentos foi o que motivou a elaboração do trabalho. A pesquisa tem o intuito em entender como se apresenta o perfil dos casamentos/divórcios no Espírito Santo, bem como em suas regiões. Avaliar se o número de casamentos/divórcios é maior nas cidades com média de renda baixa ou naquelas com média de renda alta, se existe relação entre a taxa de nupcialidade/divórcios, renda média e o índice de Gini nos municípios capixabas.

Silva (2020) lembra que o casamento civil, segundo o dicionário Aurélio é o “contrato de união ou vínculo entre duas pessoas que instituem deveres conjugais”. A União Estável e União Estável Homoafetiva, tem a mesma ideia do casamento civil/religioso, com o objetivo de construir uma família, mas a maior diferença é a sua forma, a sua formalização, a complexibilidade e responsabilidades. Embora ambas criem entidades familiares e mereçam proteção estatal, existem muitos pontos de divergência entre tais definições. O casamento pode ocorrer sem a intenção de formar uma família e na ausência de afeto, en-

quanto a união estável requer a intenção de constituir família e convivência com vocação de permanência.

Pereira e Santos (2017) investigaram a evolução do mercado de casamento e o impacto na distribuição de renda no Brasil. Eles usaram dados de casais e de solteiros, com idade entre 25 e 54 anos, dos censos demográficos dos anos 1970, 1980, 1991, 2000 e 2010, além de informações do Banco Mundial, e do índice de Gini. Os autores encontraram evidências de que as pessoas estão cada vez mais se casando com parceiros de características semelhantes socioeconômicas e que se não tivesse seguido esse padrão, a desigualdade poderia ter diminuído ainda mais. Para a análise, a metodologia utilizada foi a curva de Lorenz e o índice de Gini.

Becceneri, Brusse e Aparicio (2021) relacionaram as mudanças demográficas e a evolução dos arranjos domiciliares no estado de São Paulo com o intuito de analisar a tendência do crescimento dos arranjos. Para a análise, utilizaram como base o censo demográfico do IBGE de 1991, 2000 e 2010 e o métodos de clusters e K-means para identificação dos grupos. Os resultados sugerem que houve grandes mudanças na distribuição dos arranjos onde que, a composição dos domicílios está evoluindo ao longo do tempo, houve o aumento geral de domicílios unipessoais, diminuição da população jovem em arranjos estendido e composto, diminuição significativa do arranjo casal com filhos e aumento de domicílios unipessoais.

Bezerra Kelly Fernanda Silva Santana e Gonçalves (2022) realizaram um estudo ecológico de análise sobre a mortalidade por doenças diarreicas agudas no estado do Ceará nos anos 2008 a 2017. Uma das análises utilizada, foi a espacial, com apoio dos métodos bayesiano empírico local para a construção do mapa de taxa de mortalidade. Análise descritiva e Índice de Moran Global sobre o indicador bruto, para validação do ausência de dependência espacial. Autocorrelação local pelo Índice de Moran Local para identificação de padrões espaciais. Para o trabalho, foi utilizado como fonte de dados o Sistema de Informação de Mortalidade (SIM), extraído pela base DATASUS. Por fim, foi encontrado uma autocorrelação espacial positiva, sendo possível identificar aglomerados espaciais e foi observado um declínio em relação a mortalidade infantil por diarreia nos anos estudados.

No estudo apresentado do livro, mostra o uso agregado dos dados por área em forma mapas coloridos com o padrão espacial, que levanta questionamentos se o mesmo possui um padrão aleatório ou uma agregação definida, a existência do agrupamento de áreas além de apresentar conjunto de técnicas de análise espacial, dados agregados por área e modelo de inferência. Para a modelagem estatística espacial acontecer é necessário

termos técnicas de análise exploratórias e para interpretação não podemos deixar de lado os outliers e a investigação da não estacionalidade do processo espacial.

Freire, Araújo e Aguirre (2005) apresenta que a nupcialidade tornou-se uma das taxas mais importantes da demografia por estar ligada diretamente aos padrões de formação e dissolução das famílias. O estudo foi realizado no Nordeste do Brasil, com fonte de dados do Registro Civil e o Censo Demográfico do ano 2000, e uso das variáveis sexo e idade. Para a análise dos dados, utilizaram a tábua de Vida Multi-Estado pois ela permite seguir com um corte de pessoas expostas a diferentes taxas de transição entre os estados nupciais ao longo da vida. Com o apoio da técnica demográfica, modelo nupcial multiestado, conseguimos analisar só movimentos entre os estados nupciais ao longo da vida. Por fim, com as mudanças sociais, culturais, e o avanço das mulheres na sociedade, resultou em uma diminuição em relação ao número de casamento e um aumento aos outros estados civis (solteiros, divorciados e viúvos). As mulheres possuem uma maior probabilidade de se casarem pela primeira vez e com as mudanças socioeconômicas houve uma diminuição das uniões legais (casamentos formais ou casamentos legalmente reconhecidos) em favor das uniões consensuais. As mulheres possuem uma maior probabilidade de ingressar na viuvez a partir dos 40 anos, visto que a esperança de vida dos homens é menor e por serem mais velhos que suas parceiras normalmente. Por fim, podemos concluir também que a probabilidade de recasamento é maior parte dos homens, tanto no Brasil quanto no Nordeste.

Esse trabalho propõe uma análise espacial da relação entre casamentos e desigualdade de renda nos municípios do Espírito Santo. Mais especificamente, desejamos: descrever o perfil dos casamentos capixabas antes, durante e depois da pandemia de Covid-19, relacionar a taxa de nupcialidade com as microrregiões capixabas e por fim, analisar a associação espacial entre a taxa de nupcialidade e a desigualdade de renda nas cidades capixabas.

No capítulo 2, será abordado a metodologia utilizada para o estudo. O capítulo 3, terá os resultados obtidos em termos descritivos e espaciais. Por fim, no capítulo 4 terá as considerações finais em relação ao estudo.

2 Material e Métodos

2.1 Material

Este trabalho utilizou o banco de dados do IBGE referente ao registro civil dos anos 2018, 2019, 2020, 2021, cujas principais variáveis foram número de casamentos, número de divórcios e população em cada cidade do Espírito Santo. Esse banco de dados foi obtido em 05 de março de 2023 às 11:30 horas. A unidade de análise será, portanto, o município.

2.2 Métodos

Os métodos utilizados neste trabalho são apresentados nesta subseção divididos por demográficos, espaciais e multivariados.

2.2.1 Demográficos

INE (2023) em seu desenvolvimento, utilizou algumas das fórmulas aqui descritas e foi a base para o desenvolvimento do trabalho.

Taxa bruta de nupcialidade

Conceito: Número de casamentos observado durante um determinado período, normalmente um ano civil, referido à população média desse período (habitualmente expressa em número de casamentos por 1000 habitantes).

É usado o número total de casamentos constituídos ao longo do ano t , pertencentes para uma determinada área para cada 1000 habitantes:

$$TBNup^t = \frac{M^t}{P^t} * 1000 \quad (2.1)$$

Em que M^t é a representatividade dos casamentos formados durante o ano t , pertencen-

centes a uma determinada área, P^t é a população média residente na área de estudo, no ano t.

LOCAL DE REGISTO: Local onde se situa a conservatória do registo civil, onde foi lavrado o assento de nascimento, de casamento ou de óbito. No caso do divórcio, será a conservatória do registo civil ou o tribunal judicial onde foi decretado.

Taxa de Nupcialidade

Conceito: Quociente entre os casamentos registrados em uma determinada unidade geográfica e período, e a população total estimada para o meio do período, segundo a fórmula:

$$TN = \frac{\text{Casamentos}}{\text{População média do período}} * 1000 \quad (2.2)$$

Importante resalta que esta taxa é, em geral, multiplicada por 1000 para facilitar a leitura e permitir comparação internacional.

Em que,

População Média: População calculada pela média aritmética dos efetivos em dois momentos de observação, habitualmente em dois finais de anos consecutivos.

Período de Referência: Período que a informação se refere e que pode ser um dia específico ou um intervalo de tempo (mês, ano fiscal, ano civil, entre outros).

Taxa Bruta de Divórcio

Taxa bruta de divórcio, onde usamos o número total de divórcios ocorridos ao longo do ano t, pertencentes a uma determinada área para cada 1000 habitantes:

$$TBD^t = \frac{D^t}{P^t} * 1000 \quad (2.3)$$

Em que D^t é a quantidade de divórcios ocorridos durante o ano t, pertencentes a uma determinada área, P^t é a população média residente na área de estudo, no ano t.

2.2.2 Visualização espacial

Mapas coropléticos

Seabra e Leão (2013) Mostra que mapas coropléticos possuem variações de acordo com

unidade territorial (país, regiões e estado) e também utiliza intervalos de classe a qual possuem uma variação de tons. Esses mapas são utilizados para melhor visualização dos dados quantitativos, como densidade populacional, renda média ou taxas de criminalidade. É importante ressaltar que mapa colorido não quer dizer que seja coropléticos. Vejamos abaixo os exemplos de mapas abaixo extraídas do estudo Social (2022).

2.2.3 Multivariados

Nesta seção apresentamos algumas notações e definições relacionadas à estrutura de dados multivariados.

2.2.3.1 Estrutura de dados multivariados

Os dados multivariados são baseados num conjunto de $p \geq 1$ variáveis ou características de interesse da pesquisa que serão mensuradas em cada unidade amostral. A representação destes dados no universo de estudo é feita com a notação X_{ij} para indicar um valor particular da i -ésima unidade populacional e da j -ésima variável mensurada, conforme mostra a Tabela 1.

Tabela 1: Representação de dados populacionais multivariados.

unidades populacionais	variáveis					
	1	2	...	j	...	p
1	X_{11}	X_{12}	...	X_{1j}	...	X_{1p}
2	X_{21}	X_{22}	...	X_{2j}	...	X_{2p}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
i	X_{i1}	X_{i2}	...	X_{ij}	...	X_{ip}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
N	X_{N1}	X_{N2}	...	X_{Nj}	...	X_{Np}

As definições 2.2.1, 2.2.2, 2.2.3, 2.2.4, 2.2.5, 2.2.6, 2.2.7, apresentam, respectivamente, os conceitos de vetor aleatório, vetor de médias, variância, covariância, matriz de covariância, correlação, matriz de correlações.

Definição 2.2.1 (*Vetor aleatório*)

Seja \mathbf{X} um vetor contendo p componentes, em que cada componente é uma variável aleatória, ou seja, X_i é uma variável aleatória, $\forall i = 1, 2, \dots, p$. Então \mathbf{X} é chamado de vetor aleatório e é denotado por:

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2 \\ \vdots \\ X_p \end{bmatrix}$$

O vetor transposto do vetor aleatório \mathbf{X} é denotado por $\mathbf{X}' = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ \cdots \ X_p]$

Definição 2.2.2 (Vetor de médias)

Seja \mathbf{X} um vetor aleatório. O vetor $\boldsymbol{\mu} = E(\mathbf{X})$ é chamado de vetor de médias do vetor $\mathbf{X} = [X_1 \ X_2 \ X_3 \ \cdots \ X_p]'$, sendo

$$\boldsymbol{\mu} = E(\mathbf{X}) = \begin{bmatrix} E(X_1) \\ E(X_2) \\ \vdots \\ E(X_p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix}$$

Em que $\mu_i = E(X_i)$ denota a média ou esperança da variável aleatória X_i , $i = 1, 2, \dots, p$.

Definição 2.2.3 (Variância)

A variância do i -ésimo componente do vetor \mathbf{X} é denotada por $\text{Var}(X_i) = \sigma_i^2 = \sigma_{ii}$. O desvio padrão é denotado por σ_i ou $\sqrt{\sigma_{ii}}$ e fornece a informação sobre a disposição dos valores da variável X_i em relação a μ_i .

Definição 2.2.4 (Covariância)

A covariância entre os valores da i -ésima e j -ésima variáveis do vetor \mathbf{X} é definida por

$$\text{Cov}(X_i, X_j) = \sigma_{ij} = E[(X_i - \mu_i)(X_j - \mu_j)] \quad (2.4)$$

Quando $i = j$, a expressão em 2.4 torna-se a variância da variável X_i , $i = 1, 2, \dots, p$. Essa medida avalia o grau de relacionamento linear entre as variáveis X_i e X_j .

Definição 2.2.5 (Matriz de covariâncias)

A matriz de variâncias e covariâncias do vetor aleatório \mathbf{X} é denotado por

$$\text{Cov}(\mathbf{X}) = \text{Var}(\mathbf{X}) = \Sigma_{p \times p} = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \cdots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \cdots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \cdots & \sigma_{pp} \end{bmatrix} \quad (2.5)$$

Definição 2.2.6 (*Correlação*)

O coeficiente de correlação entre as i -ésima e j -ésima variáveis do vetor \mathbf{X} é definido por

$$\rho_{ij} = \frac{\sigma_{ij}}{\sqrt{\sigma_{ii}\sigma_{jj}}} = \frac{\sigma_{ij}}{\sigma_i\sigma_j} \quad (2.6)$$

$-1 \leq \rho_{ij} \leq 1$, $i, j = 1, 2, \dots, p$. Quando $i = j$, a expressão em 2.6 torna-se igual a 1.

Definição 2.2.7 (*Matriz de correlações*)

A matriz de correlação do vetor aleatório \mathbf{X} é denotada por

$$\mathbf{P}_{p \times p} = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \cdots & \rho_{1p} \\ \rho_{21} & 1 & \cdots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{p1} & \rho_{p2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (2.7)$$

O correlograma é uma apresentação gráfica de uma matriz de correlação, inclusive com informações sobre a significância estatística. Ele é construído pelo pacote `corrplot` (Wei e Simko, 2024) no software R (R Core Team, 2024). No correlograma, quanto maior a intensidade da cor na célula, mais forte é a correlação entre as variáveis cruzadas nessa célula. A cor azul indica correlação positiva e significativa (ou seja, quando uma aumenta, a outra também aumenta; ou quando uma diminui, a outra também diminui), e a vermelha correlação negativa e significativa (ou seja, quando uma aumenta, a outra diminui; ou quando uma diminui, a outra aumenta). As células com cor branca indicam correlação não significativa, e não devem ser interpretadas.

2.2.3.2 Análise de agrupamento

Para apresentação dos conceitos desta técnica de agrupamentos, foi fundamentada em Mingoti (2005), que apresenta os métodos e aplicações para as análises.

A análise de agrupamento, também conhecida como análise de clusters, é uma técnica que organiza conjunto de dados em grupos homogêneos, onde a classificação acontece de forma clara e objetiva, com base em medidas de similaridade ou dissimilaridade entre os dados, sem a necessidade de definir previamente critérios de agrupamento.

Medidas de Similaridade e Dissimilaridade

As medidas de Similaridade e Dissimilaridade (conhecida como medidas de distância) são utilizadas para dimensionar a semelhança ou a diferença entre dois objetos. A Similaridade representa a semelhança entre os dois objetos, logo, quanto maior o valor da similaridade, mais semelhante será os objetos, já a Dissimilaridade, é o oposto, logo, quanto maior o valor de dissimilaridade, mais diferentes são os objetos.

A fórmula para a distância entre dois pontos \mathbf{x} e \mathbf{y} é dada por:

Distância Euclidiana (distância geométrica entre dois pontos):

$$D_E(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \sqrt{\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2}$$

Em que,

- $\mathbf{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$: vetores que estão representando os pontos no espaço n -dimensional.
- $\sum_{k=1}^p (x_{ik} - x_{jk})^2$: soma dos quadrados das diferenças entre os componentes correspondentes dos vetores \mathbf{x} e \mathbf{y} e assim, calculando o "quadrado da distância" entre os pontos em cada dimensão.
- A função $\sqrt{\cdot}$: raiz quadrada, transforma o resultado em uma medida direta de distância.

