

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação

HELENA PATO MAGALHÃES

MONOGRAFIA DE PROJETO ORIENTADO EM COMPUTAÇÃO I
MAPEAMENTO DA DESIGUALDADE NA VACINAÇÃO CONTRA COVID-19

Belo Horizonte
2021/1º semestre

Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Exatas
Departamento de Ciência da Computação
Curso de Bacharelado em Ciência da Computação

**MAPEAMENTO DA DESIGUALDADE NA
VACINAÇÃO CONTRA COVID-19**

por

HELENA PATO MAGALHÃES

Monografia de Projeto Orientado em Computação I

Apresentado como requisito da disciplina de Projeto Orientado em
Computação I do Curso de Bacharelado em Ciência da Computação da
UFMG

Prof. Dr. Flávio Vinícius Diniz de Figueiredo
Orientador

Belo Horizonte
2021/1º semestre

RESUMO

O objetivo deste trabalho é investigar a relação entre a distribuição de renda e a situação de vacinação contra a doença COVID-19 dos habitantes do estado de Minas Gerais, e de sua capital, Belo Horizonte. Para isso, coletamos dados disponíveis publicamente relacionados aos tópicos citados e utilizamos técnicas de ciências dos dados para relacioná-los e analisá-los. Nossa expectativa é comprovar que a política de vacinação é desigual, de forma a favorecer pessoas de renda alta. Como resultado deste estudo geramos mapas da distribuição de renda e de vacinados em Belo Horizonte e Minas Gerais, além de diversos gráficos que caracterizam a vacinação nas duas regiões.

Palavras-chave: Belo Horizonte; Mapa; Vacinação, COVID-19; Desigualdade; Minas Gerais

ABSTRACT

The objective of this work is to investigate the relation between the distribution of income and the situation of vaccination against the COVID-19 disease of the inhabitants of Minas Gerais state and its capital Belo Horizonte. For that, we collected publicly available data related to these topics and used data science techniques to relate and analyze them. Our expectation is to prove that the vaccination policy is unequal, in a way that favors high income people. As results of this study, we produced maps of the distribution of income and vaccinated people in Belo Horizonte and Minas Gerais, and various graphics that characterize the vaccination process in both regions.

Keywords: Belo Horizonte; Map; Vaccination, COVID-19; Inequality; Minas Gerais

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	7
Figura 2	16
Figura 3	16
Figura 4	18
Figura 5	19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	9
Tabela 2	11

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	12
Gráfico 2	12
Gráfico 3	13
Gráfico 4	13
Gráfico 5	14
Gráfico 6	14
Gráfico 7	14
Gráfico 8	15
Gráfico 9	15

LISTA DE SIGLAS

MG Minas Gerais
BH Belo Horizonte
UF Unidade Federativa
CEP Código de Endereçamento Postal
API Application Programming Interface

SUMÁRIO

RESUMO.....	III
ABSTRACT	IVV
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	V
LISTA DE GRÁFICOS.....	V
LISTA DE SIGLAS	V
1 INTRODUÇÃO.....	7
2 CONTEXTUALIZAÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO	8
3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO	9
3.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL	9
3.2 MAPAS DE MINAS GERAIS	10
3.3 MAPAS DE BELO HORIZONTE	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.1 CARACTERIZAÇÃO DE MINAS GERAIS	12
4.2 CARACTERIZAÇÃO DE BELO HORIZONTE	14
4.3 MAPAS DE MINAS GERAIS	15
4.4 MAPAS DE BELO HORIZONTE	17
5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTUROS.....	20
6 REFERÊNCIAS.....	21

1 INTRODUÇÃO

A vacinação contra COVID-19 se iniciou, no Brasil, no dia 17 de janeiro de 2021 (CRUZ, 2021) e prosseguiu de forma lenta durante seus primeiros meses (DIAS, 2021), seguindo a política estabelecida pelo Ministério da Saúde. Esse plano de vacinação opta por priorizar grupos como trabalhadores da saúde, visando manter o funcionamento desses serviços, e cidadãos com risco de agravamento da doença, como idosos e pessoas com comorbidades (PAGNO, 2021).

