

ARTIGO ORIGINAL

# Impacto do distanciamento social na transmissão da COVID-19 no Estado do Espírito Santo

## Impact of social distancing on the transmission of COVID-19 in the state of Espírito Santo

Romildo Luiz Monteiro Andrade<sup>a</sup>, Gabriela Callo Quinte<sup>b</sup>, Cristiano Dell'Antonio<sup>c</sup>, Anselmo Dantas<sup>d</sup>, Jose Geraldo Mill<sup>e</sup>



<sup>a</sup> Departamento de Medicina Social, Universidade Federal do Espírito Santo; Av Fernando Ferrari, 514, Bonfim, Vitória - ES, Brasil;

<sup>b</sup> Programa de pós-graduação em Ciências Fisiológicas; Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Espírito Santo; Av. Marechal Campos, 1468 - Bonfim, Vitória - ES; Brasil;

<sup>c</sup> Subsecretaria de Estado de Vigilância em Saúde; Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo; Av Mal. Mascarenhas de Moraes, 2025, Bento Ferreira, Vitória - ES; Brasil;

<sup>d</sup> Subsecretaria de Estado de Vigilância em Saúde; Secretaria de Estado da Saúde do Espírito Santo; Av Mal. Mascarenhas de Moraes, 2025, Bento Ferreira, Vitória - ES; Brasil;

<sup>e</sup> Programa de pós-graduação em Ciências Fisiológicas; Departamento de Fisiologia da Universidade Federal do Espírito Santo; Av. Marechal Campos, 1468 - Bonfim, Vitória - ES; Brasil;

**Autor correspondente**  
romildo.andrade@ufes.br

Manuscrito recebido: janeiro 2025

Manuscrito aceito: abril 2025

Versão online: agosto 2025

**ORCID and e-mails of all authors:**

<sup>a</sup> ORCID: 0000-0001-6241-475X

<sup>b</sup> ORCID: 0000-0003-4479-2014

<sup>c</sup> ORCID: 0000-0001-6568-1300

<sup>d</sup> ORCID: 0000-0003-0975-0927

<sup>e</sup> ORCID: 0000-0002-0987-368X

### Resumo

**Introdução:** no Brasil, medidas não farmacológicas foram colocadas em prática para reduzir a transmissão do SARS-CoV-2.

**Objetivo:** avaliar o efeito do distanciamento social na incidência de COVID-19 nos municípios do Espírito Santo.

**Método:** estudo ecológico por agregado regional para avaliar o efeito do distanciamento social pela mobilidade para o trabalho na taxa de incidência municipal ajustada de COVID-19 de março de 2020 a dezembro de 2022.

**Resultados:** as taxas de incidência de COVID-19 apresentaram associação positiva com a mobilidade para o trabalho ( $\beta:0,028$ ; IC:-0,010; 0,047). Quando estratificadas por região de saúde e tercis de densidade, apenas a região Sul e o tercil com maior densidade demográfica mantiveram a associação.

**Conclusão:** a adoção de medidas de distanciamento social deve incorporar a densidade demográfica como critério de vulnerabilidade em futuras situações de risco epidemiológico.

**Palavras-chave:** distanciamento social, COVID-19, SARS-CoV-2, saúde pública.

**Suggested citation:** Andrade RLM, Quinte GC, Dell'Antonio C, Dantas A, Mill JG. Impact of social distancing on the transmission of COVID-19 in the state of Espírito Santo. *J Hum Growth Dev.* 2025; 35(2):235-244.

DOI: <http://doi.org/10.36311/jhgd.v35.16814>

## Síntese dos autores

### Por que este estudo foi feito?

O estudo foi conduzido para avaliar os efeitos das práticas de distanciamento social (DS) nas taxas de incidência municipal de COVID-19 no Espírito Santo, Brasil.

### O que os pesquisadores fizeram e encontraram?

Os autores desenvolveram um estudo ecológico por cluster regional por meio de modelos em painel das séries temporais das taxas de incidência municipal correlacionadas com as taxas de mobilidade laboral abrangendo os anos de 2020 a 2022.

As taxas de incidência de COVID-19 no Espírito Santo apresentaram fraca associação com a mobilidade laboral. Quando estratificadas por região de saúde e tercis de densidade, apenas a região Sul e o tercil com maior densidade populacional mantiveram a associação. Os achados mostraram que o isolamento social manteve associação com a redução das incidências apenas nas regiões de saúde com o tercil de maior densidade populacional.

### O que essas descobertas significam?

Nossos achados demonstram que as medidas de DS devem incorporar a densidade populacional como critério de vulnerabilidade em futuras situações de risco epidemiológico.

### Highlights

Este estudo incorpora como novidade a demonstração de que o distanciamento social (DS) teve efeitos distintos conforme a densidade populacional, sendo mais eficaz apenas em regiões urbanas mais densas do Espírito Santo, como no Sul do estado e no tercil de maior densidade. Os resultados sugerem que políticas públicas de enfrentamento a epidemias devem considerar variações regionais, priorizando medidas rigorosas de DS em áreas populosas, enquanto em regiões menos densas outras estratégias podem ser necessárias, já que a redução da mobilidade não se mostrou tão impactante nas taxas de incidência de COVID-19.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, as medidas de distanciamento social foram postas em prática a partir das orientações do Ministério da Saúde (MS) referendadas pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS) em sua recomendação nº 036, de 11 de maio de 2020<sup>1</sup>. Além do distanciamento social como primeira medida adotada pelo MS, foi recomendado uso obrigatório de máscaras.

No Espírito Santo, o espectro das medidas não farmacológicas para atenuação da transmissibilidade do SARS-CoV-2 englobaram as ações denominadas de distanciamento social que compreendiam orientações de evitar aglomerações, manter distância de pelo menos um metro entre as pessoas e trabalhar de forma remota<sup>2</sup>. Tais medidas contribuiriam para a redução da velocidade da transmissão da epidemia de COVID-19, permitindo que o sistema de saúde obtivesse o reforço estrutural e humano para a adequação e o tratamento oportuno. As medidas de distanciamento social foram propostas mediante portaria da Secretaria de Estado da Saúde (SESA) em 23/05/2020: Portaria SESA nº 94<sup>3</sup>. Bem como as providências para o distanciamento social recomendadas pelo Decreto nº 4.593-r, de 13 de março de 2020<sup>4</sup>, estabelecendo emergência sanitária no ES, instituindo medidas de contenção da disseminação da infecção por SARS-CoV-2, incluindo a suspensão de aulas em escolas, universidades e creches, a restrição de eventos e aglomerações, a recomendação de trabalho remoto e o fechamento de estabelecimentos comerciais não essenciais.

Para fins de conhecimento, o primeiro caso confirmado de COVID-19 no estado ocorreu no dia 05/03/2020, em um cidadão residente do município de Vila Velha, Região Metropolitana, que regressara de viagem ao exterior. Já, em 14/03/2020, o Espírito Santo registrava 156 casos de coronavírus notificados, com 54 casos descartados, 98 em investigação e 04 casos confirmados, ocasião em que se registrava os primeiros casos decorrentes de transmissão local<sup>5</sup>.