Distância Euclidiana Generalizada

Neste caso, a distância euclidiana generalizada leva em consideração a covariância dos dados:

A distância Euclidiana generalizada entre os indivíduos i e j é dada por:

$$d_{ij} = \sqrt{(\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)^t W (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j)}$$

Em que,

\mathbf{x}_i e \mathbf{x}_j : são os vetores de características dos indivíduos i e j

W é uma matriz positiva definida (ou seja, todos os seus autovalores são positivos).

Distância de Minkowski

A fórmula da distância de Minkowski entre dois vetores \mathbf{x} e \mathbf{y} no espaço n -dimensional, utilizando o parâmetro λ , é dada por:

$$D(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \left(\sum_{k=1}^P |X_{ik} - X_{jk}|^\lambda \right)^{\frac{1}{\lambda}}$$

Em que,

- \mathbf{x} : são vetores no espaço P -dimensional.
- X_{ik} e X_{jk} : representam as componentes dos vetores \mathbf{x} e \mathbf{y} , respectivamente.
- λ : parâmetro que define a ordem da norma usada na distância de Minkowski.

Pontos importantes:

- **Se** $\lambda = 1$: é a métrica de Manhattan, que é a soma das diferenças absolutas entre as coordenadas dos vetores.
- **Se** $\lambda = 2$: temos a distância Euclidiana, que é a raiz quadrada da soma dos quadrados das diferenças das coordenadas dos vetores.

É importante salientar que qualquer medida de distância pode ser convertida em uma medida de similaridade.

2.2.3.3 Métodos de Agrupamento Hierárquico

Métodos de agrupamento hierárquico são técnicas para construir uma hierarquia de clusters. O método consiste na criação de uma árvore que pode ser fracionada em diferentes níveis, sendo assim, possível criar diferentes níveis para formar diferentes números de

clusters. Seus principais métodos são o Agrupamento Aglomerativo Hierárquico (AHC) e o Agrupamento Divisivo Hierárquico (DHC), tendo suas diferenças pela complexidade computacional e a estrutura dos clusters.

Principais métodos para definir distância entre grupos:

Single Linkage (Distância do Vizinho Mais Próximo)

A distância entre dois clusters K e L é dada por:

$$d(K, L) = \min_{i \in K, j \in L} d(i, j)$$

Em que,

$d(i, j)$ é a distância entre os pontos K e L . Esta fórmula calcula a menor distância entre qualquer ponto de K e qualquer ponto de L .

Complete Linkage (Distância do Vizinho Mais Distante)

A distância entre dois clusters K e L é dada por:

$$d(K, L) = \max_{i \in K, j \in L} d(i, j)$$

Em que,

$d(i, j)$ é a distância entre os pontos K e L . Esta fórmula calcula a maior distância entre qualquer ponto de K e qualquer ponto de L .

Average Linkage (Distância Média)

A distância entre dois grupos K e L é a média aritmética das distâncias entre todas as combinações de indivíduos dos dois grupos. A fórmula é dada por:

$$d(K, L) = \sum_{i \in K} \sum_{j \in L} \frac{d_{ij}}{n_k n_l}$$

Em que,

- $d(K, L)$ é a distância média entre os grupos K e L .

- n_k e n_l são o número de indivíduos nos grupos K e L , respectivamente.
- d_{ij} é a distância entre os indivíduos i do grupo K e j do grupo L .

Centroid Linkage (Distância do Centroide)

A distância entre os grupos K e L pode ser expressa como:

$$d(K, L) = (\bar{K} - \bar{L})^T (\bar{K} - \bar{L})$$

Em que,

- $d(K, L)$ é a distância entre os grupos K e L .
- \bar{K} e \bar{L} são os vetores centroides dos grupos K e L , respectivamente.

Os centroides são definidos como:

$$\bar{K} = \frac{\sum_{i \in K} i}{n_K} \quad \text{e} \quad \bar{L} = \frac{\sum_{j \in L} j}{n_L}$$

Em que,

- n_K é o número de objetos no grupo K .
- n_L é o número de objetos no grupo L .
- i representa os objetos no grupo K .
- j representa os objetos no grupo L .

A fórmula calcula a distância entre os centroides dos clusters, refletindo a diferença média entre os clusters.

Método de Ward

O método cria um dendrograma e usa como fundamento a variância entre os pontos de um cluster, sendo assim, tende-se a formar grupos mais homogêneos. Para a utilização do mesmo, é necessário que as p-variáveis sejam quantitativas e passíveis.

A soma de quadrados intra-cluster para um cluster A é dada por:

$$SQE_A = \sum_{i=1}^{n_A} (x_i - \bar{x}_A)^t (x_i - \bar{x}_A)$$

Em que,

- SQE_A é a soma de quadrados intra-cluster do cluster A .
- x_i representa os pontos de dados que pertencem ao cluster A .
- \bar{x}_A é o vetor centroide do cluster A .
- n_A é o número de pontos no cluster A .

Por fim, a união entre os clusters A e B que possuir o menor acréscimo na SQE é realizada.

A soma de quadrados resultante da união dos clusters A e B em um cluster AB é dado por:

$$I_{AB} = SQE_{AB} - (SQE_A + SQE_B)$$

Em que,

- I_{AB} : acréscimo na soma de quadrados ao unir os clusters A e B .
- SQE_{AB} : soma de quadrados intra-cluster do cluster combinado AB .
- SQE_A : soma de quadrados intra-cluster do cluster A .
- SQE_B : soma de quadrados intra-cluster do cluster B .

Número de Clusters

Descobrir o número adequado de clusters é desafiador, pois afeta diferentemente a partição do conjunto de dados analisados, sendo assim, temos alguns métodos e critérios para encontrar o número de grupos.

Métodos de agrupamento não-hierárquico

Métodos de agrupamento não-hierárquico consistem em técnicas de clusters que divide um conjunto de dados em grupos distintos e em cada cluster contém objetos mais semelhantes entre si, ou seja, gera uma partição direta dos dados através da semelhança. Como diz na obra Mingoti (2005) "uma partição de n elementos em k grupos (clusters), de modo que a partição satisfaça dois requisitos básicos "coesão" interna (ou "semelhança" interna) e isolamento (ou separação) dos clusters formados."

Método k-means (k-médias)

O método k-means é uma técnica que utiliza a semelhança entre o centroide e o vetor de valores para cada elemento amostral, ou seja, particiona o conjunto de dados em k grupos distintos, calcula a distância entre cada indivíduo, classifica-os calcula o centroide de cada grupo e repete o processo inicial até não apresente mais mudanças nos centroides:

- Escolhe-se k centroides;
- Realizado a comparação com o conjunto de dados (distância euclidiana) para todos os elementos amostrais;
- Aloca onde o grupo tiver a menor distância;
- Recalcula os valores dos centroides para os novos grupos formados e repete os passos anteriores até que todos os elementos estejam alocados de forma coerente.

Fuzzy C-Means (FCM)

O método realiza uma abordagem que permite que um ponto de dados pertença a mais de um cluster, com diferentes graus de pertencimento representados entre um valor de 0 e 1. Essa abordagem é útil em situações em que as fronteiras entre clusters não são claramente definidas.

A função objetivo do FCM é dada por:

$$J = \sum_{i=1}^c \sum_{j=1}^n (u_{ij})^m d(X_j, V_i)$$

Onde:

- V_i é o centroide do cluster i ;

- c é o número de clusters;
- m é um parâmetro de fuzzificação (normalmente $m > 1$)
- u_{ij} é o grau de pertencimento do ponto j ao cluster i
- J é a função objetivo a ser minimizada.
- n é o número de pontos de dados.
- u_{ij} é o grau de pertencimento do ponto j ao cluster i .
- x_j é o ponto de dados.

Os centroides são atualizados usando a fórmula:

$$v_i = \frac{\sum_{j=1}^n (u_{ij})^m X_j}{\sum_{j=1}^n (u_{ij})^m}$$

Neste trabalho, iremos utilizar o método hierárquicos para apoiar na escolha dos números de grupos e realizar o agrupamento para termos a ideia inicial, mas a otimização final é com a análise de clusters e métodos não hierárquicos.

3 Resultados

Os resultados deste trabalho são apresentados neste capítulo divididos nas próximas três subsecções, sendo elas, descritiva, análise de agrupamento e espaciais.

3.1 Descritivos

A Tabela 2 apresenta as medidas descritivas das variáveis analisadas.

Ao analisar a Tabela 2, de modo geral, temos a variável média que mostra queda na taxa média de casamentos (TBNup) e na taxa média de divórcios (TBDiv). Quando entramos no detalhe, é possível observar a redução da média de 6,1 para 5,4 da TBNup, que pode ter tido como influencia a pandemia, visto que houve restrições na época. O coeficiente de variação (CV), também teve uma queda nos números (42,6% para 27,8%), indicando que a redução nos casamentos foi um fenômeno mais homogêneo.

Além disso, ao analisar a TBDiv, é possível visualizar que houve queda na média, de 1,8 para 1,1, que pode estar relacionado as limitações encontradas na pandemia, tal como, cartórios fechados. Ao interpretar a queda da média e o aumento do CV (de 72,2% para 81,7%), indica que enquanto algumas regiões podem ter tido quedas acentuadas, outras podem ter mantido níveis mais altos de divórcios.

Por fim, é possível dizer que enquanto os casamentos tiveram uma redução mais homogênea, os divórcios apresentaram uma queda mais desigual entre os municípios.

Ao analisarmos o coeficiente de variação (CV%) da tabela, observamos que as taxas mais elevadas encontram-se na densidade demográfica e nas taxas de divórcio, o que sugere mais diferenças entre os municípios. Entretanto, a menor dispersão está na variável GINI, indicando que os municípios possuem características mais parecidas.

Quando olhamos a tabela de medidas descritivas de forma mais detalhada, concluímos que a variável pop2021 com 193% indica grande desigualdade no tamanho dos municípios

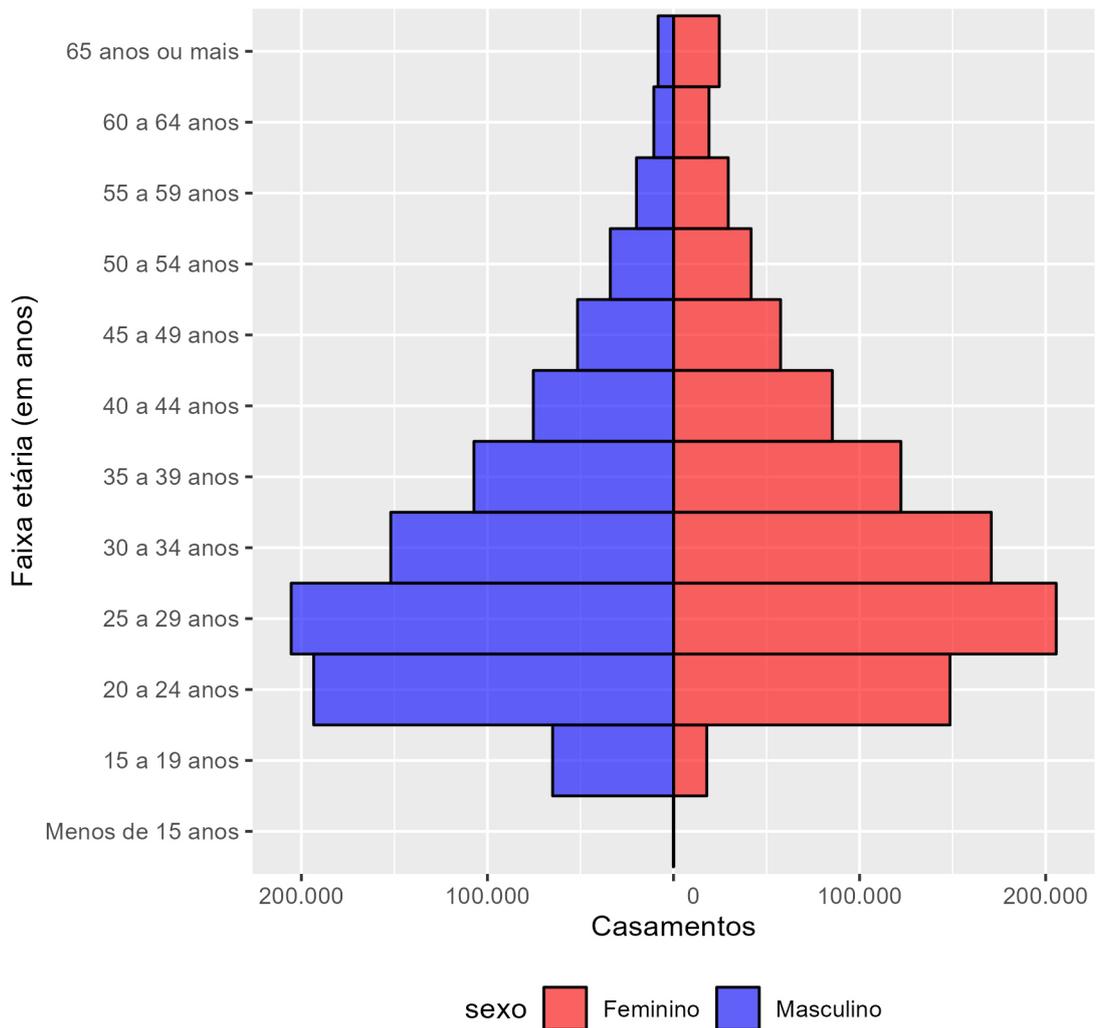
e a variável RDPC mostra uma variação considerável, o que sugere também uma desigualdade nos municípios. Entretanto, a variável GINI mostra que é mais estável e sugere que os índices são mais homogêneos entre os municípios.

Por fim, quando olhamos as variáveis de divórcios e casamentos, nas duas taxas apresentam grande dispersão, mas sendo a menor para a taxa de casamentos (TBNup18a19 (42,6%) e TBNup20a21 (27,2%)), logo entendemos que sugerem que há municípios com taxas muito diferentes entre si.