A utilização desses critérios pode tornar o processo de vacinação desigual, dado que vários dos grupos priorizados são compostos majoritariamente por habitantes de renda alta. Isso é o que constata um estudo do Labcidade (MARINO, 2021), referente à cidade de São Paulo. Os mapas da figura 1 mostram claramente uma tendência oposta entre as vítimas de COVID-19 e os vacinados, sendo que as áreas mais afetadas pela doença são onde mora a população de baixa renda.

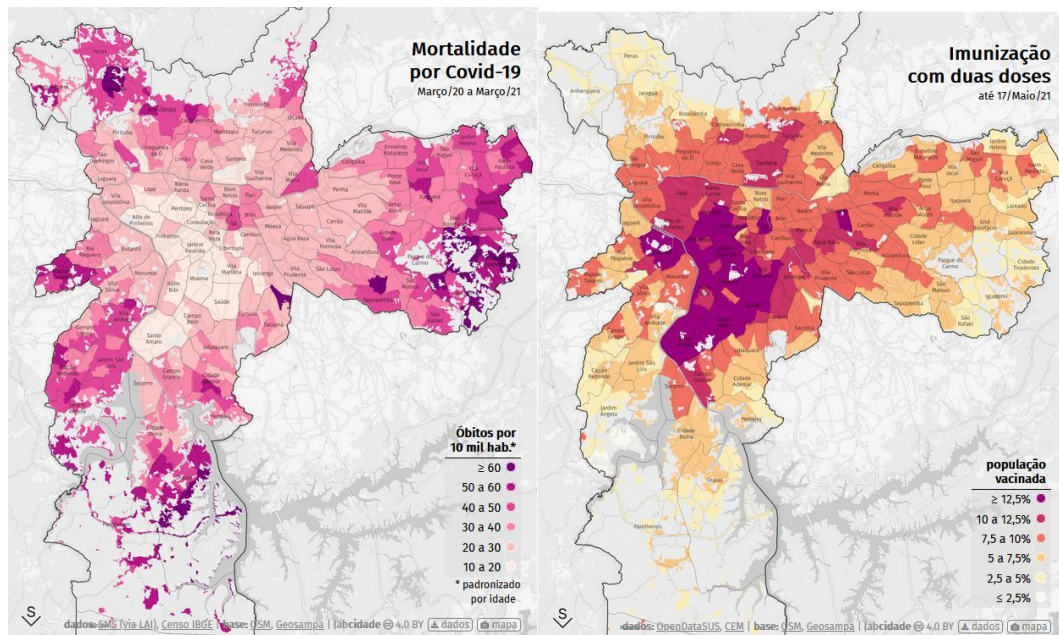


Figura 1: Mapas apresentados no estudo do Labcidade.

Motivados por esses resultados, idealizamos uma investigação da relação entre a renda e a vacinação dos moradores do estado de Minas Gerais e de sua capital, Belo Horizonte. Para isso, objetivamos a criação de mapas, similares aos do Labcidade, que ilustrassem a distribuição de renda e de vacinados nas regiões citadas. Utilizamos conjuntos de dados disponíveis publicamente e ferramentas de ciência dos dados para relacionar essas informações e interpretar os resultados obtidos.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Identificado em dezembro de 2019, o vírus Sars-CoV-2, ou novo coronavírus, é o causador da doença COVID-19, responsável pela atual pandemia mundial. Pandemia é uma enfermidade epidêmica amplamente disseminada (UNIMED, 2021). Nesse contexto, populações de baixa renda tem uma chance maior de sofrer mais com essa doença, por causa de falta de acesso a condições básicas de higiene e a cuidados de saúde, além da predominância de empregos que impossibilitam distanciamento social (Imperial College COVID-19 response team, 2020).

Para investigar essa situação, utilizamos ferramentas de ciência dos dados, área que pretende tirar conclusões úteis sobre dados grandes e diversos através de exploração, predição e inferência. Exploração envolve identificar padrões nas informações, enquanto predição requer o uso de dados conhecidos para fazer suposições sobre valores desconhecidos e, por fim, inferência deve quantificar o grau de certeza. (ADHIKARI, 2020).