Nos possíveis cenários epidemiológicos, ainda existem desafios significativos no que tange mutagenicidade dos vírus respiratórios, como a infecção

da COVID-19, de forma que iniciativas de proteção a saúde futuras devam levar em conta o aprendizado no enfrentamento aos potenciais quadros epidêmicos. Nesse sentido, este estudo contribuirá com a análise do percurso das medidas preventivas da COVID-19, em geral, e no estado do Espírito Santo, em particular. Por tanto, o objetivo é analisar o efeito das medidas de distanciamento social, operacionalizadas por meio do índice de frequência ao trabalho, sobre a taxa de incidência da COVID-19 nos municípios do estado do Espírito Santo.

## MÉTODO

Trata-se de um estudo ecológico em painel, com agregação regional, que analisou as taxas de incidência de COVID-19 nos municípios do estado do Espírito Santo, no período de 2020 a 2022.

### Caracterização do Cenário do Estudo

O estado do Espírito Santo está situado na região Sudeste do Brasil, limitando-se ao norte com a Bahia, ao sul com o Rio de Janeiro, a oeste com Minas Gerais e a leste com o Oceano Atlântico. Composto por 78 municípios, o estado apresenta elevada urbanização, com 86% da população residindo em áreas urbanas e 14% em áreas rurais. De acordo com o Censo Demográfico de 2022, sua população é de aproximadamente 4,1 milhões de habitantes, com uma densidade demográfica média de 187 habitantes por km<sup>2</sup>.

Para fins analíticos, foi adotada a regionalização proposta pelo Plano Diretor de Regionalização (PDR-2011), que organiza os municípios capixabas em quatro regiões de saúde — Norte (14 municípios), Central (18), Metropolitana (20) e Sul (26) — com base em critérios epidemiológicos, geográficos e de acessibilidade<sup>6</sup>. Essa divisão é amplamente utilizada em estratégias de planejamento, alocação de recursos e vigilância em saúde pública no estado.

### Caracterização da População do Estudo

Os dados de exposição foram baseados nos

decretos federais e estaduais sobre as medidas de distanciamento social para COVID-19, obtidos a partir do Relatório de Mobilidade da Comunidade do Google (RMCG) ferramenta utilizada para elaboração do Índice de Permanência Domiciliar (IPD), disponibilizados Community Mobility Report<sup>7</sup> obtido em: <https://www.google.com/covid19/mobility/>, que contém a variação percentual do tempo médio de permanência dos indivíduos em locais residenciais, locais de trabalho, mercados, farmácias, parques, trânsito e estações de transportes públicos em comparação com a permanência média para cada dia da semana no período pré-pandemia. A variável de exposição foi operacionalizada pela prevalência da presença no local de trabalho - Mobilidade ao Trabalho (MT) que mede o grau de mobilidade em relação ao seu local de trabalho, obtido pelo cálculo da divisão do número de pessoas que se fizeram presentes em seu local de trabalho e o número total de pessoas que estiveram no mesmo local de trabalho em um período anterior. Para os municípios com indisponibilidade de informação (totalizando 16 unidades) foi realizada a imputação de dados tendo como base os municípios integrantes das respectivas regionais de saúde (Norte, Central, Metropolitana e Sul).

A Densidade Demográfica Municipal (DDM) utilizada foi obtida por meio dos dados disponíveis no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), para estimativas da população municipal, e do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (<https://www.ibge.gov.br/pt/inicio.html>) para as respectivas áreas de extensão municipais expressa em quilômetros quadrados<sup>8</sup>. A DDM foi obtida calculando a razão entre a população municipal e sua respectiva área territorial em Km<sup>2</sup> transformada em log natural para medir sua força de associação com as incidências da COVID-19.

### Coleta de dados

O desfecho, taxa de incidência de COVID-19, foi extraída do site “Painel COVID-19” mantido pelo governo do estado do Espírito Santo<sup>9</sup>. Para o cálculo das taxas de incidência por 100.000 habitantes, foram considerados como critério de inclusão os casos confirmados laboratorialmente através do teste sorológico, teste rápido e PCR, casos confirmados por imagem, mediante tomografia computadorizada do tórax, e ainda o critério clínico-epidemiológico.

A exposição frequência ao trabalho (FT) mede o grau de mobilidade, pelo cálculo da divisão do número de pessoas que se fizeram presentes em seu local de trabalho e o número total de pessoas que estiveram no mesmo local em um período anterior. Esta variável foi obtida a partir do RMCG, como descrito previamente.

A covariável densidade demográfica municipal (DDM) foi calculada a partir da razão entre a população municipal e sua respectiva área territorial em Km<sup>2</sup> transformada em logaritmo natural, obtida por meio dos dados disponíveis no site do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), para estimativas da população municipal, e do site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)<sup>8</sup>. Todas as variáveis foram utilizadas de forma contínua.

### Análise estatística

Os dados descritivos foram apresentados como proporções e intervalos de confiança de 95% (IC95%). Para avaliar a associação da frequência ao trabalho com o desfecho ao longo do tempo utilizamos análise de dados em painel. O uso de dados em painel permite contrastar pressupostos que estão implícitos na análise de dados de corte transversal<sup>10</sup>. Utilizamos um modelo de painel equilibrado, com números semelhantes de observações para cada unidade municipal, onde as unidades de dados de corte transversal permitiram verificar as variações transversais (entre unidades) quanto às variações longitudinais (ao longo do tempo) e se o efeito esperado ocorreria de forma dependente das variáveis explicativas<sup>10,11</sup>.

Os ajustes necessários caminharam para emprego do modelo com uso da técnica de Mínimos Quadrados Generalizados Viáveis (MQGV), fornecendo estimativas ajustadas para autocorrelação AR (1) e da heterocedasticidade. Após a identificação do modelo ideal, adotou-se a estratificação em tercís de densidade devido a presença de interação da mesma sobre as taxas de incidência municipais por COVID-19.

A significância estatística foi estabelecida em  $p < 0,050$  e as análises realizadas com Software Stata, versão 18.0. Considerando-se a afinidade natural da doença por indivíduos de faixa etária mais elevada, bem como as diferenças etárias entre as populações municipais, empregou-se o ajuste da taxa de incidência para a população total de cada região de saúde pelo método da padronização direta, permitindo assim a comparabilidade das incidências intrarregionais sem a influência das diferenças etárias das populações de cada município.

### Aspectos Éticos e Legais da Pesquisa

O estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), aprovado em 10/10/2023 mediante o parecer no 6420869, CAAE no 73831323.2.0000.5060.

## RESULTADOS

No período do estudo, identificou-se 4.640.508 casos suspeitos para COVID-19, dos quais 1.314.321 (28,3%) foram confirmados. Distribuídos temporalmente em 21,22% em 2020, totalizando 265.401 casos, alcançando 26,9 % em 2021 com 334.900 casos e 51,8% em 2022 perfazendo 645.876 casos confirmados. A distribuição inter-regional dos casos, apresenta maior ocorrência na Região Metropolitana com, 151.997 (57,7%) em 2020 e 177.323 (52,9%) em 2021 e 330.170 (50,9%) em 2022. Todavia, ao longo dos anos estudados foi a única região de saúde, com decréscimo no percentual da incidência de casos (11,0%).