Tabela 2: Tabela de medidas descritivas das variáveis analisadas

Variáveis	Médias	Dps	CV (%)	Min	Q1	Q2	Q3	Max
pop2021	52673,2	101670,8	193,0	4236,0	12364,5	20588,0	31561,5	536765,0
DenDemog	167,8	529,0	315,3	10,0	29,4	45,2	68,6	3804,8
GINI	0,5	0,0	0,0	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6
RDPC	575,9	203,5	35,3	353,9	457,7	533,4	633,7	1866,6
TBNup18a19	6,1	2,6	42,6	2,8	5,1	5,8	6,3	22,9
TBNup20a21	5,4	1,5	27,8	2,4	4,5	5,1	6,0	11,4
TBDiv18a19	1,8	1,3	72,2	0,0	1,0	1,7	2,4	6,4
TBDiv20a21	1,1	0,9	81,8	0,0	0,4	0,8	1,7	4,6

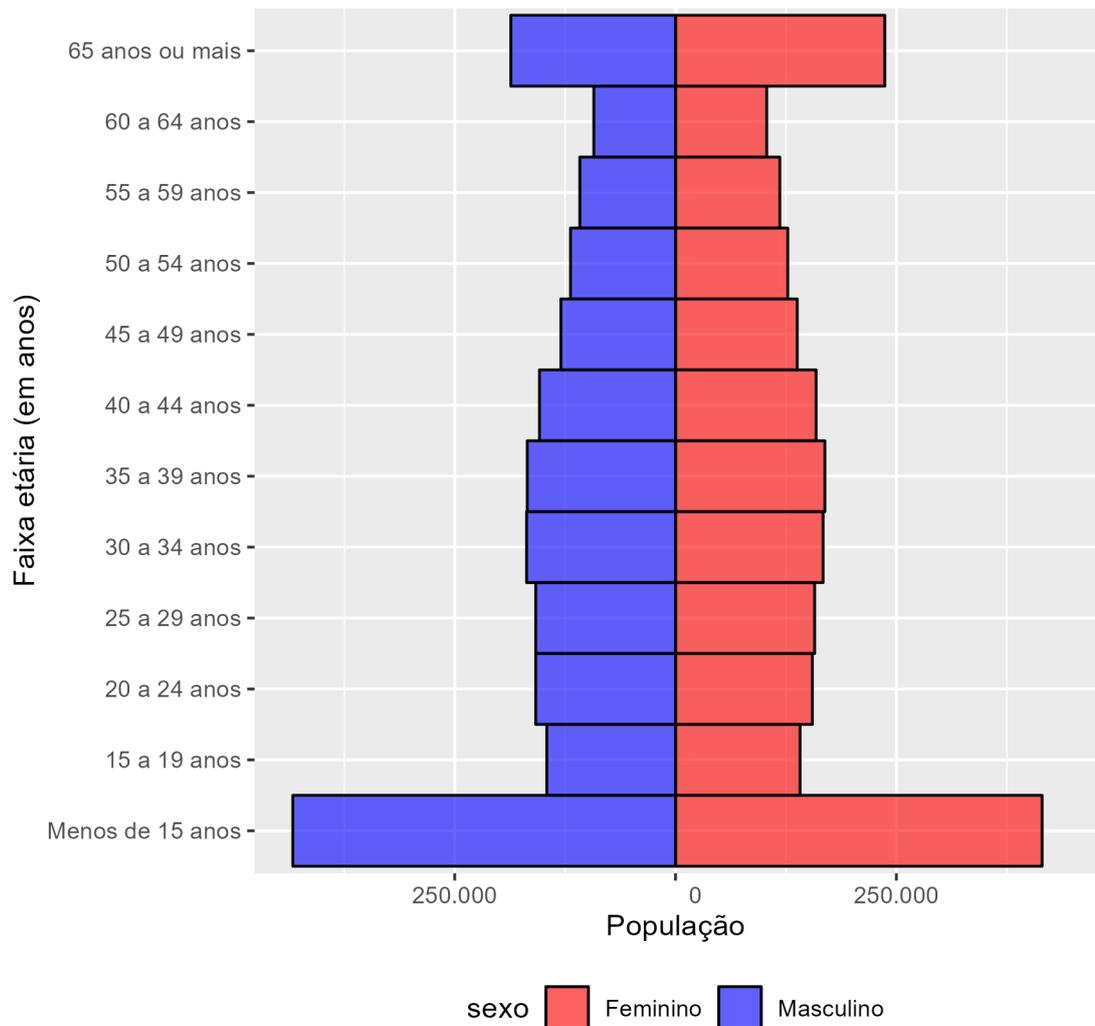
A Figura 1 apresenta a pirâmide para casamentos por sexo e idade no estado do Espírito Santo, no período 2019 a 2021. Podemos observar que em ambos os gêneros, possuem uma maior concentração de casamento entre 20 a 34 anos, mas na faixa de 25 a 29 anos temos a maior concentração. Em todas as faixas, vemos que existe equilíbrio entre o sexo feminino e masculino, mas os dados sugerem que os homens tendem a casar mais cedo do que as mulheres e elas tendem a esperar mais para se casar em relação aos homens. Na faixa 50 anos ou mais, verificamos uma queda brusca e que provavelmente está relacionada a recasamento, uma nova união.



Fonte: Elaboração própria

Figura 1: Distribuição dos casamentos por sexo e idade

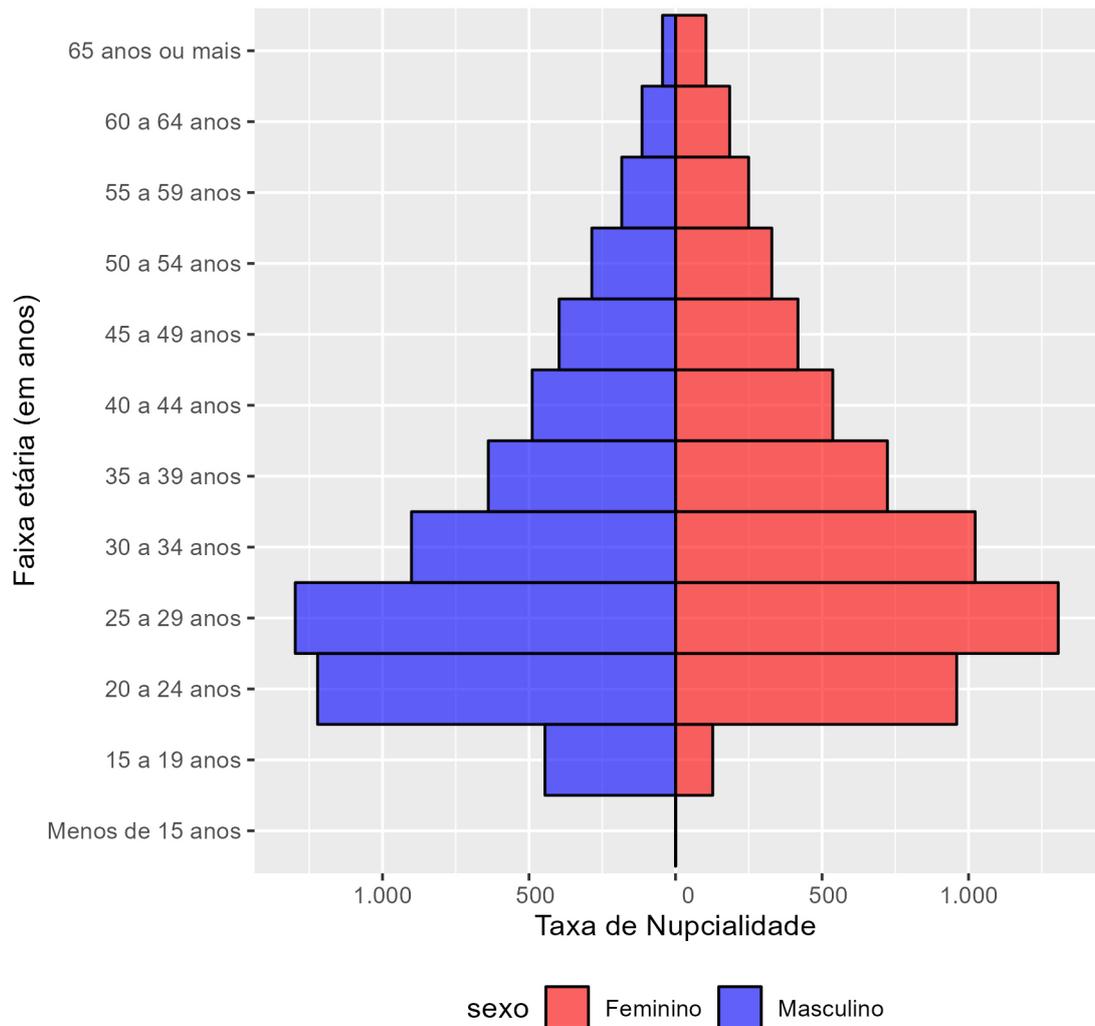
A Figura 2 apresenta a pirâmide etária da população no estado do Espírito Santo, no período 2019 a 2021. Podemos observar uma quantidade expressiva de população nas faixas das extremidades, onde, na faixa mais jovem "menos de 15 anos" temos um volume ainda maior, principalmente na população masculina em relação a feminina. Temos um equilíbrio na quantidade intermediária para ambos os gêneros.



Fonte: Elaboração própria

Figura 2: Distribuição da faixa etária

A Figura 3 apresenta a pirâmide etária referente as taxas de nupcialidade no estado do Espírito Santo, no período 2019 a 2021. Podemos observar que ambos os gêneros possuem maior quantidade de nupcialidade na faixa de idade entre 25 e 29 anos. Após o pico, podemos verificar uma queda gradual a cada faixa, o que sugere que as pessoas tendem a se casarem mais novas, na entre os 25 e 29 anos, idade considerada jovem-adulto.



Fonte: Elaboração própria

Figura 3: Distribuição das Taxas Brutas de Nupcialidade

A Figura 4 apresenta a correlação das variáveis analisadas. É possível identificamos que a RDPC (Renda Per Capita) e DenDemog (Densidade Demográfica) possuem a maior correlação positiva (0.81), sugerindo que, conforme a densidade demográfica aumenta, a renda per capita também tende a crescer. Também foi identificada uma correlação positiva entre RDPC e GINI (0.47), indicando que, em municípios com maior desigualdade de renda, a renda per capita tende a ser mais alta. Além disso, há uma forte correlação positiva entre pop2021 (População total em 2021) e DenDemog (0.78), bem como entre pop2021 e RDPC (0.63), o que sugere que municípios mais populosos tendem a apresentar maior densidade demográfica e renda per capita mais elevada. Por fim, a Taxa Bruta de Nupcialidade de 2018-2019 (TBNup18a19) e a Taxa Bruta de Divórcios do mesmo período (TBDiv18a19) possuem uma correlação positiva, com um valor de 0.22, o que pode indicar que, em municípios com mais casamentos, há também uma maior taxa de divórcios, entretanto, no período de 2020-2021, essa correlação foi um pouco menor (0.07).

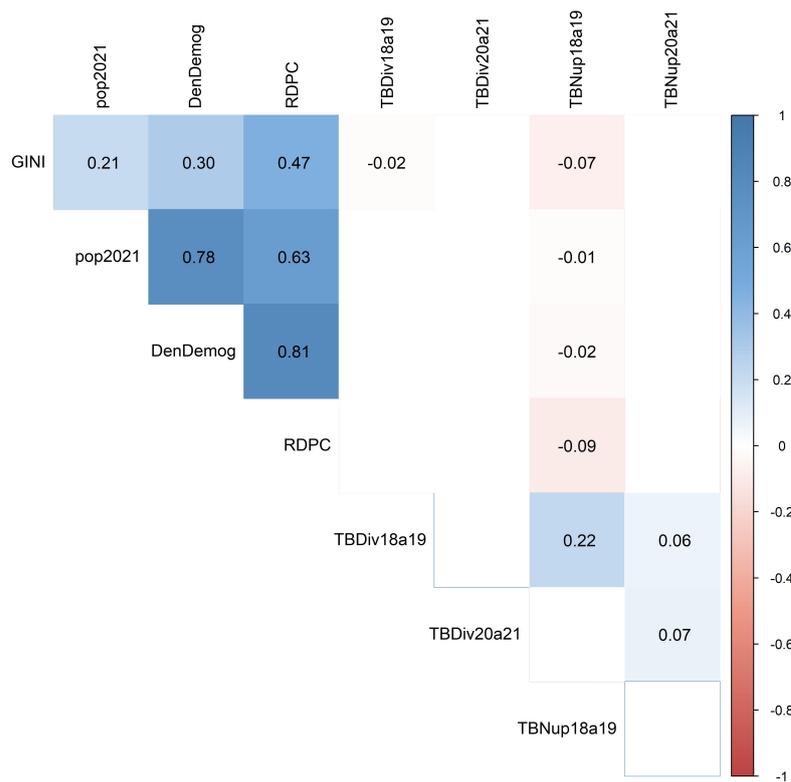


Figura 4: Correlograma

3.2 Análise de Agrupamento

A análise de agrupamento foi realizada a partir da medida de similaridade da distância euclidiana, agrupamentos hierárquicos aglomerativos e divisivos, definição do número de grupos, e agrupamentos não-hierárquicos a partir do método das k-médias.

A Figura 5 apresenta o dendrograma da análise aglomerativa de agrupamento hierárquico dos municípios do Espírito Santo. Ao analisar a Figura 5, ela sugere que as cidades capixabas sejam divididas em três grupos conforme a cor, sendo três grupos, azul, verde e vermelho através do agrupamento hierárquico aglomerativo com a métrica euclidiana e padronização dos dados. Observamos que o coeficiente aglomerativo foi de 0.87, o que resulta em uma boa qualidade dos agrupamentos. Ao analisar os clusters, temos o grupo azul, contemplam os municípios Vila Velha e Vitória, representando maior dissimilaridade com os demais grupos, sugerindo alta desigualdade social e baixas taxas de casamento, o que sugere municípios com maiores desafios sociais ou características atípicas. O grupo verde é o intermediário, contempla os municípios Bom Jesus do Norte e Itapemirim, sugerindo uma maior heterogeneidade interna, podendo indicar também uma zona de transição dos municípios que possuem características dos extremos. O grupo vermelho contempla os demais municípios, com baixas alturas com alta similaridade interna, sugerindo baixa desigualdade social ou altas taxas de casamento.

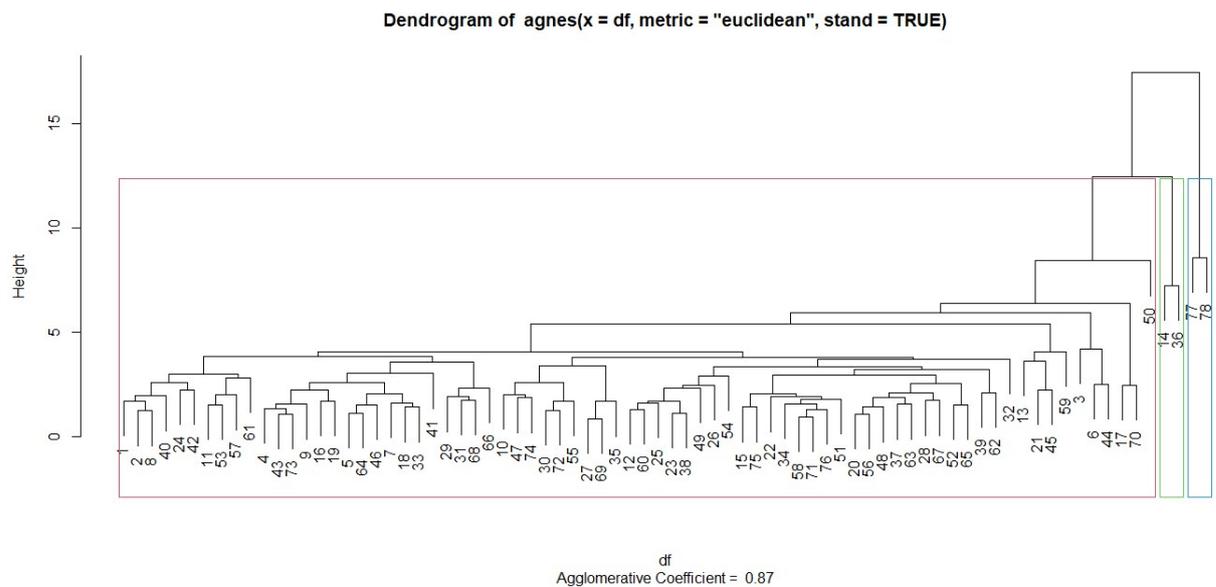


Figura 5: Dendrograma: análise aglomerativa de agrupamento hierárquico dos municípios do Espírito Santo (2018-2021)

A Figura 6 apresenta o método Diana, uma análise Divisiva de Agrupamento Hierárquico dos Municípios do Espírito Santo. A Figura 6 foi separado em três grupos, azul, verde e vermelho através da técnica de agrupamento hierárquico divisivo DIANA, com base na métrica de distância euclidiana, padronizando os dados. Observamos que o coeficiente divisivo é de 0.92, o que resulta em uma alta qualidade na separação dos clusters, que reflete bem a dissimilaridade entre os municípios. Ao analisar os clusters, temos o grupo azul, contemplam os municípios Vila Velha e Vitória, com maior dissimilaridade, podendo indicar alta desigualdade social e baixas taxas de casamento. O grupo verde é o intermediário, contempla os municípios Bom Jesus do Norte e Itapemirim, sugerindo níveis médios de desigualdade social e das taxas de casamento. O grupo vermelho contempla os demais municípios, com baixas alturas de alta similaridade interna, sugerindo baixa desigualdade social ou altas ou moderadas de taxas de casamento.