A principal ferramenta utilizada foi a linguagem de programação Python. Criada em 1989 por Guido van Rossum, é uma linguagem dinâmica, interpretada e majoritariamente imperativa. A plataforma utilizada para a manipulação dos dados foi o Jupyter Notebook, uma aplicação web de código aberto que permite a criação e compartilhamento de documentos contendo código, equações, visualizações e texto (Project Jupyter, 2021).

Dentre as bibliotecas de Python utilizadas está NumPy, fundamental para computação científica. Em seu núcleo está o objeto arranjo multidimensional, *ndarray*, e o acompanham diversas funções que podem ser aplicadas sobre ele de forma eficiente (NumPy, 2021). Também usamos a biblioteca Matplotlib, ideal para criar visualizações estáticas, dinâmicas e interativas em Python (Matplotlib, 2021).

Outro instrumento importante para nossas atividades foi o pacote Pandas, que é essencial para fazer análise de dados em alto nível usando Python. Seu principal componente é o objeto *DataFrame* que permite o manuseio de dados de forma eficiente e intuitiva (Pandas, 2021). Já o GeoPandas é um projeto de código aberto para manipulação de dados geoespaciais em Python. Ele estende os *datatypes* estabelecidos pelo Pandas para permitir operações espaciais em tipos geométricos (GeoPandas, 2021). Essa biblioteca foi usada na criação dos mapas.

Além de programas na linguagem Python, foi utilizado o software Microsoft Excel para formatar os dados a serem analisados.

Para quantificar a correlação entre a renda e o número de vacinados, usamos o coeficiente de correlação de postos de Spearman, que é uma medida da dependência estatística entre a classificação de duas variáveis. Ele avalia com que intensidade a relação entre duas variáveis pode ser descrita pelo uso de uma função monótona. Seu valor é contido entre -1 e 1, sendo alto quando as observações tiverem um posto similar entre as duas variáveis, e baixo quando as observações tiverem um posto dissimilar entre as duas variáveis (WIKIPEDIA, 2021).

3 DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO

O presente estudo foi dividido em três partes. A primeira foi a caracterização inicial dos dados da vacinação, tanto de Minas Gerais quanto de Belo Horizonte. A segunda foi a elaboração dos mapas da distribuição de vacinados e de renda no estado. Por fim, a última parte foi o desenho dos mesmos mapas referentes à capital.

3.1 CARACTERIZAÇÃO INICIAL

Primeiramente, no dia 03/06/2021, obtivemos os dados da campanha de vacinação contra COVID-19 no Brasil¹, fornecidos pelo Ministério da Saúde, através do portal openDataSUS. Na tabela 1, é mostrado um dicionário de dados da base, com alguns dos atributos que foram relevantes ao estudo.

Campo	Descrição
documento_uuid	Identificador único do documento do vacinado
paciente_sexo_biologico	Sexo biológico do vacinado
paciente_etnia	Etnia do vacinado
paciente_unidade_federativa	Sigla da UF de endereço do vacinado
paciente_municipio	Nome do município de endereço do vacinado
paciente_cep	5 primeiros dígitos do CEP de endereço do vacinado
paciente_grupo	Nome do grupo de atendimento do vacinado
paciente_faixa_etaria	Faixa etária do vacinado

Tabela 1: Parte do dicionário de dados da base da vacinação contra COVID-19 no Brasil.

Usando a sigla da UF e o nome da cidade, separamos os dados referentes a Minas Gerais e a Belo Horizonte. Agregamos os dados pelos atributos sexo, etnia, grupo e faixa etária e contamos o número de vacinados usando o identificador único, então desenhamos gráficos, com a biblioteca Matplotlib. Todas as visualizações geradas serão mostradas na seção de resultados.

¹ <https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/covid-19-vacinacao>

3.2 MAPAS DE MINAS GERAIS

Para gerar os mapas do estado, primeiramente agregamos os dados de MG por município, contando os identificadores únicos e obtendo o número de vacinados em Minas Gerais por cidade. Então, para a renda, buscamos os dados de renda média domiciliar per capita por município do estado², referentes ao censo demográfico do IBGE de 2010.