As demais regiões de saúde apresentaram percentual de incidência ascendente, com destaque para a região Norte que apresentou os maiores percentuais de incremento com 64,0%, de aumento, com registros de 18.277 (6,9%) casos em 2020. 35.126 casos (10,5%) em 2021 e 73.580 casos (11,4%) em 2022. A região de saúde

Sul apresentou menores variações, com um acréscimo de 2,0% no percentual de incidência de casos com 43.286 (16,4%) em 2020, 60.006 (17,9%) em 2021 e 108.268 (16,8%) em 2022 (tabela 1).

No ano de 2020, a taxa média anual de incidência para o Espírito Santo foi de 25,7/100.000 habitantes; (Dp +- 37,48), cujos maiores valores foram observados nos

municípios de Cachoeiro do Itapemirim 165,57; Colatina 149,75 e Linhares 141,00. Em 2021, a taxa média para o estado foi de 34,9/100.000 habitantes. (Dp +- 44,34), tendo os municípios de Cachoeiro do Itapemirim com 165,57; Linhares com 141,81 e São Mateus 103,40 com as maiores taxas.

**Tabela 1:** Incidência de casos, taxa de incidência, taxa de frequência ao trabalho e densidade demográfica anual, 2020-2022

| Município            | Casos COVID-19 |        |        | Taxa de incidência * |       |       | Work Google Mobility (%) |       |       | Densidade demográfica (Km²) |         |         |
|----------------------|----------------|--------|--------|----------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|-----------------------------|---------|---------|
| Ano                  | 2020           | 2021   | 2022   | 2020                 | 2021  | 2022  | 2020                     | 2021  | 2022  | 2020                        | 2021    | 2022    |
| Afonso Cláudio       | 1,759          | 2,549  | 4,259  | 6,2                  | 8,9   | 14,7  | 4,4                      | 8,9   | 38,8  | 32,3                        | 32,2    | 32,0    |
| Água Doce do Norte   | 430            | 672    | 1,764  | 8,0                  | 12,4  | 32,2  | -5,0                     | 13,2  | 42,6  | 21,1                        | 21,1    | 21,1    |
| Águia Branca         | 713            | 1,309  | 2,070  | 8,6                  | 15,6  | 24,3  | 11,4                     | 10,6  | 40,2  | 23,0                        | 22,8    | 22,5    |
| Alegre               | 912            | 2,652  | 5,748  | 10,8                 | 31,1  | 66,8  | 6,8                      | 9,2   | 37,4  | 396,0                       | 394,6   | 393,2   |
| Alfredo Chaves       | 1,395          | 1,457  | 2,715  | 16,5                 | 17,1  | 31,5  | -5,1                     | 11,4  | 46,0  | 23,7                        | 23,8    | 23,8    |
| Alto Rio Novo        | 445            | 438    | 754    | 5,4                  | 5,2   | 8,8   | 11,4                     | 10,6  | 40,2  | 34,5                        | 34,7    | 34,9    |
| Anchieta             | 2,083          | 3,625  | 6,288  | 24,7                 | 42,5  | 73,1  | 12,4                     | 2,2   | 33,6  | 72,6                        | 73,9    | 75,1    |
| Apiacá               | 338            | 687    | 1,669  | 4,0                  | 8,0   | 19,4  | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 38,9                        | 38,8    | 38,8    |
| Aracruz              | 8,586          | 8,349  | 21,707 | 104,2                | 99,7  | 255,3 | 10,7                     | 10,7  | 44,0  | 72,5                        | 73,8    | 75,2    |
| Atilio Vivacqua      | 800            | 985    | 1,726  | 9,4                  | 11,5  | 20,0  | -6,8                     | 8,8   | 14,7  | 51,9                        | 52,6    | 53,4    |
| Baixo Guandu         | 1,880          | 2,419  | 6,653  | 22,8                 | 28,8  | 78,2  | -1,9                     | 10,4  | 36,9  | 34,2                        | 34,3    | 34,5    |
| Barra São Francisco  | 1,854          | 3,853  | 7,132  | 34,7                 | 71,2  | 130,2 | 1,0                      | 14,9  | 42,7  | 47,6                        | 47,9    | 48,3    |
| Boa Esperança        | 563            | 1,361  | 3,444  | 10,5                 | 25,1  | 62,8  | -4,1                     | 15,7  | 26,3  | 35,2                        | 35,3    | 35,4    |
| Bom Jesus do Norte   | 610            | 672    | 1,760  | 7,2                  | 7,8   | 20,4  | -0,0                     | 20,8  | 46,4  | 111,8                       | 112,1   | 112,4   |
| Brejetuba            | 753            | 1,091  | 1,338  | 2,6                  | 3,8   | 4,6   | -5,8                     | 6,2   | 32,0  | 35,06                       | 35,1    | 35,1    |
| Cachoeiro Itapemirim | 13,960         | 16,245 | 27,616 | 165,6                | 190,8 | 321,1 | -5,3                     | 8,6   | 32,6  | 243,5                       | 245,4   | 247,2   |
| Cariacica            | 18,136         | 22,802 | 51,322 | 64,8                 | 80,1  | 177,6 | -10,5                    | 6,2   | 28,0  | 1,372,5                     | 1,381,7 | 1,391,0 |
| Castelo              | 3,183          | 3,831  | 7,884  | 37,7                 | 44,9  | 91,6  | 0,3                      | 16,2  | 48,0  | 56,8                        | 57,2    | 57,52   |
| Colatina             | 12,346         | 10,010 | 29,871 | 149,8                | 119,5 | 351,3 | -5,9                     | 11,6  | 30,1  | 88,2                        | 88,8    | 89,5    |
| Conceição da Barra   | 558            | 1,718  | 5,067  | 10,4                 | 31,7  | 92,5  | -3,7                     | 5,4   | 37,6  | 26,4                        | 26,6    | 26,8    |
| Conceição do Castelo | 721            | 1,078  | 1,721  | 2,5                  | 3,7   | 5,9   | -0,8                     | 13,2  | 45,6  | 34,6                        | 34,8    | 35,0    |
| Divino São Lourenço  | 276            | 224    | 512    | 3,2                  | 2,6   | 5,9   | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 24,5                        | 24,3    | 24,1    |
| Domingos Martins     | 1,978          | 2,973  | 7,300  | 7,0                  | 10,4  | 25,2  | -2,0                     | 1,8   | 28,5  | 276,4                       | 277,5   | 278,6   |
| Dores do Rio Preto   | 378            | 461    | 922    | 4,4                  | 5,4   | 10,7  | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 42,5                        | 42,6    | 42,7    |
| Fundão               | 1,154          | 1,985  | 4,213  | 4,10                 | 6,90  | 14,50 | -6,10                    | 15,00 | 47,40 | 76,5                        | 78,0    | 79,5    |
| Gov, Lindenberg      | 940            | 1,434  | 2,732  | 11,4                 | 17,1  | 32,1  | 11,4                     | 10,6  | 40,2  | 35,7                        | 36,2    | 36,6    |