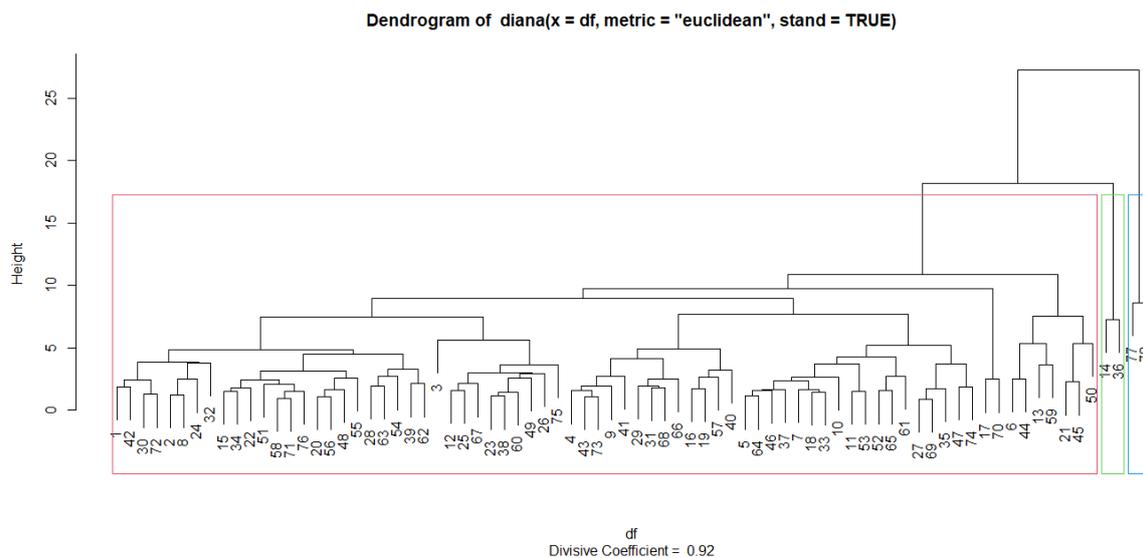


Figura 6: Método Diana: análise divisiva de agrupamento hierárquico dos municípios do Espírito Santo (2018-2021)

Ao analisar os métodos utilizados nos gráficos anteriores (Aglomerativo e Divisivo), verificamos que o método aglomerativo foca na similaridade ao unir municípios progressivamente, enquanto o método DIANA destaca as diferenças maiores logo no início. Ao analisar os coeficientes, vemos que o aglomerativo é inferior ao divisivo, porém o aglomerativo indica boa qualidade de agrupamento enquanto o divisivo indica melhor qualidade na divisão dos grupos. Em ambos os gráficos, indicam a divisão de 3 clusters, porém no aglomerativo, os clusters são formados por municípios mais similares, o que pode resultar em uma hierarquia mais equilibrada e no divisivo, trás divisões iniciais baseadas nas maiores diferenças, o que pode destacar grupos mais distintos.

A Figura 7, apresenta o resultado dos dados obtidos pelo método do cotovelo. Observa-se que o resultado confirma que ter três clusters são adequados para a análise. A adição de mais clusters deixaria de reduzir significativamente a variabilidade dentro dos grupos, logo, os resultados obtidos são coerentes com aqueles apresentados pelos dendrogramas.

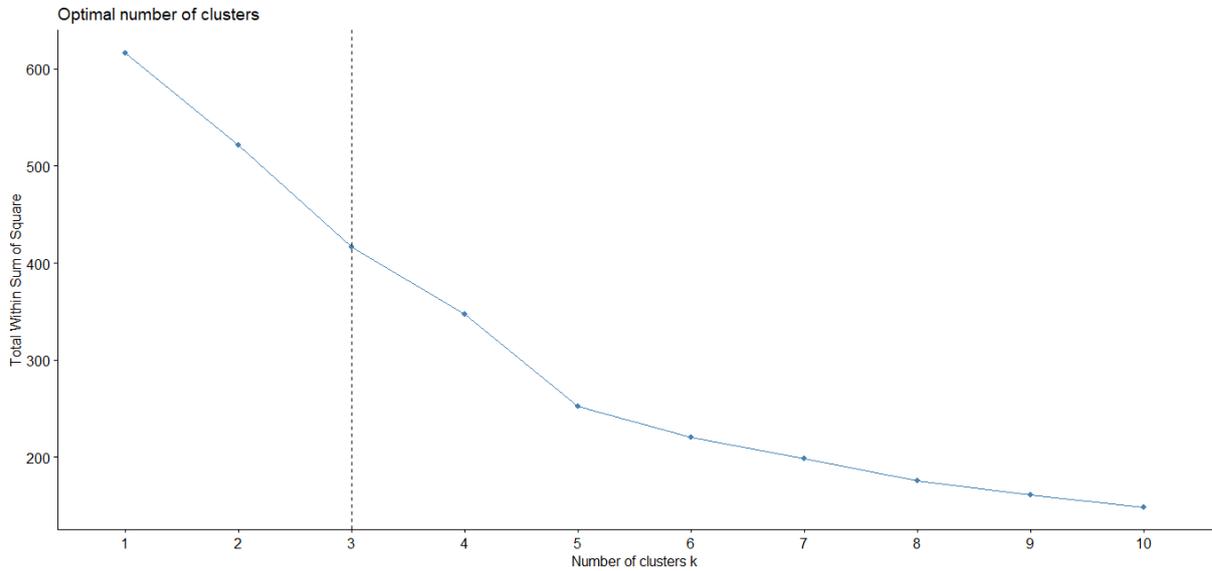


Figura 7: Método do cotovelo: identificação do número ideal de grupos

A Figura 8 apresenta a estrutura de Agrupamentos e a Figura 9 apresenta a visualização dos clusters de acordo com a análise de agrupamento. Para a análise, conforme Figuras 8 e 9, usamos três clusters visto que mostrou ter a melhor relação e sem intersecção entre os agrupamentos, sendo assim, atingindo ao objetivo. Ao tentar utilizar 2 clusters, o gráfico representava intersecção, sendo assim, fez-se necessário a retirada da densidade visto que o número de habitantes por área estava afetando o resultado. No grupo 1 temos os municípios Itapemirim, Bom Jesus do Norte, Rio Bananal, Boa Esperança, Água Doce do Norte, Mantenoópolis, Conceição do Castelo, Marataízes, Montanha e Presidente Kennedy, no grupo 3 temos os municípios de Vila Velha e Vitória, e no grupo 3 todos os demais municípios.

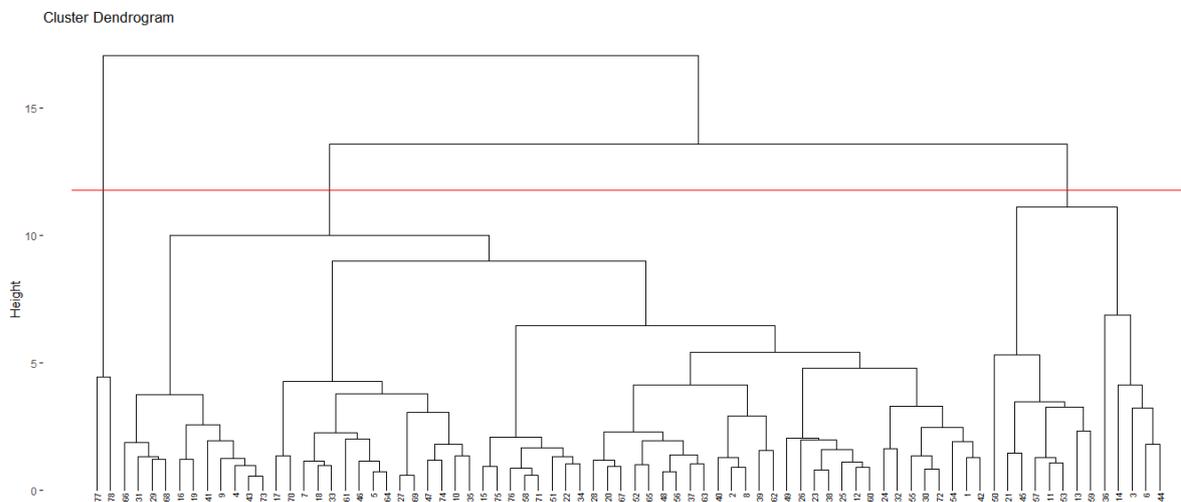


Figura 8: Estrutura de agrupamentos hierárquicos no Espírito Santo: dendrograma por média

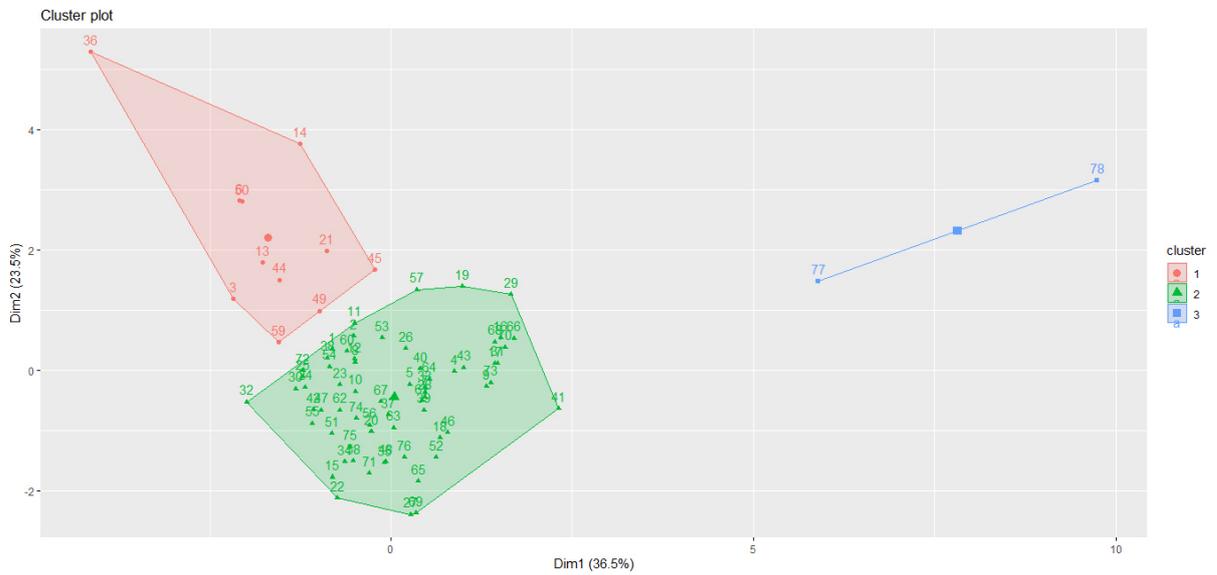


Figura 9: Visualização dos clusters de acordo com a análise de agrupamento

A Figura 10 apresenta a distribuição espacial dos clusters. Através da Figura 10, podemos visualizar geograficamente a divisão dos clusters, sendo possível observar que o município de um mesmo grupo pode estar distante do outro.

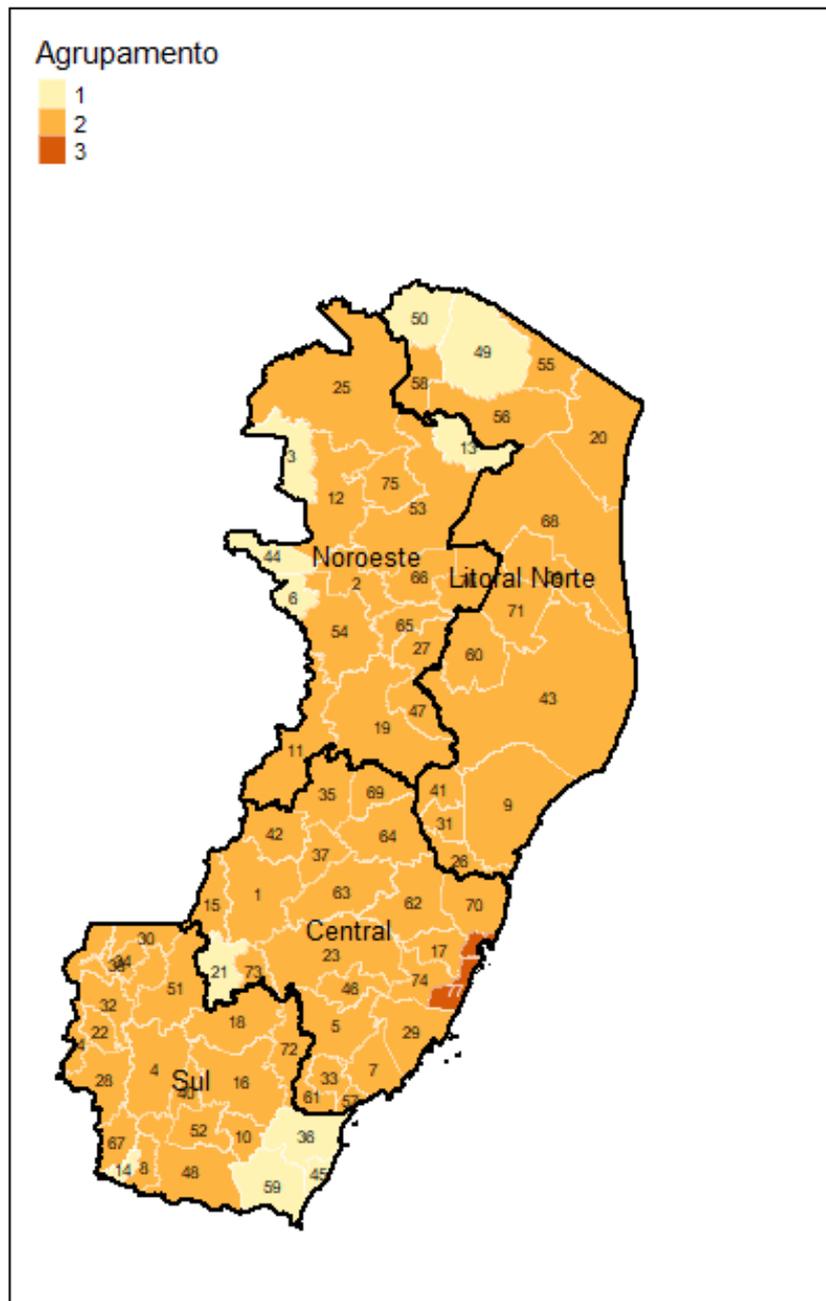


Figura 10: Distribuição espacial dos clusters

A Figura 11, mostra a distribuição das variáveis utilizadas para análise de agrupamento para os três clusters. De modo geral, o cluster 1 demonstra ter regiões menos densamente ocupadas, maior desigualdade de renda, menor poder aquisitivo, indica baixa taxa de nupcialidade e apresenta as maiores taxas de divórcio em ambos os períodos apresentados. No cluster 2, observamos que temos características intermediárias. Analisando o cluster 3, observamos que demonstra ter alta concentração populacional em regiões urbanas, maior desenvolvimento humano, menor desigualdade, similar ao cluster 2, maior renda média e com maior estabilidade nos indicadores de casamentos e menores taxas de divórcio. Por fim, constatamos que existe diferença entre os clusters e que cada variável é diferente, sendo assim, atingindo ao objetivo.