Baixamos os dados geográficos do estado, no site da Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais³, para desenhar os mapas. Por fim, geramos os mapas de distribuição de renda e vacinados em Minas Gerais por município, usando a biblioteca GeoPandas.

Calculamos a correlação de Spearman entre os valores de renda e vacinados, para verificar, de forma objetiva, a sua relação. A divisão do estado em municípios é uma granularidade amplamente adotada, portanto, encontrar e agregar os dados de MG foi relativamente simples.

3.3 MAPAS DE BELO HORIZONTE

Optamos em dividir o município em setores censitários, então obtivemos os dados geográficos do estado de Minas segmentado em setores censitários, também do site do IEDE, e filtramos os referentes a BH. Encontramos os dados de renda dos domicílios particulares, divididos por setor censitário, do censo demográfico do IBGE de 2010⁴.

Domicílios particulares são aqueles onde o relacionamento entre seus ocupantes é ditado por laços de parentesco, de dependência doméstica ou por normas de convivência. Em oposição aos domicílios coletivos, que são instituições onde a relação entre as pessoas, moradoras ou não, é restrita a normas de subordinação administrativa (IBGE, 2021). A tabela 2 representa o dicionário dos dados obtidos.

Somamos o número de domicílios de cada faixa de salário (v005 a v014) para obter o número total de domicílios particulares. Então, dividimos o valor total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares (v002) pela soma calculada, obtendo assim, a média do rendimento nominal mensal por domicílio particular por setor. Esse valor foi usado em conjunto com os dados geográficos, para desenhar o mapa da distribuição de renda do município por setor censitário.

² <http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/censo/cnv/rendamg.def>

³ <http://iede.fjp.mg.gov.br/catalogo.html>

⁴ <https://basedosdados.org/dataset/br-ibge-censo-demografico>

6.19 Arquivo Renda dos Domicílios (planilha DomicilioRenda_UF.xls ou DomicilioRenda_UF.csv)

NOME DA VARIÁVEL	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL
Cod_setor	Código do setor censitário
Situação_setor	Código de situação do setor censitário (ver planilha Basico UF.xls)
V001	Total de domicílios particulares improvisados
V002	Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares
V003	Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares permanentes
V004	Total do rendimento nominal mensal dos domicílios particulares improvisados
V005	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de até 1/8 salário mínimo
V006	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/8 a 1/4 salário mínimo
V007	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/4 a 1/2 salário mínimo
V008	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1/2 a 1 salário mínimo
V009	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 1 a 2 salários mínimos
V010	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 2 a 3 salários mínimos
V011	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 3 a 5 salários mínimos
V012	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 5 a 10 salários mínimos
V013	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 10 salários mínimos
V014	Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita

Tabela 2: Dicionário de dados da renda domiciliar por setor censitário

O processo de mapear os dados da vacinação para os dados geográficos de Belo Horizonte foi complicado. A única informação de localização presente nos dados da vacinação é o CEP anonimizado do vacinado, que consiste nos cinco primeiros dígitos do CEP. Como nos dados geográficos está contida a informação de latitude e longitude, mapeamos os valores dos CEPs para essas coordenadas.

Para isso, foi necessário obter os valores de CEPs completos de BH, através do banco de dados CEPlá⁵ e usá-los para busca na API CEP Aberto⁶, que fornece os dados de latitude e longitude a partir do CEP. Usamos essas coordenadas para mapear os CEPs completos para os setores censitários, com funções do GeoPandas. Então, selecionamos os cinco primeiros dígitos dos CEPs completos e correspondemos os vacinados de cada setor. Com os dados do número de vacinados por setor censitário do município, desenhamos o mapa da distribuição e calculamos a correlação entre os valores.