**Continuação- Tabela 1:** Incidência de casos, taxa de incidência, taxa de frequência ao trabalho e densidade demográfica anual, 2020-2022

| Município             | Casos COVID-19 |        |        | Taxa de incidência * |       |       | Work Google Mobility (%) |       |       | Densidade demográfica (Km <sup>2</sup> ) |       |       |
|-----------------------|----------------|--------|--------|----------------------|-------|-------|--------------------------|-------|-------|------------------------------------------|-------|-------|
| Guaçuí                | 1,285          | 2,467  | 3,511  | 15,2                 | 28,9  | 40,8  | 2,7                      | 16,6  | 36,7  | 66,4                                     | 67,0  | 67,5  |
| Guarapari             | 8,054          | 9,809  | 5,758  | 28,7                 | 34,4  | 19,9  | 14,2                     | 2,8   | 27,1  | 214,8                                    | 217,8 | 220,9 |
| Ibatiba               | 1,461          | 3,445  | 3,081  | 5,2                  | 12,1  | 10,6  | 0,8                      | 12,4  | 48,1  | 109,9                                    | 111,3 | 112,8 |
| Ibiraçu               | 1,050          | 982    | 2,888  | 12,7                 | 11,7  | 33,9  | 23,6                     | 20,6  | 56,3  | 62,5                                     | 63,1  | 63,6  |
| Ibitirama             | 252            | 388    | 1,080  | 2,9                  | 4,5   | 12,5  | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 26,7                                     | 26,6  | 26,6  |
| Iconha                | 1,420          | 1,671  | 3,126  | 16,8                 | 19,6  | 36,3  | 13,9                     | 18,5  | 44,5  | 68,6                                     | 69,1  | 69,7  |
| Irupi                 | 665            | 1,210  | 1,641  | 7,8                  | 14,2  | 19,0  | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 73,1                                     | 73,9  | 74,7  |
| Itaguaçu              | 958            | 941    | 3,711  | 3,4                  | 3,3   | 12,8  | -5,1                     | 10,2  | 39,5  | 26,2                                     | 26,1  | 26,0  |
| Itapemirim            | 2,469          | 2,542  | 5,937  | 29,2                 | 29,8  | 69,0  | -6,5                     | 8,5   | 42,3  | 629,3                                    | 634,7 | 640,3 |
| Itarana               | 731            | 1,044  | 2,533  | 2,6                  | 3,6   | 8,7   | -5,8                     | 6,2   | 32,0  | 35,5                                     | 35,3  | 35,1  |
| Iúna                  | 1,108          | 2,533  | 3,261  | 13,1                 | 29,7  | 37,9  | -4,7                     | 16,6  | 44,3  | 63,5                                     | 63,8  | 64,1  |
| Jaguaré               | 1,812          | 2,980  | 4,600  | 33,9                 | 55,1  | 83,9  | -1,4                     | 9,8   | 44,7  | 47,0                                     | 47,8  | 48,7  |
| Jerônimo Monteiro     | 552            | 1,168  | 3,564  | 6,5                  | 13,7  | 41,4  | -4,7                     | 12,7  | 36,3  | 69,1                                     | 69,5  | 69,9  |
| João Neiva            | 1,354          | 1,647  | 4,018  | 16,4                 | 19,6  | 47,2  | 14,8                     | 29,5  | 71,3  | 58,7                                     | 58,9  | 59,1  |
| Laranja da Terra      | 283            | 1,016  | 2,440  | 1,0                  | 3,5   | 8,4   | -5,8                     | 6,2   | 32,0  | 238,5                                    | 238,2 | 237,9 |
| Linhares              | 11,691         | 18,208 | 27,937 | 141,8                | 217,4 | 328,5 | -5,5                     | 16,1  | 40,6  | 50,5                                     | 51,4  | 52,3  |
| Mantenópolis          | 467            | 645    | 1,452  | 5,6                  | 7,7   | 17,0  | -1,4                     | 10,6  | 40,2  | 48,2                                     | 48,7  | 49,1  |
| Marataízes            | 3,287          | 4,439  | 7,021  | 38,9                 | 52,1  | 81,6  | -5,1                     | 8,8   | 35,2  | 298,4                                    | 301,3 | 304,3 |
| Marechal Floriano     | 1,793          | 2,219  | 3,698  | 6,4                  | 7,8   | 12,8  | 0,2                      | 16,1  | 49,9  | 59,2                                     | 60,0  | 60,8  |
| Marilândia            | 1,198          | 1,135  | 4,154  | 14,5                 | 13,5  | 48,8  | 15,8                     | 14,3  | 52,3  | 39,5                                     | 39,9  | 40,3  |
| Mimoso do Sul         | 1,551          | 2,156  | 3,832  | 18,4                 | 25,3  | 44,5  | -6,0                     | 20,2  | 63,8  | 30,0                                     | 30,0  | 29,9  |
| Montanha              | 688            | 1,292  | 3,806  | 12,8                 | 23,8  | 69,5  | -9,4                     | 20,9  | 55,3  | 171,9                                    | 172,4 | 173,0 |
| Mucurici              | 291            | 387    | 1,046  | 5,4                  | 7,1   | 19,1  | -5,0                     | 13,2  | 42,6  | 10,1                                     | 10,1  | 10,0  |
| Muniz freire          | 996            | 2,307  | 2,441  | 11,8                 | 27,0  | 28,3  | -0,9                     | 18,8  | 19,1  | 25,5                                     | 25,3  | 25,0  |
| Muqui                 | 714            | 1,779  | 2,253  | 8,47                 | 20,8  | 26,1  | -4,0                     | 20,4  | 42,7  | 47,4                                     | 47,6  | 47,9  |
| Nova Venécia          | 2396           | 4654   | 9840   | 44,89                | 86,07 | 179,7 | 5,34                     | 8,66  | 39,1  | 35,03                                    | 35,25 | 35,48 |
| Pancas                | 1040           | 1709   | 3135   | 12,61                | 20,41 | 36,87 | 7,15                     | 7,48  | 29,89 | 27,82                                    | 27,96 | 28,10 |
| Pedro Canário         | 760            | 1,898  | 3,501  | 14,2                 | 35,1  | 63,9  | 13,4                     | 18,9  | 56,8  | 60,8                                     | 61,3  | 61,7  |
| Pinheiros             | 1,033          | 2,712  | 4,111  | 19,30                | 50,10 | 75,00 | 1,70                     | 13,81 | 46,1  | 28,0                                     | 28,3  | 28,6  |
| Piúma                 | 1,376          | 1,707  | 4,175  | 16,3                 | 20,0  | 48,5  | 18,3                     | 8,7   | 44,4  | 297,8                                    | 302,3 | 306,9 |
| Ponto Belo            | 255            | 512    | 1,653  | 4,7                  | 9,4   | 30,1  | -5,0                     | 13,2  | 42,6  | 220,4                                    | 222,6 | 224,7 |
| Presidente Kennedy    | 1,221          | 1,258  | 1,930  | 14,4                 | 14,7  | 22,4  | -6,6                     | -0,9  | -5,3  | 19,6                                     | 19,7  | 19,8  |
| Rio Bananal           | 1,067          | 2,364  | 3,069  | 12,9                 | 28,2  | 36,0  | 19,2                     | 3,5   | 40,7  | 30,0                                     | 30,2  | 30,4  |
| Rio Novo do Sul       | 814            | 1,077  | 2,004  | 9,6                  | 12,6  | 23,3  | -3,7                     | 8,0   | 7,1   | 56,8                                     | 56,8  | 56,9  |
| Santa Leopoldina      | 473            | 882    | 2,149  | 1,6                  | 3,1   | 7,4   | -7,3                     | -3,6  | 3,4   | 16,9                                     | 16,9  | 16,9  |
| Santa Maria de Jetibá | 2,192          | 4,964  | 7,210  | 7,8                  | 17,4  | 24,9  | -2,5                     | -5,7  | 20,8  | 55,7                                     | 56,5  | 57,3  |
| Santa Teresa          | 2,530          | 2,628  | 5,170  | 9,0                  | 9,2   | 17,8  | -6,5                     | 4,8   | 34,7  | 34,7                                     | 34,9  | 35,1  |