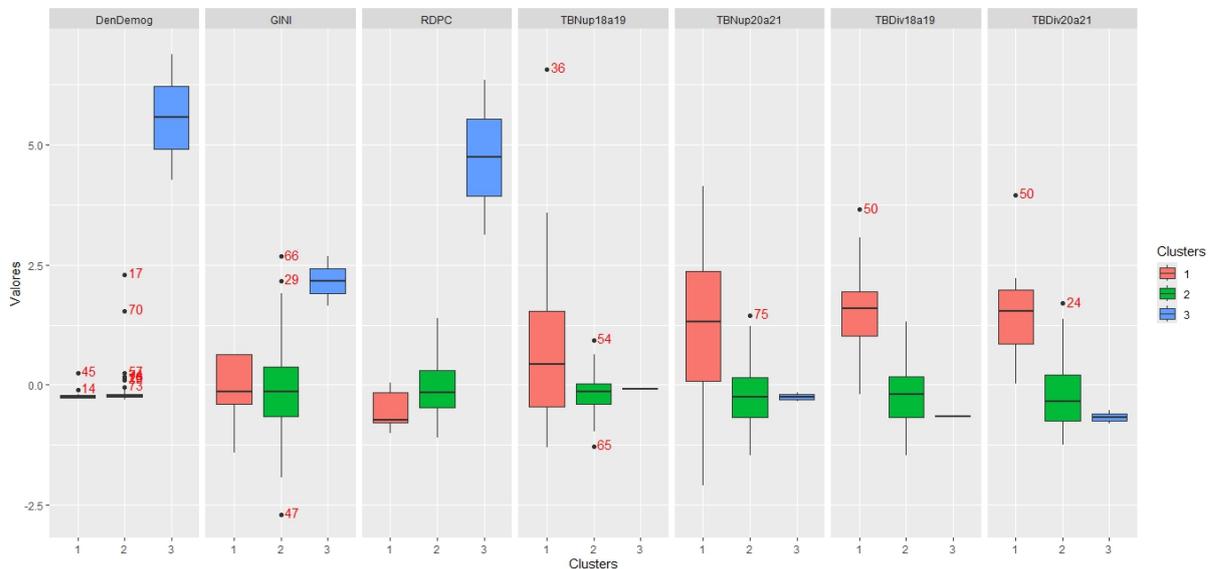


Figura 11: Distribuição das variáveis utilizadas na análise de agrupamento de acordo com os grupos de clusters

3.3 Espaciais

A Figura 12 apresenta a malha digital dos municípios do Espírito Santo, Censo IBGE, 2022. Os códigos e nomes desses municípios estão destacados na Tabela 3.

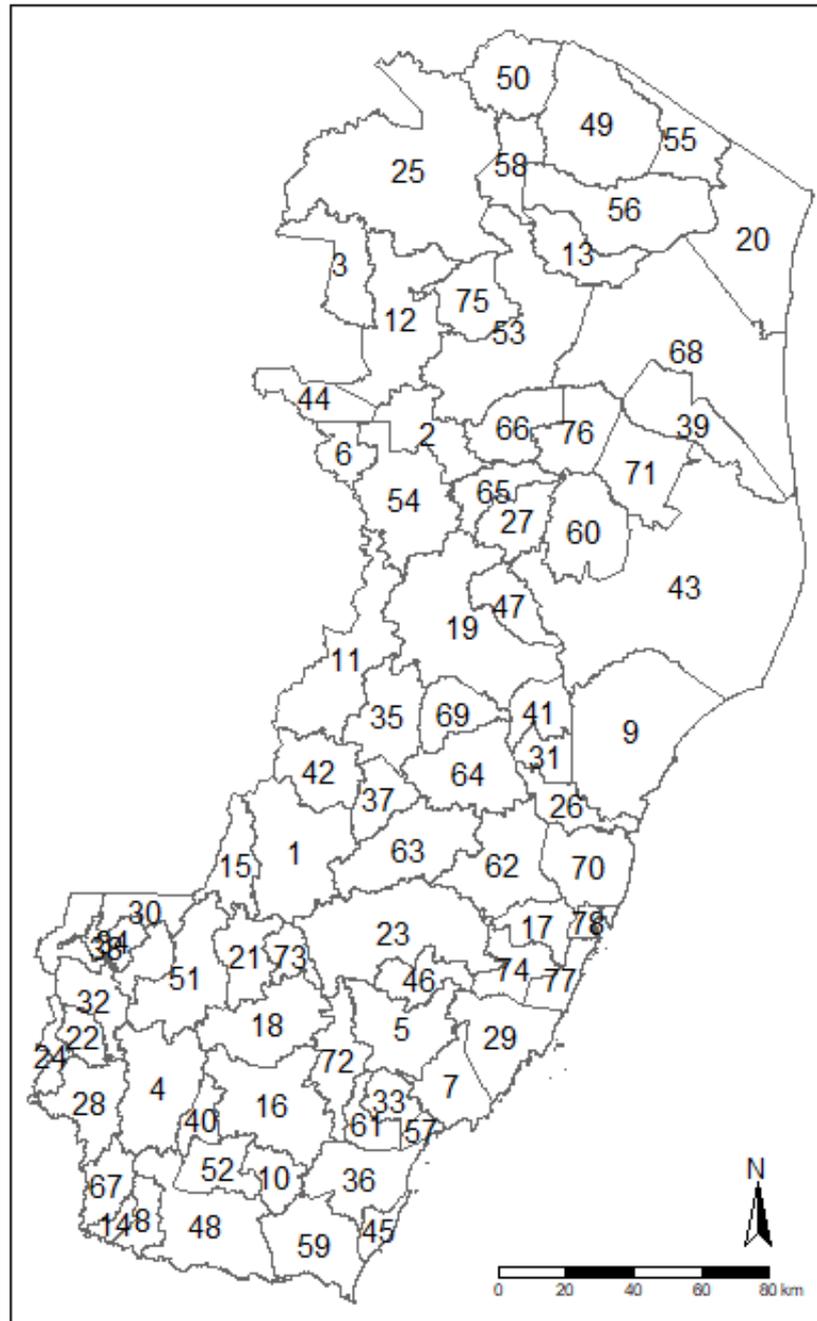


Figura 12: Malha digital do Espírito Santo - Censo IBGE 2022

Tabela 3: Tabela de identificação dos municípios do Espírito Santo

id	Nome do município
1	Afonso Cláudio
2	Águia Branca
3	Água Doce do Norte
4	Alegre
5	Alfredo Chaves
6	Alto Rio Novo
7	Anchieta
8	Apiacá
9	Aracruz
10	Atilio Vivácqua
11	Baixo Guandu
12	Barra de São Francisco
13	Boa Esperança
14	Bom Jesus do Norte
15	Brejetuba
16	Cachoeiro de Itapemirim
17	Cariacica
18	Castelo
19	Colatina
20	Conceição da Barra
21	Conceição do Castelo
22	Divino de São Lourenço
23	Domingos Martins
24	Dores do Rio Preto
25	Ecoporanga
26	Fundão
27	Governador Lindenberg
28	Guaçuí
29	Guarapari
30	Ibatiba
31	Ibiraçu
32	Ibitirama

33	Iconha
34	Irupi
35	Itaguaçu
36	Itapemirim
37	Itarana
38	Iúna
39	Jaguaré
40	Jerônimo Monteiro
41	João Neiva
42	Laranja da Terra
43	Linhares
44	Mantenópolis
45	Marataízes
46	Marechal Floriano
47	Marilândia
48	Mimoso do Sul
49	Montanha
50	Mucurici
51	Muniz Freire
52	Muqui
53	Nova Venécia
54	Pancas
55	Pedro Canário
56	Pinheiros
57	Piúma
58	Ponto Belo
59	Presidente Kennedy
60	Rio Bananal
61	Rio Novo do Sul
62	Santa Leopoldina
63	Santa Maria de Jetibá
64	Santa Teresa
65	São Domingos do Norte
66	São Gabriel da Palha
67	São José do Calçado

68	São Mateus
69	São Roque do Canaã
70	Serra
71	Sooretama
72	Vargem Alta
73	Venda Nova do Imigrante
74	Viana
75	Vila Pavão
76	Vila Valério
77	Vila Velha
78	Vitória

A Figura 13 apresenta a Taxa Bruta de Nupcialidade por mil habitantes entre os anos 2018 e 2019. Observa-se que na região:

- Noroeste tem-se os municípios Ecoporanga, Água Doce do Norte, Alto Rio Novo, Mantenópolis e Pancas com taxas mais elevadas, e os Conceição do Castelo e São Domingos do Norte com menores taxas
- Litoral Norte tem-se uma maior concentração de casamentos nas cidades Guaçuí, Montanha e Rio Bananal; enquanto João Neiva apresentou a menor taxa.
- Central, já é possível perceber uma variação maior em relação à mesorregiões anteriores já citadas, onde reparamos mais regiões com taxas mais reduzidas nos municípios São Roque do Canaã, Laranja da Terra, Conceição do Castelo, Rio Novo do Sul e Anchieta, mas quando olhamos para a taxa mais elevada, encontramos apenas 3 municípios sendo eles o Domingos Martins, Guarapari e Santa Maria de Jetibá.
- Sul, podemos detectar uma maior concentração das menores taxas tendo 8 municípios na menor taxa e apenas 4 na maior taxa, sendo os municípios Bom Jesus do Norte, Guaçuí, Ibitirama e Itapemirim.

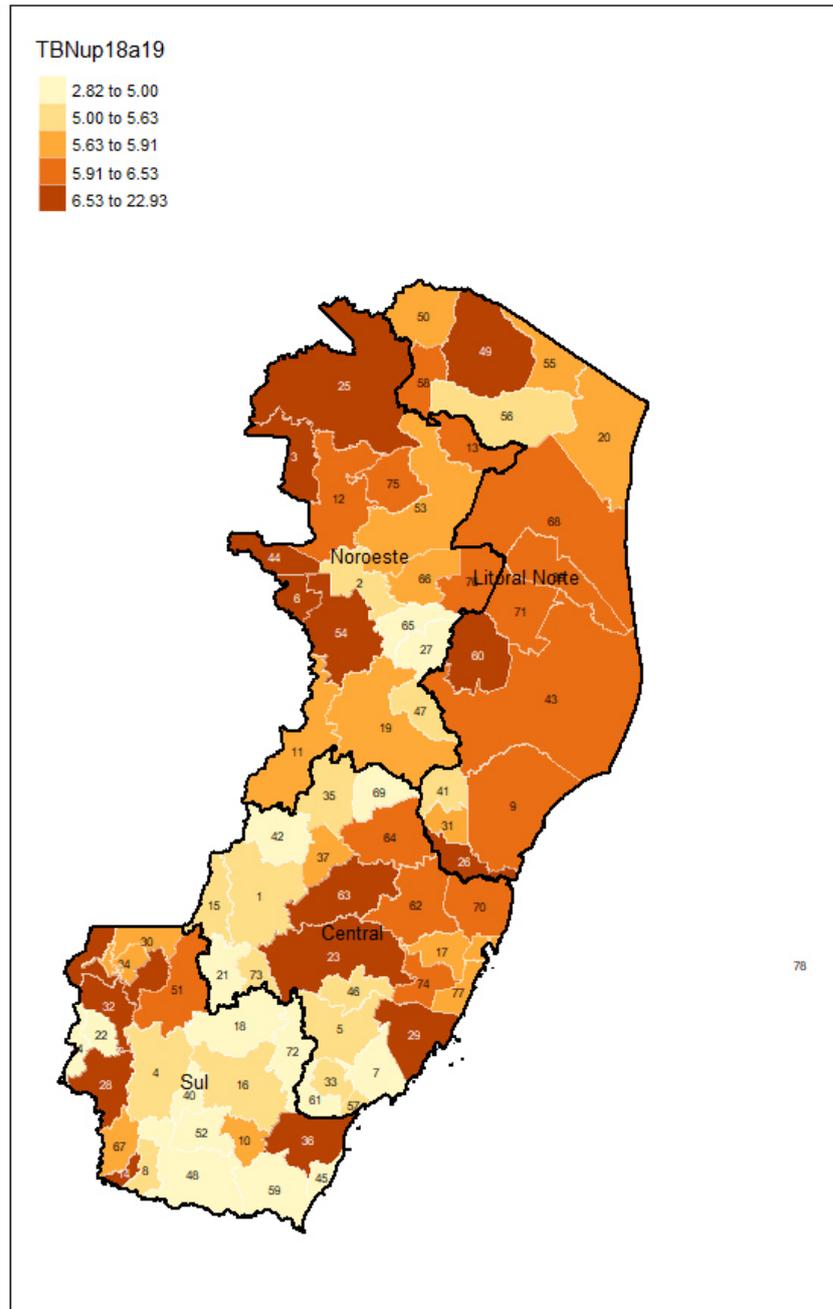


Figura 13: Distribuição espacial da taxa bruta de nupcialidade de 2018 e 2019

A Figura 14 apresenta a Taxa Bruta de Nupcialidade entre os anos 2020 e 2021. Ao analisarmos a figura, podemos observar que na região:

- Noroeste, possui a maior concentração de municípios que possuem as taxas mais elevadas sendo um exemplo o município Vila Pavão e apenas dois municípios são contemplados com a menor taxa, sendo eles o São Domingos do Norte e Governador Lindenberg. Podemos destacar que o comportamento relacionado as taxas elevadas estão similares em comparação a figura anterior e o comportamento relacionado a menor taxa está exatamente o mesmo, podemos concluir de forma geral que o comportamento está similar ao ano 2018 e 2019.
- Litoral Norte, a análise está com uma variação maior em comparação aos anos anteriores (2018 e 2019), onde a maior concentração já não está mais na segunda taxa mais elevada e sim em uma divisão mais igualitária. No entanto, quatro municípios estão contemplados na taxa mais alta, sendo o Montanha, Pinheiros, Guaçuí e o Rio Bananal, onde três deles se mantiveram na taxa mais elevada. Observamos também o comportamento do município Jerônimo Monteiro se manteve o mesmo, sendo o único município contemplado na menor taxa.
- Central, é possível perceber uma queda geral das taxas e um crescimento de municípios que estão contemplados na taxa mais baixa e para os municípios que já estavam alocados na faixa, se mantiveram. Entretanto, quando analisamos a taxa mais elevada, temos dois municípios, onde apenas Domingos Martins se manteve e Brejetuba agregou na taxa.
- Sul, podemos observar uma mudança de comportamento, onde houve aumento de municípios alocados nas taxas mais elevadas, por exemplo o Divino de São Lourenço, Marataízes e Presidente Kennedy. Entretanto, apenas Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, Castelo, Mimoso do Sul e Muqui se mantiveram-se nas taxas baixas desde 2018 e 2019.

Quando comparado de forma macro com os anos de 2018 e 2019, podemos concluir que houve uma queda na taxa de casamentos. Entretanto, ao analisarmos por região, a maior concentração encontra-se na região norte e a menor concentração encontra-se nas regiões central e sul, onde a região central foi a que mais houve municípios enquadrados na menor

taxa. Apesar da análise mostrar a redução dos casamentos, vale ressaltar que durante os anos 2020 e 2021 ocorreu a pandemia mundial, o COVID-19, portanto, é importante ressaltar que a redução pode estar atrelada a mesma, visto que durante o período foi feito necessário seguir um regime, tais como o isolamento social e proibição de eventos, entre outros.