⁵ <http://cep.la/>

⁶ <https://www.cepaberto.com/>

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, vamos exibir os resultados gerados ao longo do desenvolvimento do trabalho, além de interpretá-los e comentar sua significância.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DE MINAS GERAIS

Em primeiro lugar, mostramos a seguir, os gráficos gerados durante a caracterização inicial dos dados da vacinação no estado de Minas Gerais. Cada linha da tabela representa uma dose de vacina aplicada. São 6208001 linhas no total.

Número de vacinados em MG por sexo biológico

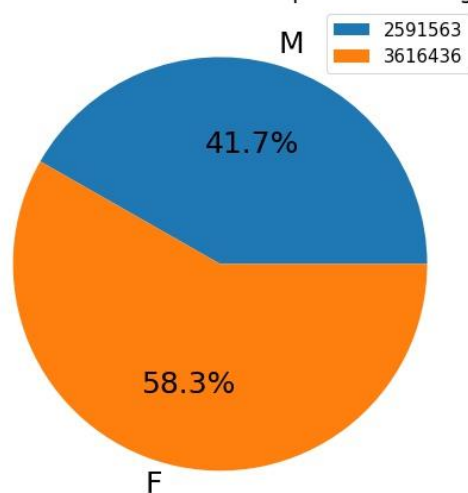


Gráfico 1: Número de vacinados em MG por sexo.

Número de vacinados em MG por etnia

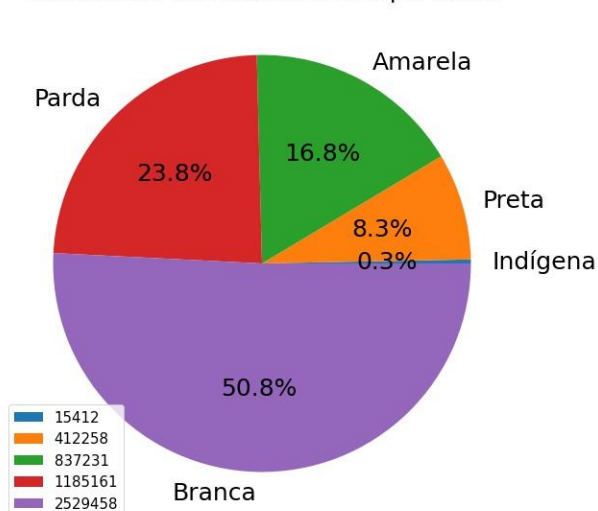


Gráfico 2: Número de vacinados em MG por etnia.

No gráfico 1, referente ao sexo dos vacinados, os valores estão dentro do esperado. Segundo o IBGE (2012), a população do sexo feminino em MG corresponde a aproximadamente 51% do total. O número de mulheres vacinadas está um pouco acima disso, mas com o avanço da vacinação, é esperado que a porcentagem se aproxime mais desse valor.

Já no segundo gráfico, podemos ver uma diferença em relação ao perfil da população. Segundo o censo demográfico de 2010 do IBGE, a população de Minas se divide em, aproximadamente, 0.1% indígena, 0.9% amarela, 9.1% preta, 44.1% parda e 45.3% branca. Percebemos que os números são próximos, exceto nos grupos pardo e amarelo. A porcentagem de pardos vacinados é quase metade da porcentagem de sua população total, e a de amarelos vacinados é dezesseis vezes maior do que a total. Essa diferença pode ser causada pela priorização de certos grupos durante a vacinação.

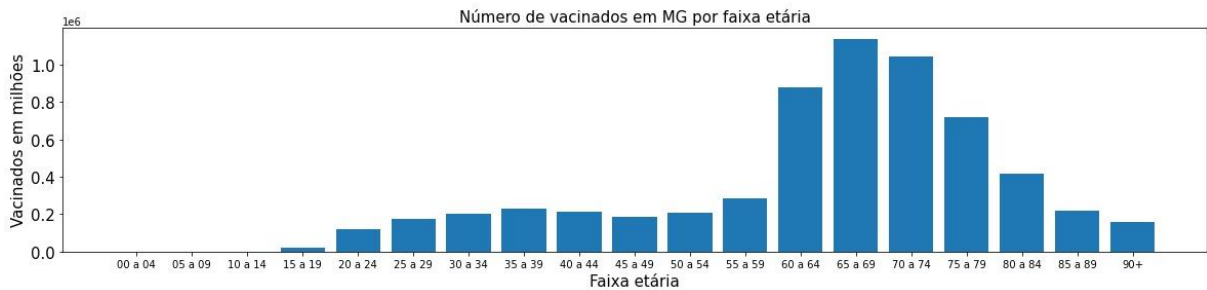


Gráfico 3: Número de vacinados em MG por faixa etária.