**Continuação- Tabela 1:** Incidência de casos, taxa de incidência, taxa de frequência ao trabalho e densidade demográfica anual, 2020-2022

| Município             | Casos COVID-19 |        |        | Taxa de incidência * |       |       | Work Google Mobility (%) |      |      | Densidade demográfica (Km²) |         |         |
|-----------------------|----------------|--------|--------|----------------------|-------|-------|--------------------------|------|------|-----------------------------|---------|---------|
| São Domingos do Norte | 655            | 1,028  | 2,454  | 7,9                  | 12,2  | 28,8  | 11,4                     | 10,6 | 40,2 | 290,9                       | 292,5   | 294,1   |
| São Gabriel da Palha  | 2,843          | 4,677  | 9,868  | 34,4                 | 55,8  | 116,1 | -9,9                     | -1,1 | 22,5 | 88,5                        | 89,8    | 91,1    |
| São José do Calçado   | 476            | 886    | 2,237  | 5,6                  | 10,4  | 26,0  | -4,7                     | 12,7 | 36,3 | 38,5                        | 38,5    | 38,4    |
| São Mateus            | 5,519          | 9,818  | 22,436 | 103,4                | 181,6 | 409,7 | -9,9                     | -0,1 | 23,6 | 56,5                        | 57,3    | 58,2    |
| São Roque do Canaã    | 1,008          | 1,140  | 3,013  | 12,2                 | 13,6  | 35,4  | 19,4                     | -0,4 | 31,7 | 36,5                        | 36,8    | 37,1    |
| Serra                 | 35,207         | 39,314 | 69,280 | 125,8                | 138,2 | 239,8 | -8,6                     | 10,2 | 31,8 | 962,7                       | 980,1   | 997,8   |
| Sooretama             | 1,499          | 2,556  | 4,937  | 18,1                 | 30,5  | 58,0  | -3,3                     | 15,1 | 52,2 | 52,2                        | 53,2    | 54,3    |
| Vargem Alta           | 1,165          | 1,579  | 3,415  | 13,8                 | 18,5  | 39,7  | 0,1                      | 19,8 | 55,3 | 516,8                       | 521,3   | 525,8   |
| Venda Nova Imigrante  | 2,307          | 2,588  | 4,857  | 8,2                  | 9,1   | 16,8  | -0,9                     | 0,4  | 18,0 | 138,4                       | 140,9   | 143,4   |
| Viana                 | 4,078          | 6,071  | 12,954 | 14,5                 | 21,3  | 44,8  | -7,2                     | 9,7  | 37,0 | 254,5                       | 258,5   | 262,5   |
| Vila Pavão            | 427            | 896    | 1,592  | 8,0                  | 16,5  | 29,0  | -5,0                     | 13,2 | 42,6 | 21,3                        | 21,4    | 21,5    |
| Vila Valério          | 1,039          | 2,385  | 3,146  | 12,6                 | 28,4  | 37,0  | -10,8                    | 0,3  | 13,6 | 29,9                        | 29,9    | 29,8    |
| Vila velha            | 30,107         | 33,124 | 69,037 | 107,6                | 116,5 | 238,9 | -14,1                    | 4,7  | 26,3 | 2,384,7                     | 2,419,5 | 2,454,9 |
| Vitória               | 37,322         | 36,800 | 68,139 | 133,4                | 129,4 | 235,8 | -18,7                    | -1,9 | 19,2 | 3,766,9                     | 3,804,8 | 3,843,2 |

**Tabela 2:** Associação da frequência ao trabalho com a taxa de incidência da COVID-19 nas regiões de saúde do Espírito Santo.

| Regiões de Saúde     | Variáveis              | $\beta$ | p-valor | (IC 95%)       |
|----------------------|------------------------|---------|---------|----------------|
| Tota1                | Frequência ao trabalho | 0,028   | 0,003   | -0,010; 0,047  |
|                      | Densidade demográfica  | 0,617   | <0,001  | 0,492; 0,742   |
|                      | Interação Ft x Dd      | -0,006  | 0,009   | -0,107; -0,005 |
| Região Norte         | Frequência ao trabalho | 0,011   | 0,629   | -0,033; 0,055  |
|                      | Densidade demográfica  | 0,177   | 0,376   | -0,215; 0,568  |
|                      | Interação Ft x Dd      | 0,001   | 0,925   | -0,011; 0,012  |
| Região Central       | Frequência ao trabalho | 0,010   | 0,722   | -0,046; 0,066  |
|                      | Densidade demográfica  | 0,010   | 0,616   | -0,288; 0,486  |
|                      | Interação Ft x Dd      | -0,001  | 0,909   | -0,015; 0,013  |
| Região Metropolitana | Frequência ao trabalho | 0,021   | 0,177   | -0,010; 0,052  |
|                      | Densidade demográfica  | 0,974   | <0,001  | 0,801; 1,146   |
|                      | Interação Ft x Dd      | -0,001  | 0,057   | -0,015; 0,001  |
| Região Sul           | Frequência ao trabalho | 0,030   | 0,079   | -0,003; 0,063  |
|                      | Densidade demográfica  | 0,631   | <0,001  | 0,391; 0,870   |
|                      | Interação Ft x Dd      | -0,005  | 0,208   | -0,013; 0,003  |

$\beta$  – Coeficiente de regressão para cada termo do modelo: (FT; DD; (FTxDD), IC95%- Intervalo de Confiança de 95%.

Em 2022, a taxa média foi de 68,1/100.000 habitantes. (Dp +- 87,33) tendo os maiores valores observados nos municípios de São Mateus 409,67; Colatina 351,29; Linhares 328,54. Na análise em painel, observou-se associação entre a incidência de covid e a frequência ao trabalho em todos os municípios. No entanto, quando avaliamos por região de saúde observamos associação significativa apenas da densidade demográfica com o COVID-19 na região Central e região Sul (tabela 2).