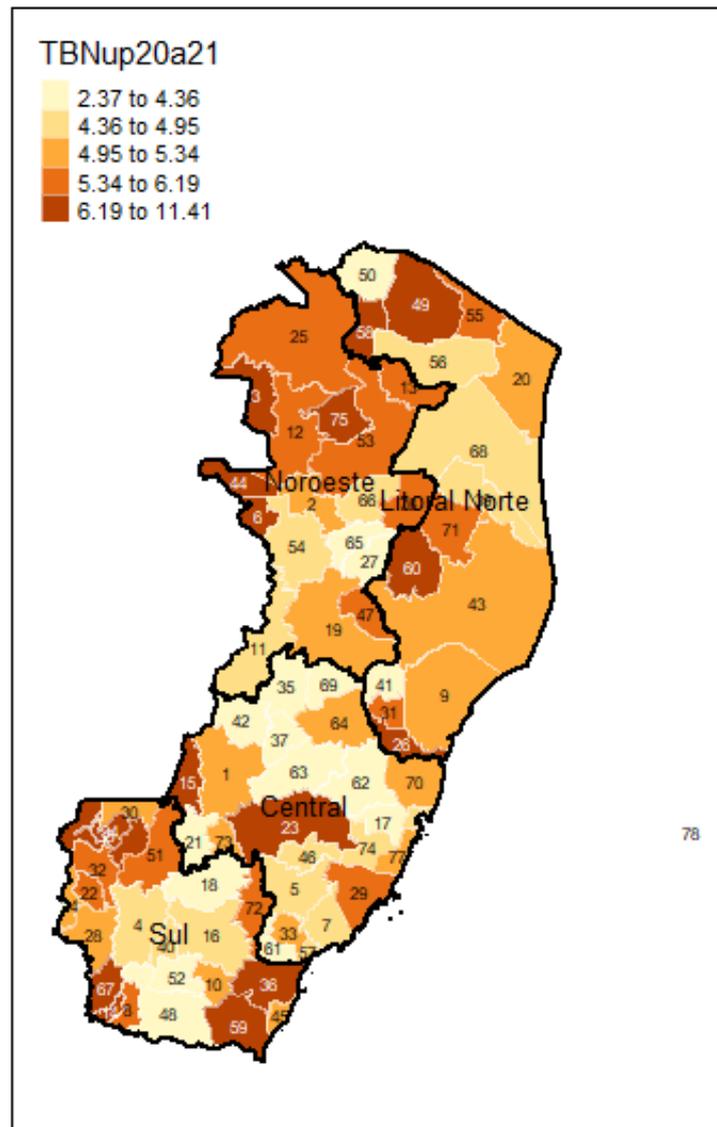


Figura 14: Distribuição espacial da taxa bruta de nupcialidade de 2020 e 2021

A Figura 15 apresenta a Taxa Bruta de Divórcios entre os anos 2018 e 2019. Ao analisarmos a figura, podemos observar que a região:

- Noroeste, os municípios possuem maior concentração de taxas elevadas sendo um exemplo Colatina. Entretanto, somente Governador Lindenberg, São Domingos do Norte, Vila Pavão e Vila Valério são contemplados com a menor taxa. É interessante ressaltar que os municípios Governador Lindenberg e São Domingos do Norte também possuem a menor taxa de casamento, conforme mencionado na análise da Figura 15.
- Litoral Norte, apenas Mucurici possui a maior taxa e somente os municípios Ponto Belo e Serra possuem a menor taxa.
- Central, é possível observar que a maior concentração está relacionada a faixas de menores taxas, mas quando olhamos para a taxa mais elevada, encontramos apenas 3 municípios sendo eles o Afonso Cláudio, Conceição do Castelo e Piúma.
- Sul, podemos detectar um equilíbrio na quantidade de municípios de acordo com as taxas, onde temos 6 alocados na taxa mais elevada e 5 alocados na taxa mais baixa.

Podemos assim concluir que os municípios que estão com as maiores taxas de divórcio encontram-se na região noroeste e sul, ou seja, indicam que existe mais ocorrências de divórcio nestas regiões. Porém, os menores índices estão na região central, ou seja, que possuem menos ocorrências de divórcio na região.

De modo geral, a diferenciação das taxas podem estar indicada pelas diferenças demográficas, culturas ou população envelhecida.

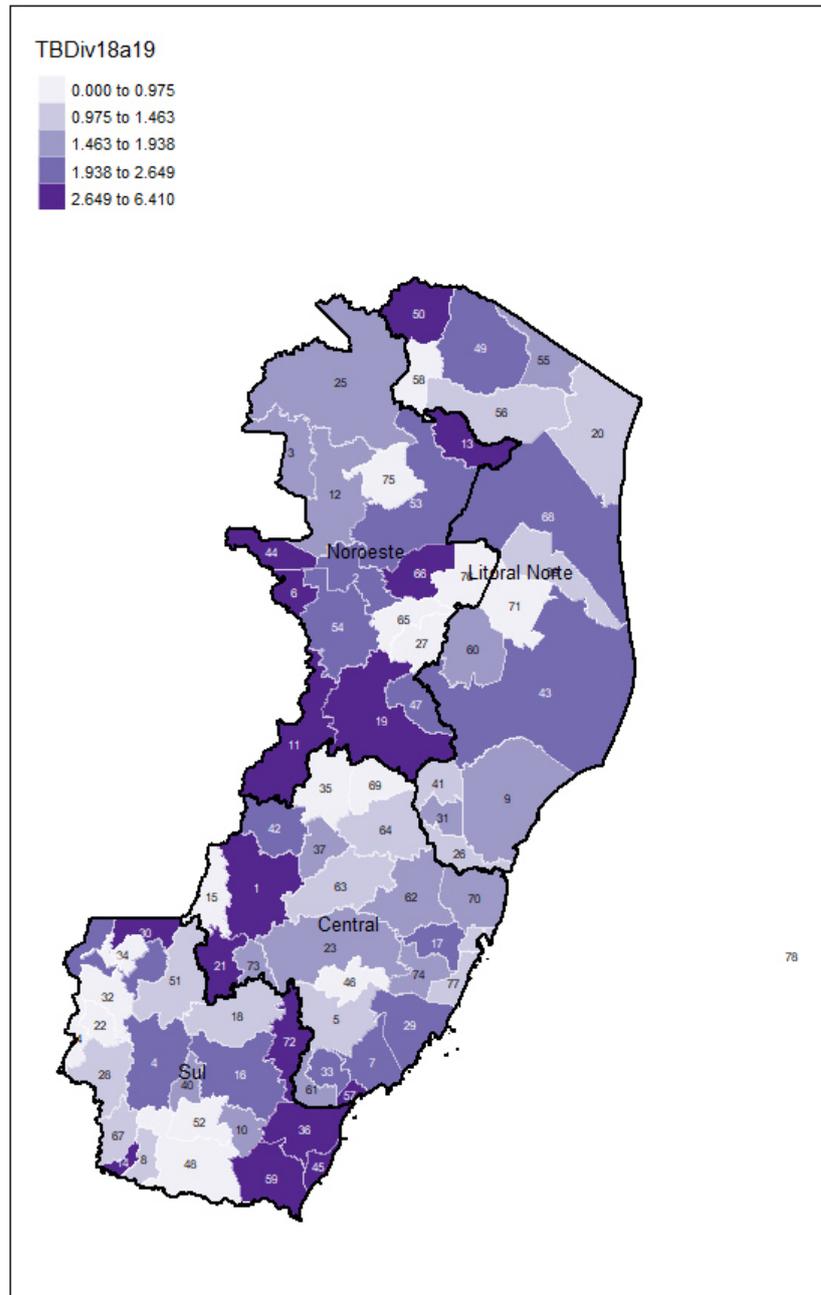


Figura 15: Distribuição espacial da taxa bruta de divórcios 2018 e 2019

A Figura 16 apresenta a Taxa Bruta de Divórcios entre os anos 2020 e 2021. Ao analisarmos a figura, podemos observar que a região:

- Noroeste, podemos observar um aumento dos municípios nas taxas mais elevadas, o que aponta o aumento nos divórcios em comparação aos anos 2018 e 2019, onde Colatina se manteve na maior taxa. Entretanto, três municípios se mantiveram alocados na faixa de menor taxa, Governador Lindenberg, Vila Pavão e Vila Valério.
- Litoral Norte, de forma geral, houve queda nos números, mas Mucurici se manteve na maior taxa e houve aumento nos municípios alocados na menor taxa.
- Central, de forma geral, houve queda nos números, onde apenas Piúma se manteve alocado na faixa de maior taxa e 5 municípios alocados na menor taxa.
- Sul, apenas dois municípios estão alocados a menor taxa, sendo o Castelo e Divino de São Lourenço. Contudo, analisamos que alguns municípios permaneceram alocados na faixa de maior taxa, como exemplo o Itapemirim, Marataízes e Presidente Kennedy.

Podemos assim concluir que os municípios que estão com as maiores taxas de divórcio encontram-se na região noroeste e sul, ou seja, indicam que existe mais ocorrências de divórcio nestas regiões. Porém, os menores índices estão na região central e litoral norte, ou seja, que possuem menos ocorrências de divórcio na região.

De modo geral, a diferenciação das taxas podem estar indicada pelas diferenças demográficas, culturas ou população envelhecida. Mas quando comparamos com os anos 2018 e 2019 alguns municípios se mantiveram com enquadradas na mesma faixa de taxa, tais como os municípios Mucurici, Boa Esperança, Ponto Belo (região litoral norte), Alto Rio Novo, Governador Lindenberg (região noroeste), Conceição do Castelo e Guarapari (região central), Divino de São Lourenço e Presidente Kennedy (região sul). Podemos concluir que não tiveram tantas mudanças, mas uma queda sutil olhando para o estado e que a região Sul possui mais municípios com a maiores taxas.

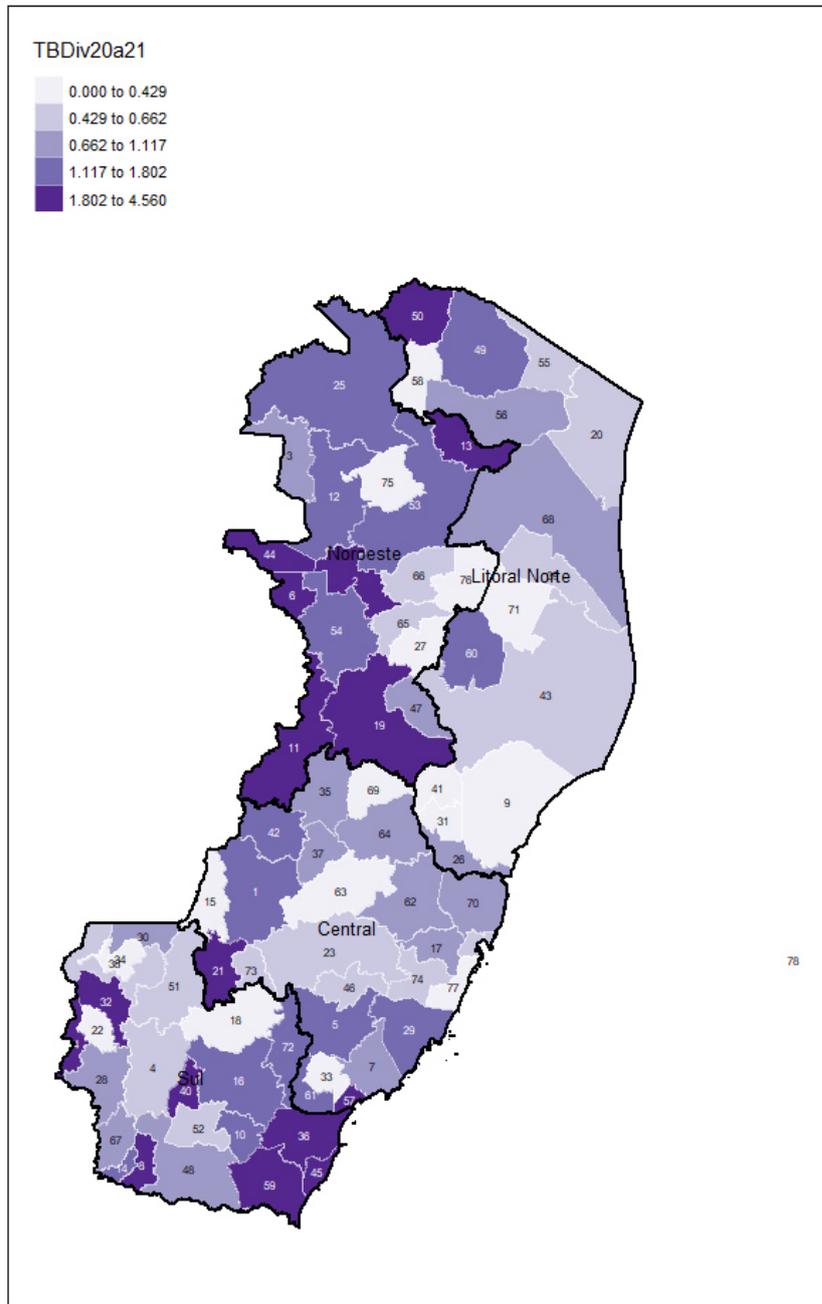


Figura 16: Distribuição espacial da taxa bruta de divórcios de 2020 e 2021

A Figura 17 apresenta a Variação da Nupcialidade. Observando a figura, é possível perceber um volume expressivo de municípios que estão concentrados nas taxas negativas, com maiores volumes nas regiões noroeste e central indicando que houve queda na de números de casamentos/uniões estáveis aos longos dos anos. Entretanto, é possível observar que a menor taxa é menos frequente e mais dispersa no mapa, indicando aumento sutil nos casamentos.

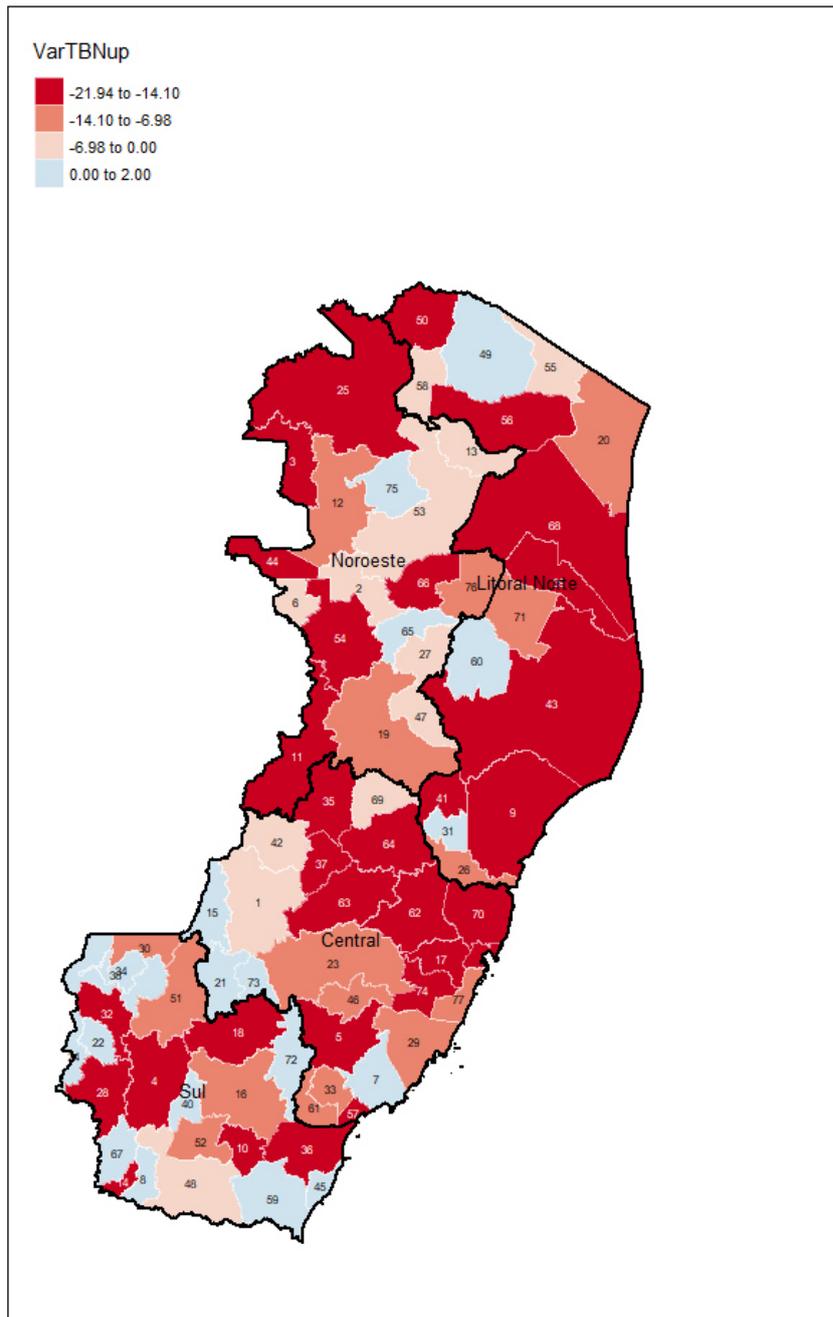


Figura 17: Distribuição espacial da variação de nupcialidade

A Figura 18 apresenta a Variação dos Divórcios. Ao analisarmos a figura, podemos concluir que a região que maior redução significativa das taxas de divórcios foi o Noroeste, que teve apenas São Domingos do Norte com a taxa elevada. Contudo, a região litoral norte, apresenta uma maior concentração das taxas mais elevadas, o que sugere o impacto negativo, tendo mais ocorrências de divórcios, principalmente nos municípios Aracruz, Ibraçu, Linhares e Pedro Canário. De forma geral, concluir que houve uma queda em relação aos divórcios entre os anos de 2020/2021 e 2018/2019.