No gráfico 3, temos uma concentração de vacinados com idades entre 60 e 84 anos. Isso é esperado, dado que a vacinação por faixa etária prioriza os mais velhos e os vacinados cujo grupo de vacinação é 'faixa etária' representam 68.7% do total. Os demais vacinados mais jovens fazem parte de algum dos outros grupos prioritários ilustrados no gráfico 4.

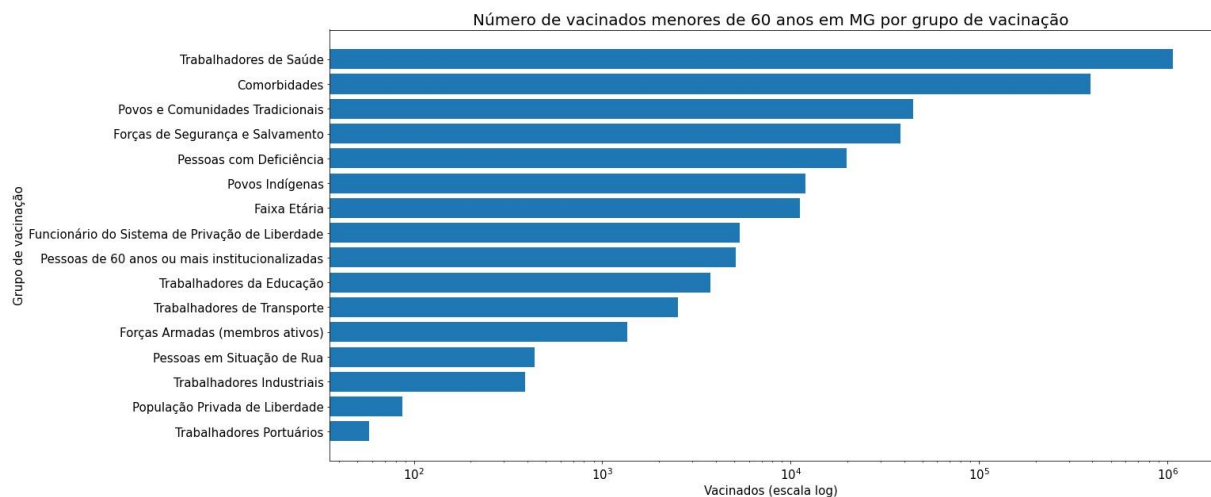


Gráfico 4: Número de vacinados em MG, menores de 60 anos, por grupo de vacinação.

O gráfico mostra que a maior parte dos vacinados mais jovens se enquadram nos grupos de trabalhadores da saúde e pessoas com comorbidades, que estão bem à frente dos demais. O grupo faixa etária fica agora em sétimo lugar entre os mais vacinados.