### Análise entre as regiões de Saúde

Ao analisar o possível efeito da interação entre a frequência ao trabalho e a densidade demográfica realizamos a estratificação em tercís a fim de determinar se as oscilações entre os grupos são maiores do que seria esperado apenas devido ao acaso. Observamos que no segundo tercil de densidade a frequência ao trabalho esteve significativamente associada à taxa de incidência da COVID-19.

**Tabela 3:** Coeficiente de regressão segundo estratos dos tercis de densidade populacional

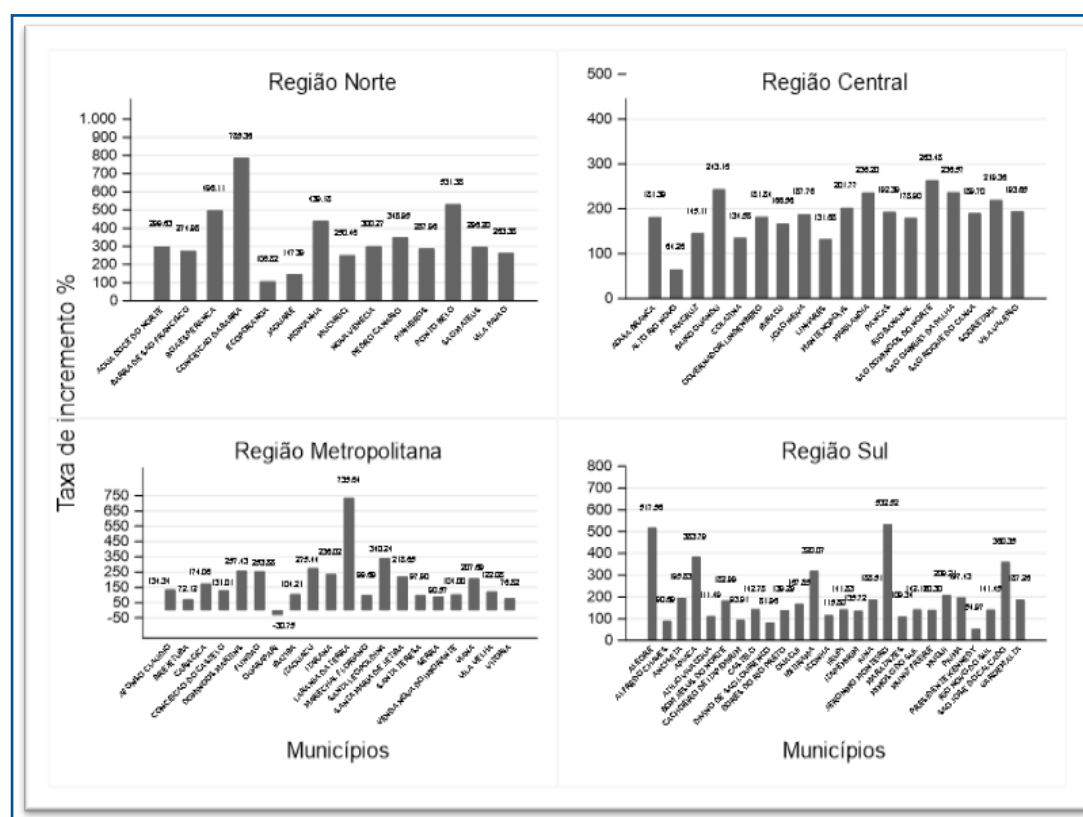
| Densidade demográfica | $\beta$ | P Valor | IC 95% |       |
|-----------------------|---------|---------|--------|-------|
| 1º Tercil             | 0,003   | 0,337   | -0,003 | 0,009 |
| 2º Tercil             | 0,012   | 0,01    | 0,005  | 0,019 |
| 3º Tercil             | -0,007  | 0,087   | -0,016 | 0,001 |

Na análise inter-regional encontrou-se associação do WGM e DD com Taxa de Incidência de COVID-19 apenas na região Metropolitana. Na região Sul, incidência de COVID-19 encontrou-se associada apenas à densidade demográfica. As equações das estimativas dos parâmetros encontrados segundo as regiões de saúde encontram-se na tabela 3.

Na análise estratificada por tercis de densidade, observamos que a mobilidade ao trabalho se encontrou associada a incidência de COVID-19 nos municípios pertencentes ao segundo tercil. Buscou-se analisar o possível efeito do WGM intra-regionalmente mediante a estratificação dos coeficientes de regressão (CR) em tercis e o estabelecimento de suas variações entre as taxas municipais e a variações das regiões de saúde a fim de determinar se as oscilações entre os grupos são maiores do que seria esperado apenas devido ao acaso. Para região Norte observou-se incremento médio de 180% para o primeiro tercil (1º Tercil) do CR, para o segundo tercil (2º Tercil) média de incremento de 330% e de 423% para o terceiro tercil (3º Tercil), todavia as diferenças entre as

médias não se apresentaram significantes com p-value de (0,68 entre 1º e 2º Tercil; 0,130 entre o 1º e 3º Tercil; e 1,00 entre o 2º e o 3º Tercil). Na Região Central observou-se o incremento médio de 192% para o 1º Tercil, 171% para o 2º Tercil e 224% para o 3º Tercil cujas diferenças entre as médias não se mostraram significantes com p-value de 1,0 entre 1º e 2º Tercil; 0,59 entre o 1º e 3º Tercil; e 0,39 entre o 2º e o 3º Tercil. Na região Metropolitana para o 1º Tercil observou-se uma média do incremento da taxa de incidência de 259,5 %, para o 2º Tercil 116,5%, e para o 3º Tercil: 188% cujas diferença não foram significantes (p-value 0,38 entre 1º e 2º Tercil; 1,00 entre o 1º e 3º Tercil; e 1,00 entre o 2º e o 3º Tercil).

Na região Sul para o 1º Tercil observou-se um incremento médio de 237%, para o 2º Tercil 151% e 208% para o 3º Tercil, todavia as diferenças também não se mostraram significantes (com p-value de 0,47 para 1 e 2 tercis e 1,00 para 1 e 3 tercil e de 1,0 entre o 2 e 3 tercil). Na figura 1 apresentamos as taxas de incremento de forma a se identificar os municípios que apresentaram as maiores elevações no período estudado.



**Figura 1:** Taxas incrementais segundo as regiões de Saúde

## DISCUSSÃO

A análise dos dados indica que houve variações na adoção das medidas de distanciamento social entre os municípios.

No presente estudo as taxas de incidência municipal mensais de COVID-19 estiveram positivamente associadas as taxas de presença no trabalho (%) avaliados pela Mobilidade ao Trabalho. Nosso estudo mostrou que a heterogeneidade na adoção das medidas não farmacológicas não alcançou a interrupção esperada da transmissão da doença no nível municipal e intrarregional. Esperava-se que a repercussão das medidas de distanciamento se capilarizasse para os municípios e diminuísse a progressão da taxa de incidência.