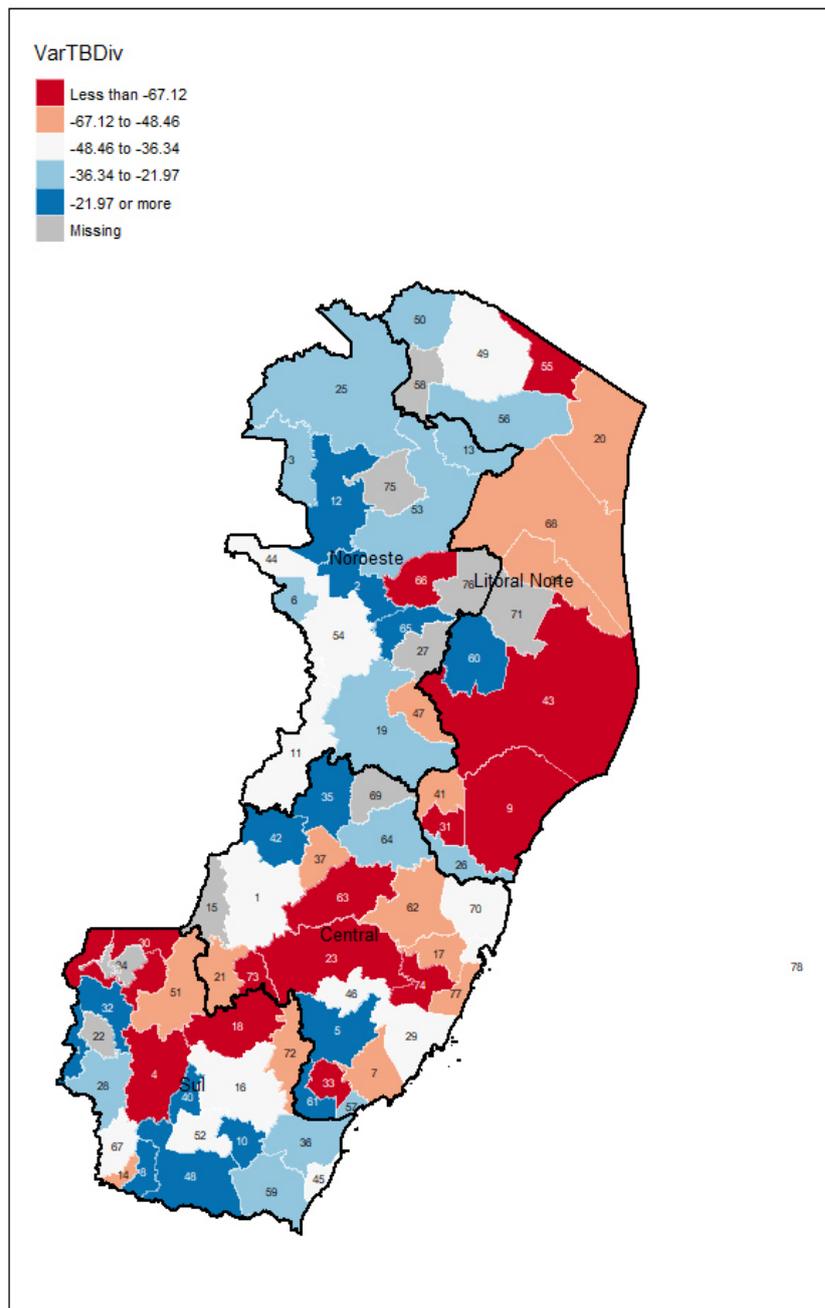


Figura 18: Variação de divórcios

A Figura 19 é a representação do Gini - medida de desigualdade. Quando analisamos a figura de modo geral, podemos observar a predominância das taxas mais elevadas, concentradas de forma expressaste na região litoral norte, a qual possui apenas um município que está enquadrado na menor faixa, sendo ele o Pedro Canário. Apesar disso, pode-se perceber que a região central possui a menor desigualdade quando olhamos para o estado todo, tendo os municípios Venda Nova do Imigrante, Vila Velha, Guarapari, Santa Leopoldina na maior faixa de desigualdade.

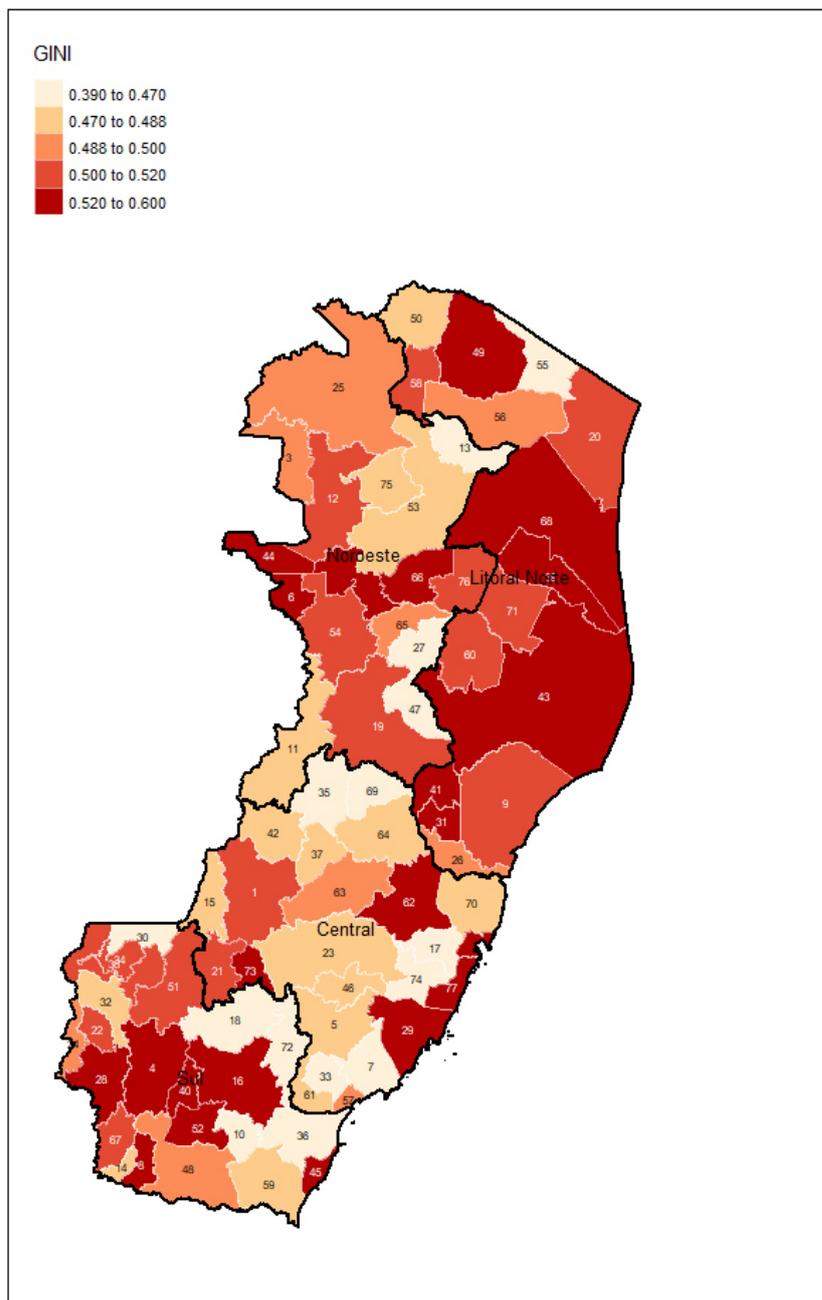


Figura 19: Distribuição espacial da gini

A Figura 20 representa a Renda per Capita. Quando analisamos o mapa, é perceptível que a maior concentração de renda per capita está no litoral do estado, nas regiões central e litoral norte e nas extremidades dos estados, estão concentradas a menor concentração de renda. De modo geral, a diferenciação da concentração das taxas pode estar indicada pelas diferenças demográficas, culturas, população envelhecida e turismo.

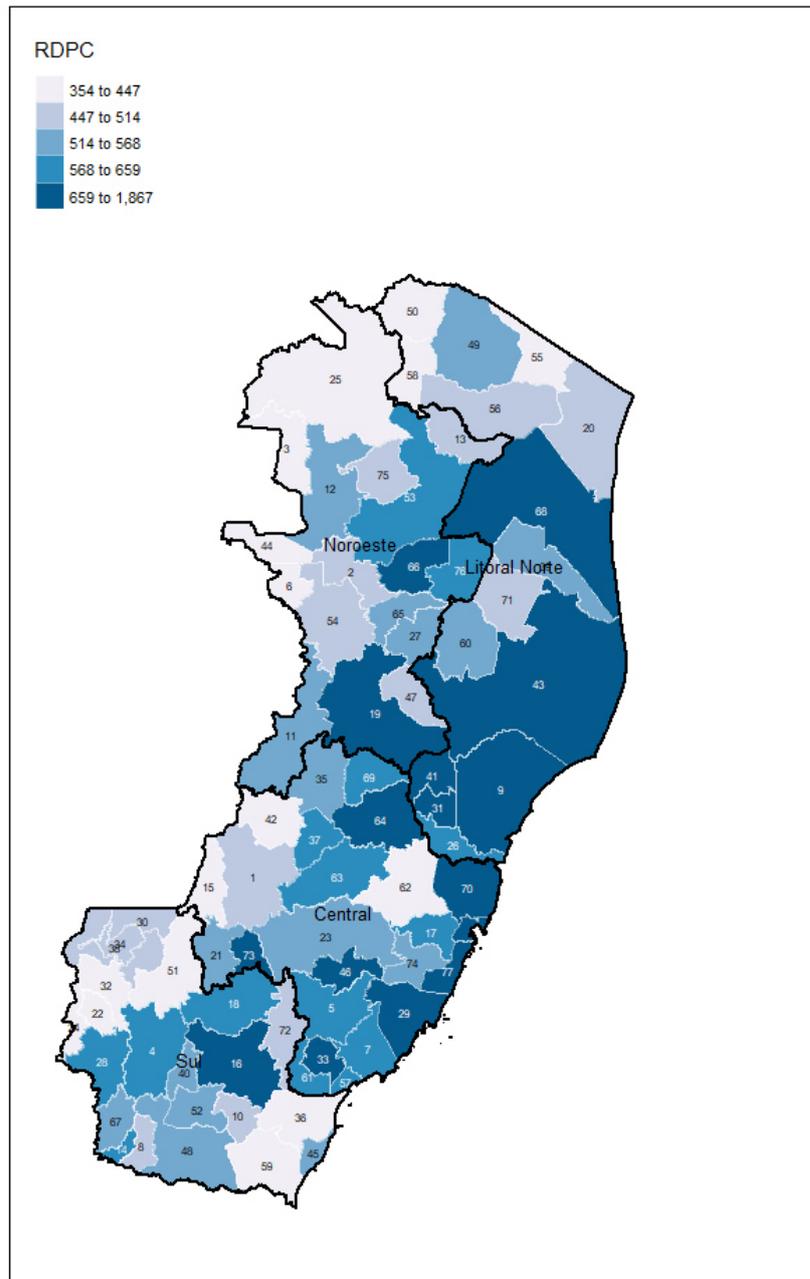


Figura 20: Distribuição espacial da renda per capita

A Figura 21 apresenta a relação entre a variação da taxa bruta de nupcialidade e de divórcio da pandemia em relação ao período anterior à pandemia. Observa-se que essa relação está apresentada em 4 quadrantes pelo sentido anti-horário no plano cartesiano: mais casamentos e mais divórcios (1º quadrante), menos casamentos e mais divórcios (2º quadrante), menos casamentos e menos divórcios (3º quadrante) e mais casamentos e menos divórcios (4º quadrante). Observa-se uma maior concentração de cidades no 3º quadrante, o que significa que durante a pandemia reduziram as taxas de casamento e de divórcios nas cidades deste 3º quadrante, com destaque para o município de Santa Maria de Jetibá (id. 63) em que apresentou reduções mais fortes tanto na taxa de casamentos como na de divórcios, simultaneamente. No 1º quadrante a cidade de Dores do Rio Preto (id. 24) destacou por ter sido a que mais aumentou a taxa de casamentos e de divórcios, simultaneamente, na pandemia em relação a antes da pandemia. Para o 2º quadrante, observou-se que a cidade de Ibitirama (id. 32) apresentou mais divórcios embora tenha contabilizado menos casamentos no período analisado. Em relação ao 4º quadrante, a cidade de Presidente Kennedy (id. 59) revelou um grande aumento na taxa de casamentos, e uma redução na taxa de divórcios. Esse 4º quadrante tem também duas outras cidades com algum destaque diante das demais presentes nele, que são os municípios de São Domingos do Norte (id. 65) e Marataízes (id. 45).

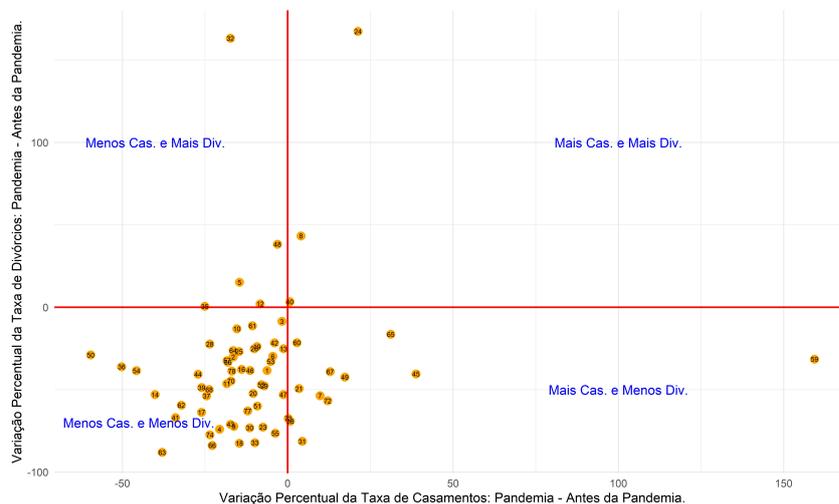


Figura 21: Variação da taxa bruta de nupcialidade e de divórcio na pandemia e antes da pandemia

A Figura 22 apresenta a sobreposição espacial de renda média e taxa bruta de nupcialidade antes da pandemia. Quando analisamos o mapa, podemos observar que a maior parte dos municípios estão concentrados em BA (renda baixa e taxa alta de casamento), MB (renda média e taxa baixa de casamento), e AM (renda alta e taxa média de casamento). Para os municípios caracterizados com BA, indica que era mais comuns casamentos em áreas de menor renda. Para os municípios de MB, indica uma menor influência de renda sobre os casamentos, entretanto. Quando olhamos para os municípios de AM, sugere que os casamentos eram menos comuns antes da pandemia. De modo geral, é possível observar há uma maior predominância nos município com taxa alta de casamentos, em áreas de média e baixa renda, indicando que antes da pandemia, os casamentos eram mais frequentes entre populações de menor renda.