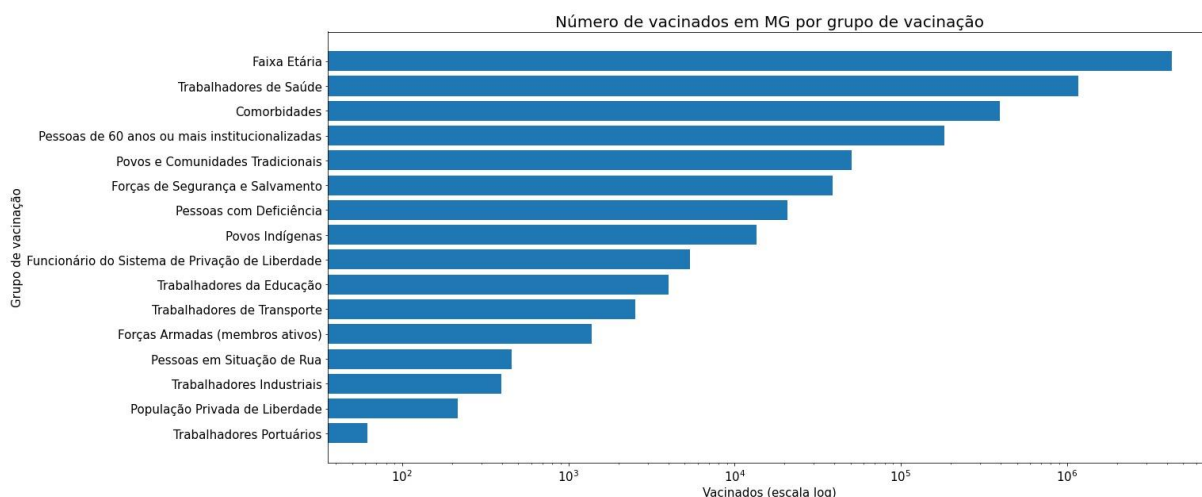


Gráfico 5: Número de vacinados em MG por grupo de vacinação.

Podemos ver que, no total, o grupo com o maior número de vacinados foi por faixa etária, o que também pode ser visto no gráfico 3. Isso se deve à maior quantidade de membros desses grupos presentes na população. Em seguida, estão os trabalhadores da saúde, que representam 18.9% do total de vacinados e 65.2% dos vacinados menores de 60 anos.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DE BELO HORIZONTE

Agora vamos apresentar os resultados da caracterização da capital, comparando com o estado. O número total de linhas da tabela de BH foi de 988631, 15.9% do total de MG.

Número de vacinados em BH por sexo biológico

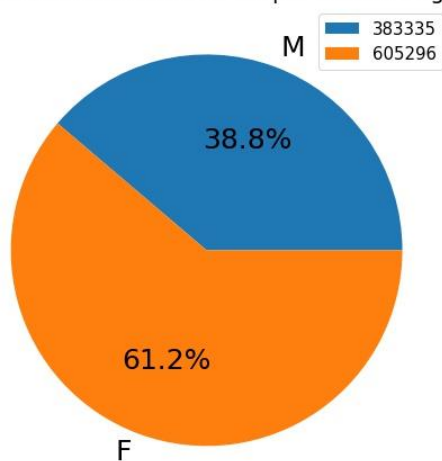


Gráfico 6: Número de vacinados em BH por sexo.

Número de vacinados em BH por etnia

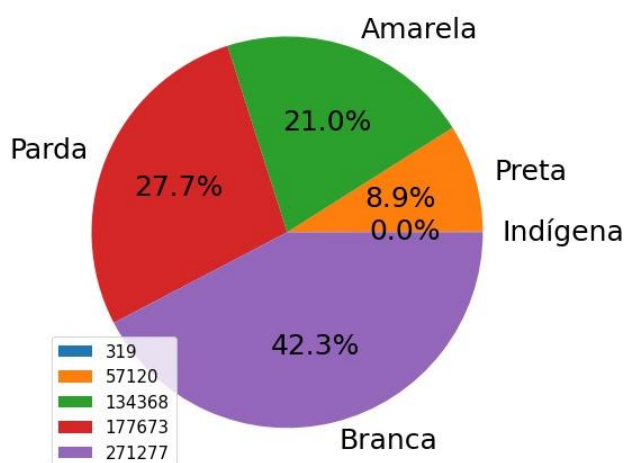


Gráfico 7: Número de vacinados em BH por etnia.

Na divisão de vacinados por sexo em Belo Horizonte, notamos uma diferença maior ainda entre homens e mulheres. A porcentagem total de mulheres na cidade é ligeiramente maior do que no estado, representando 53.1% (IBGE, 2012).

Em relação à divisão por etnia, temos uma situação análoga à do estado. A população do município se divide em 0.1% indígena, 1% amarela, 10.1% preta, 41.8% parda e 46.6% branca (IBGE, 2010). Mais uma vez, podemos ver um número maior do que o esperado de vacinados amarelos e uma quantidade menor do que a porcentagem total de pardos.