As estimativas no início do período epidêmico da COVID-19 ao final de 2019 início de 2020, apontavam que a densidade demográfica poderia exercer um papel relevante no impacto da COVID-19<sup>12</sup>. Nosso estudo encontrou associação positiva entre a densidade demográfica e a taxa de incidência municipal, na região Sul, poupando a Região Metropolitana de maior contingente populacional, verificando-se assim que a densidade populacional pode não ter sido fator determinante na influência da disseminação do vírus. Todavia, nos modelos testados, o produto da interação entre a densidade demográfica e a frequência ao trabalho tampouco mostrou-se associado às taxas de incidência de COVID-19.

O presente estudo assemelha-se com achados de Moraes (2020)<sup>13</sup> ao retratar a heterogeneidade na adoção das medidas não farmacológicas por parte das unidades da federação favorecendo a progressão da doença de forma que “até fevereiro de 2021 a transmissão comunitária continuou ocorrendo”. Em consonância, Barberia et al (2021)<sup>14</sup> identificaram que a intensidade moderada da adoção das medidas não farmacológicas pelos agentes das unidades federadas pode ter favorecido a pouca adesão populacional na diminuição da mobilidade durante o período endêmico, apesar dos esforços realizados pelo governo do Estado do Espírito Santo na adoção das medidas de isolamento social como proibição de eventos, excepcionando-se as igrejas (Decreto 4.599-R)<sup>15</sup> de 18/03/2020, fechamento total das unidades de ensino (Decreto 4.597-R)<sup>16</sup> de 23/03/2020; instituição do teletrabalho para servidores pertencentes grupos de risco (Decreto 4.599-R de 18/03/2020)<sup>15</sup>, isolamento para servidores que apresentem sintomas gripais leves (Decreto 4.599-R de 18/03/2020)<sup>15</sup>, suspensão do funcionamento de academias de ginástica e de shopping centers com atendimento presencial (Decreto 4.600-R)<sup>17</sup> 19/03/2020, suspensão do atendimento em agências bancárias (Decreto 4.604-R de 20/03/2020)<sup>18</sup>, suspensão de funcionamento do comércio e de restaurantes para atendimento presencial (Decreto 4.605-R)<sup>19</sup>.

Aquino et al., (2020)<sup>2</sup> em revisão narrativa destaca que mesmo após a adoção de medidas não farmacológicas pelos estados da federação somente alguns poucos se “destacam pela adoção proativa de políticas rigorosas de distanciamento social”. Nosso estudo reafirma tal questão, que corroboram para justificar os resultados encontrados.

Talic et al., (2021)<sup>20</sup> demonstraram em metanálise de 08 estudos reduções relativas na incidência de 25,0%

(RR 0,75, IC95%: 0,590;0,950) para distanciamento físico, 53,0% (RR 0,47, IC95%: 0,290;0,750) para uso de máscara e 53,0% para lavagem das mãos (RR 0,47, IC95%: 0,190;1,120)<sup>20</sup>.

Como demonstrado por Nepomuceno et al.,<sup>21</sup> para o Brasil, os achados ratificaram a importância da inclusão de variáveis como densidade demográfica na avaliação da mobilidade ao trabalho e seu impacto nas taxas de incidência da COVID-19. Seja com modelos lineares generalizados ou modelos de dados em painel demonstrou-se que em contextos municipais e regionais a mobilidade ao trabalho teve um impacto significativo na incidência do COVID-19.

Um ponto forte do estudo é a metodologia utilizada, pois com a análise de dados em painel conseguimos controlar a autocorrelação e a heterocedasticidade inerente a dados de medidas repetidas ao longo do tempo<sup>22,23</sup>. Assim, os resultados contribuem para customização de estratégias de enfrentamento em cenários futuros fundamentando políticas públicas no âmbito estadual e municipal, demonstrando a necessidade de considerar outras variáveis, como a densidade demográfica nas medidas de saúde pública para que as intervenções não farmacológicas possam surtir melhores efeitos sobre a proteção dos eventos de saúde.

Entre potenciais limitações do estudo, podemos considerar a ocorrência de vies de seleção, frente a ausência da totalidade de dados municipais da frequência ao trabalho, o que acarretou a necessidade de imputação de dados para continuidade do estudo, com chances de distorção da verdadeira relação entre as variáveis estudadas. Outra condição a ser considerada refere-se à qualidade dos dados gerados a partir das notificações dos serviços de vigilância epidemiológica municipais que no primeiro momento da pandemia podem ter subnotificado a ocorrência de casos. Outro ponto de destaque refere-se à ausência de relações com as variações sazonais e climáticas que não foram abordadas no presente estudo e que Hoogeveen<sup>24</sup> evidenciou associação positiva com as variações climáticas no estudo realizado nos Países Baixos.

Assim, a mobilidade ao trabalho empregada como medida não farmacológica no âmbito local do Estado do Espírito Santo (estadual e municipal) impactou negativamente nas taxas de incidência da COVID-19. Os resultados ampliam os conhecimentos na área, incorporando que a variável da densidade populacional deve ser considerada em cenários futuros na tomada de decisões das autoridades sanitárias. Diante dos resultados encontrados aponta-se que a inclusão de outras variáveis, tal qual a densidade demográfica, podem maximizar os resultados alcançados no enfrentamento aos eventos de risco à saúde.

## Contribuições dos autores

Romildo Luiz Monteiro Andrade responsável por todos os aspectos do trabalho; ajuste dos dados e aplicação de técnicas estatísticas, análise e interpretação dos dados e elaboração do artigo; Gabriela Callo Quinte responsável por todos os aspectos do trabalho; ajuste dos dados e aplicação de técnicas estatísticas, análise e interpretação

dos dados e elaboração do artigo; Cristiano Dell’Antonio coleta análise e interpretação dos dados, revisão de versões e revisão crítica do conteúdo; aprovação da versão final; Anselmo Dantas coleta análise e interpretação dos dados, revisão de versões e revisão crítica do conteúdo; aprovação da versão final; Jose Geraldo Mill contribuiu com a concepção do estudo; procedeu a revisão crítica do conteúdo da versão final a ser publicada.

## Financiamento

Esta pesquisa não recebeu financiamento externo.

## Conflito de Interesses

Os autores declaram não haver conflitos de interesses com o tema bem como não terem recebido quaisquer fontes de financiamento para elaboração da publicação.

## REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde (BR), Conselho Nacional de Saúde – CNS. Recomendação nº 036, de 11 de maio de 2020. Recomenda a implementação de medidas de distanciamento social mais restritivo (lockdown), nos municípios com ocorrência acelerada de novos casos de COVID-19 e com taxa de ocupação dos serviços atingido níveis críticos. 2020. Available from: <https://www.gov.br/conselho-nacional-de-saude/pt-br/atos-normativos/recomendacoes/2020/recomendacao-no-036.pdf>
2. Aquino EML, Silveira IH, Pescarini JM, Aquino R, Souza-Filho JA de, Rocha A dos S, et al. Social distancing measures to control the COVID-19 pandemic: potential impacts and challenges in Brazil. *Cien Saude Colet* [Internet]. 2020 Jun;25(suppl 1):2423–46. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1413-81232020256.1.10502020>
3. Espírito Santo. Secretaria da Saúde. Portaria SESA nº 94, de 23 de maio de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do novo coronavírus (COVID-19), nos termos Decreto nº 4636-R, de 19 de abril de 2020, e dá outras providências. 2020;1. Available from: <https://saude.es.gov.br/Media/sesa/coronavirus/Portarias/PORTARIA%20094-R%20-%20MEDIDAS%20DE%20ENFRENTAMENTO.pdf>
4. Espírito Santo. Decreto nº 4593-R de 13 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Decreta o estado de emergência em saúde pública no Estado do Espírito Santo e estabelece medidas sanitárias e administrativas para prevenção, controle e contenção de riscos, danos e agravos decorrentes do surto de coronavírus (COVID-19) e dá outras providências. 2020. Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390664>
5. Espírito Santo. Secretaria da Saúde. Boletim Epidemiológico nº 19 01 - COE Coronavírus – 05 de maio de 2020. Vitória: SESA-ES; 2020. Available from: [https://saude.es.gov.br/coronavirus\\_boletim\\_epidemiologico](https://saude.es.gov.br/coronavirus_boletim_epidemiologico)
6. Espírito Santo. Secretaria da Saúde. Plano Diretor de Regionalização – PDR – ES 2011. Vitória: SESA-ES; 2011. Available from: <https://saude.es.gov.br/GrupodeArquivos/pdr-plano-diretor-de-regionalizacao>
7. Community Mobility Report: Mobility Trends in Espírito Santo, Brazil: Google LLC, 2024. Available from: <https://www.google.com/covid19/mobility/>
8. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). População estimada 2023 [Internet]. Rio de Janeiro: IBGE; 2023. Available from: <https://www.ibge.gov.br/>
9. Espírito Santo. Painel COVID-19 - Estado do Espírito Santo [Internet]. Available from: <https://coronavirus.es.gov.br/painel-covid-19-es>
10. Arbia G. A primer for spatial econometrics with applications in R. London: Palgrave Macmillan; 2014. 230 p.
11. Fávero LP, Belfiore P. Métodos quantitativos com Stata: procedimentos, rotinas e análise de resultados. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil; 2014.
12. Sousa CDK, Morais TC, Daboin BEG, Portugal I, Cavalcanti MPE, Echeimberg JO, et al. Epidemiological profile of COVID-19 in the State of Espírito Santo, Brazil, from March 2020 to June 2021. *J Hum Growth Dev* [Internet]. 2021 Dec 1;31(3):507–20. Available from: <http://dx.doi.org/10.36311/jhgd.v31.12770>
13. Moraes RF. COVID-19 e medidas legais de distanciamento social: isolamento social, gravidade da epidemia e análise do período de 25 de maio a 7 de junho de 2020 (boletim 5). Nota técnica 22 [Internet]. IPEA; 2020. Available from: <http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/10073>
14. Barberia LG, Cantarelli LGR, Oliveira MLC, Moreira NP, Rosa ISC. The effect of state-level social distancing policy stringency on mobility in the states of Brazil. *Rev adm pública* [Internet]. 2021 Feb;55(1):27–49. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0034-761220200549>
15. Espírito Santo. Decreto nº 4599-R de 18 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do coronavírus (COVID-19) em diferentes áreas, e dá outras providências. 2020. Available from: <http://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390664>

legisweb.com.br/legislacao/?id=390748

16. Espírito Santo. Decreto nº 4597-R de 16 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre as medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do coronavírus (COVID-19) na área da educação, e dá outras providências. 2020. Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390701>
17. Espírito Santo. Decreto nº 4600-R de 19 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do coronavírus (COVID-19), e dá outras providências. 2020. Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390829>
18. Espírito Santo. Decreto nº 4604-R de 20 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do novo coronavírus (COVID-19), e dá outras providências. 2020. Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=390950>
19. Espírito Santo. Decreto nº 4605-R de 20 de março de 2020. Diário Oficial do Espírito Santo [Internet]. Dispõe sobre medidas para enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do novo coronavírus (COVID-19), e dá outras providências. 2020. Available from: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=391204>
20. Talic S, Shah S, Wild H, Gasevic D, Maharaj A, Ademi Z, et al. Effectiveness of public health measures in reducing the incidence of covid-19, SARS-CoV-2 transmission, and covid-19 mortality: systematic review and meta-analysis. *BMJ* [Internet]. 2021 Nov 17;375:e068302. Available from: <http://dx.doi.org/10.1136/bmj-2021-068302>
21. Nepomuceno TCC, Garcez TV, Silva LCE, Coutinho AP. Measuring the mobility impact on the COVID-19 pandemic. *Math Biosci Eng* [Internet]. 2022 May 12;19(7):7032–54. Available from: <http://dx.doi.org/10.3934/mbe.2022332>
22. Martins TC de F, Guimarães RM. Distanciamento social durante a pandemia da Covid-19 e a crise do Estado federativo: um ensaio do contexto brasileiro. *Saúde em Debate* [Internet]. 2022;46(spe1):265–80. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-11042022E118>
23. Maciel EL, Gonçalves Junior E, Lima RCD, Zandonade E, Faria Sobrinho J, et al. Estudo da qualidade dos dados do Painel COVID-19 para crianças, adolescentes e jovens, Espírito Santo – Brasil, 2020. *Esc Anna Nery* [Internet]. 2021;25:e20200509. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ean/a/bPgB8vMLrPGD3c3kLhD3n6p/?lang=pt>
24. Hoogeveen MJ, Kroes ACM, Hoogeveen EK. Environmental factors and mobility predict COVID-19 seasonality in the Netherlands. *Environ Res* [Internet]. 2022 Aug;211(113030):113030. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.envres.2022.113030>

## Abstract

**Introduction:** in Brazil, non-pharmacological measures were put into practice to reduce the transmission of SARS-CoV-2.

**Objective:** evaluate the effect of Social Distancing (SD) on the incidence of COVID-19 in the municipalities of Espírito Santo (ES).

**Methods:** ecological study by regional aggregate to evaluate the effect of SD by the Work Mobility (WM) on the adjusted municipal incidence rate of COVID-19 in ES from March 2020 to December 2022.

**Results:** Covid incidence rates in ES were positively associated with WM ( $\beta$ :0,028; IC: -0,010; 0,047). When stratified by health region and density tertiles, only the South region and the tertile with the highest demographic density maintained the association.

**Conclusion:** the adoption of SD measures should incorporate demographic density as a vulnerability criterion in future epidemiological risk situations.

**Keywords:** Social Distancing; SARS-CoV-2, COVID-19, Public Health.

©The authors (2025), this article is distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The Creative Commons Public Domain Dedication waiver (<http://creativecommons.org/publicdomain/zero/1.0/>) applies to the data made available in this article, unless otherwise stated.