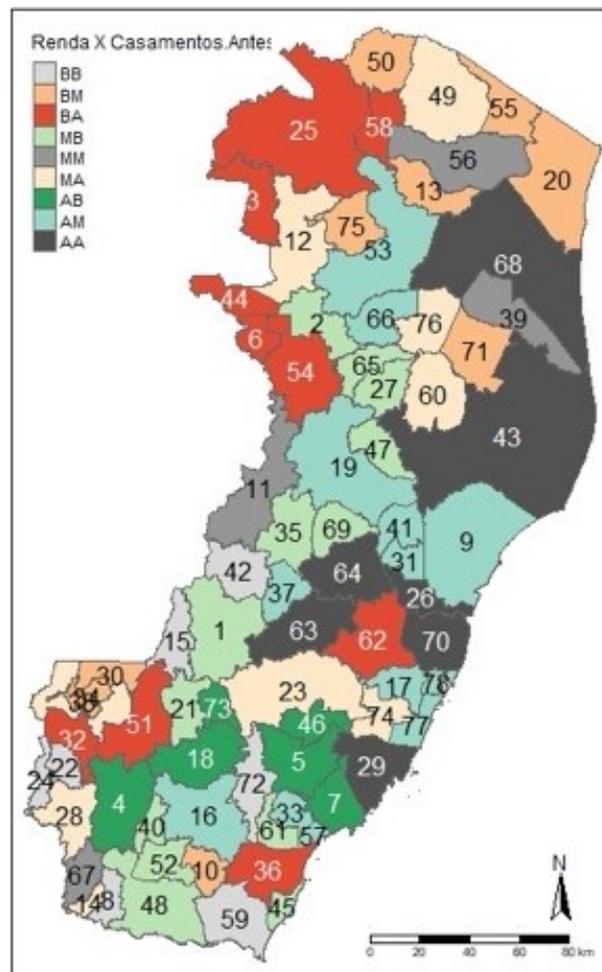


Figura 22: Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de nupcialidade antes da pandemia

A Figura 23 apresenta a sobreposição espacial de renda média e taxa bruta de nupcialidade durante a pandemia. Quando analisamos o mapa, podemos observar aproximadamente 50% dos municípios estão concentrados em BA (renda baixa e taxa alta de casamento), MB (renda média e taxa baixa de casamento), e AM (renda alta e taxa média de casamento), vale ressaltar que são as mesmas taxas que constava antes da pandemia. Entretanto, alguns municípios tiveram mudança nas taxas e outros se mantiveram na mesma categoria, mas é possível dizer que houve uma redução de casamentos em todas as faixas de renda, mas o impacto parece ser maior nas regiões de renda média e baixa, mas vale pontuar que os municípios de casamento e renda alta, tiveram uma queda de mais 50% dos municípios com mudança de faixa para taxas média e baixas de casamento.

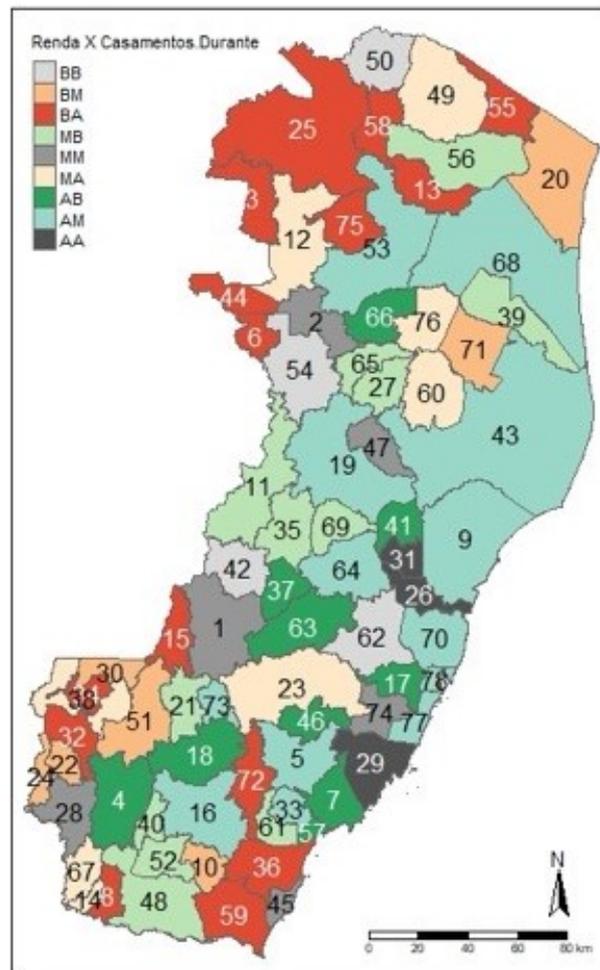


Figura 23: Sobreposição espacial da renda média e taxa de bruta de nupcialidade durante a pandemia

A Figura 24 apresenta a sobreposição espacial renda média e taxa bruta de divórcio antes da Pandemia. Quando analisamos o mapa, podemos observar que existe uma distribuição equilibrada em relação a quantidade de municípios por grupo de renda (baixa, média, alta). Podemos concluir que nas áreas de renda baixa, indica que algumas regiões já apresentavam altas taxas de divórcios, no entanto, essa não é uma regra para todo o grupo de baixa renda, sem um padrão dominante. Para o grupo de renda média, apresenta uma frequência relativamente equilibrada, sem extremismos. Já para o grupo de renda alta, é possível observar que para alguns municípios, o divórcio apresenta ser mais comuns. A sobreposição sugere que não há uma associação forte e uniforme entre renda e divórcio.

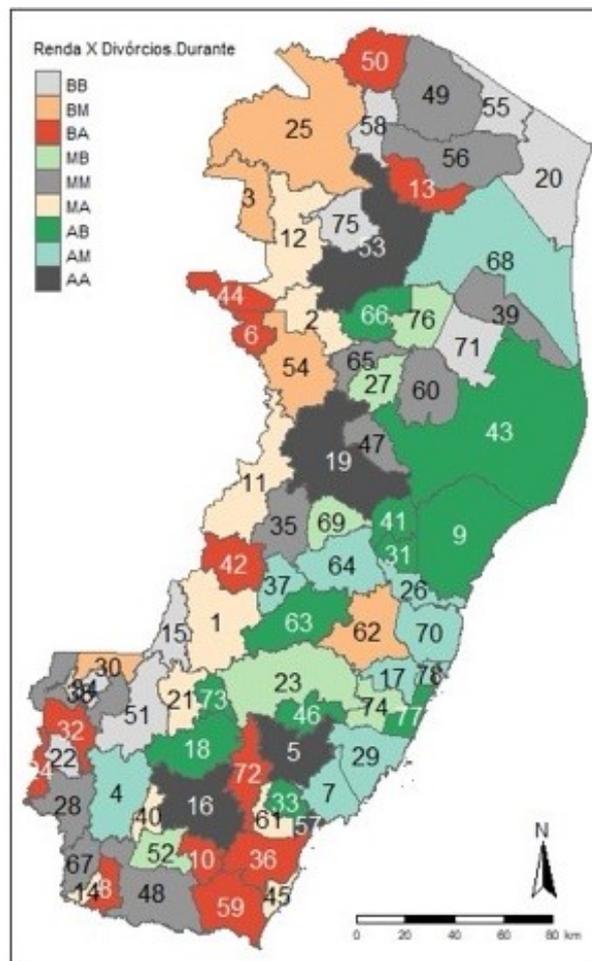


Figura 24: Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de divórcio antes da pandemia

A Figura 25 apresenta a sobreposição espacial renda média e taxa bruta de divórcio durante a Pandemia. Quando analisamos o mapa, podemos observar que o grupo de renda baixa, apresenta uma distribuição variada, que mantiveram as taxas baixas e outras com crescimento. O grupo de renda média, mostra aumento quando comparamos com o período antes da pandemia. Já o grupo de alta renda, mostra que houve mais formalização de separações durante a pandemia.

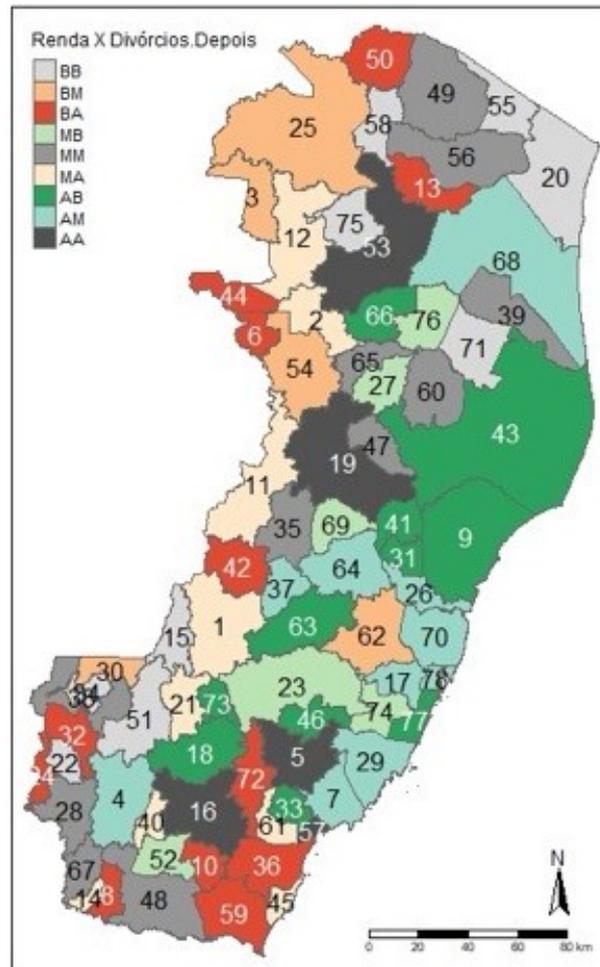


Figura 25: Sobreposição espacial da renda média e taxa bruta de divórcio durante da pandemia

4 Considerações finais

Este trabalho teve como objetivo a análise espacial da relação da nupcialidade e renda média nos municípios do Espírito Santo. Foi utilizado métodos demográficos, multivariados de análise de agrupamentos e análise espacial descritiva para realização desta análise. Foi possível identificar diferentes perfis de municípios com base nas taxas brutas de nupcialidade e de divórcio nos períodos de 2018-2019 e 2020-2021.

Os resultados demonstraram a existência distintas de agrupamentos e possíveis relações entre as taxas de casamento, divórcio e renda média dos municípios. Quando analisamos a TBNup dos períodos 2018 - 2019 e 2020 - 2021, é possível visualizar uma redução dos casamentos, mas é importante destacar que um dos fatores para a mudanças nos padrões podem estar associadas a eventos externo, como por exemplo a pandemia do COVID-19.

Analisando a relação dos casamentos, antes e durante a pandemia, foi possível observar que antes da pandemia demonstrou ser mais comum os casamentos em municípios de renda baixa e média, entretanto, durante a pandemia, foi possível visualizar uma queda nas taxas do casamento, principalmente no grupo de renda baixa. Em alguns municípios houve uma variação no enquadramento de renda/casamentos, como o município São Mateus, que antes da pandemia tinha uma alta taxa de casamento e renda, porém, passou a ser baixo casamento, bem como o município Linhares e Serra. Também tivemos outras variações nos municípios, como em Mucurici, Pedro Canário, Marilândia, Baixo Guandu, Presidente Kennedy e Viana, mas também tivemos municípios que se mantiveram na mesma faixa já enquadrada, como o Conceição da Barra, Guarapari, Mimoso do Sul e Afonso Cláudio.

Antes da pandemia, os casamentos apresentaram um maior enquadramento no grupo de baixa renda, mas durante a pandemia, a redução dos casamentos foi de forma geral, impactando principalmente o grupo de baixa renda. Os municípios que ficaram enquadrados no grupo de renda alta, já apresentavam menos casamentos e a tendência se manteve. É possível dizer que os casamentos estiveram mais presente no grupo de baixa e média

renda.

Quando analisamos a relação entre renda e divórcio antes da pandemia, não observamos uma relação forte entre os divórcio e renda, mas quando observamos os grupos, é possível dizer que o grupo de renda baixa não possui um forte padrão, o grupo de renda média tende a um equilíbrio e o de renda alta mostra uma variação.

O grupo de renda baixa mostrou ter uma maior concentração de casamentos e também teve impacto com a pandemia, gerando uma redução nos casamentos. Durante a pandemia, houve aumento dos divórcios, principalmente para o grupo de renda alta e renda média, o que pode ou não estar ligado diretamente a pandemia. É importante ressaltar que os fatores econômicos podem ter dificultado a oficialização das separações. Os padrões apresentados, mostram a influência da renda perante os divórcios, gerando impacto sobre a separação e viabilização da formalização. Podemos concluir que os casamentos estão mais concentrados no grupo de renda mais baixa e tem uma maior vulnerabilidade a crises econômicas, já os divórcios, possuem uma maior associação ao grupo de renda alta pela independência financeira.

Por fim, este estudo contribui para a compreensão das dinâmicas matrimoniais no estado do Espírito Santo e pode servir como base para investigações futuras que aprofundem a relação entre fatores socioeconômicos e comportamentos matrimoniais, utilizando abordagens complementares para validação dos resultados obtidos.

Referências

- BECCENERI, L. B.; BRUSSE, G. P. de L.; APARICIO, C. A. P. Uma análise espacial dos arranjos domiciliares da região metropolitana de são paulo. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 38, n. 3, p. 1– 23, 2021.
- BEZERRA KELLY FERNANDA SILVA SANTANA, N. K. M. d. S. J. P. X. S. L. D. S. M. N. S. B. R. L. S. Adriana de M.; GONÇALVES, A. J. da N. Análise espacial dos principais determinantes e indicadores associados a mortalidade por diarreia no estado do ceará nos últimos dez anos. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 5, p. 1– 9, 2022.
- FREIRE, F. H. M. de A.; ARAÚJO, K. L. de S.; AGUIRRE, M. A. C. Dinâmica da nupcialidade: Casamento, divórcio, viuvez e re-casamento no nordeste. In: . [S.l.]: Anais do I Encontro sobre Famílias e Políticas Públicas no Brasil, 2005. p. 1–16.
- IBDFAM, I. B. de Direito de F. *Pesquisa do IBGE aponta que brasileiros têm casado menos e se divorciado mais rápido*. Dezembro 2020. Dez., 2020. Disponível em: <<https://ibdfam.org.br/noticias/8040/Pesquisa+do+IBGE+aponta+que+brasileiros+t%C3%A4m+casado+menos+e+se+divorciado+mais+r%C3%A1pido>>. Acesso em Agosto 9, 2023.
- INE, I. N. de E. *Indicadores Demográficos Básicos - Metodologia*. Novembro 2023. Nov., 2023. Disponível em: <https://www.ine.es/metodologia/t20/metodologia_idb.pdf>. Acesso em Fevereiro 8, 2024.
- MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: Uma abordagem aplicada. In: _____. [S.l.]: UFMG 2005, 2005. cap. 6, Análise de Agrupamentos (Cluster), p. 155–211.
- PEREIRA, L.; SANTOS, C. Casamentos seletivos e desigualdade de renda no brasil. *Revista Brasileira de Economia*, v. 71, n. 3, p. 361– 377, 2017.
- SEABRA, V. da S.; LEÃO, O. R. Cartografia. In: _____. [S.l.]: Fundação CECIERJ, 2013. v. 2, cap. Mapas temáticos quantitativos, p. 37 93–119.
- SILVA, D. *Casamento Civil e União Estável existem diferenças?* Julho 2020. Jul., 2020. Disponível em: <<https://cnbsp.org.br/2020/07/10/artigo-casamento-civil-e-uniao-estavel-existem-diferencas-por-dalimar-silva/>>. Acesso em Agosto 8, 2023.
- SOCIAL, I. J. dos Reis Neves e Secretaria da A. *Perfil da Pobreza no Espírito Santo: Famílias Inscritas no CadÚnico 2022*. [S.l.]: Editora do Governo do Estado do Espírito Santo, 2022.