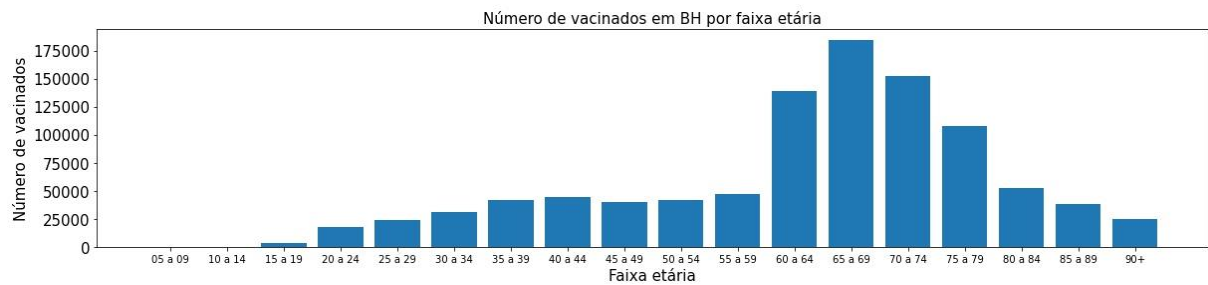


Gráfico 8: Número de vacinados em BH por faixa etária.

No gráfico por idade, novamente temos uma situação muito similar ao estado. Os vacinados entre 60 e 84 anos representam 64.2% do total. Já dentre os menores de 60 anos, 66.1% pertencem ao grupo de trabalhadores da saúde e 28.3% ao de pessoas com comorbidades.

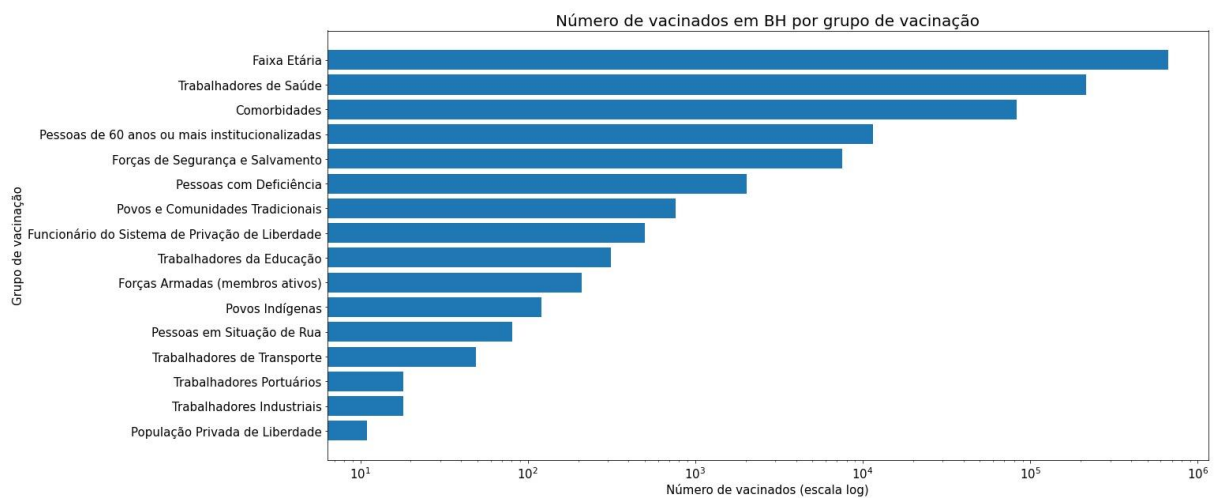


Gráfico 9: Número de vacinados em BH por grupo de vacinação.

Em Belo Horizonte, o grupo de ‘forças de segurança e salvamento’ recebeu mais destaque do que em Minas, passando do sexto para o quinto lugar. Já ‘povos e comunidades tradicionais’ caiu do quinto para o sétimo lugar. Os três primeiros grupos destoam dos demais com números muito maiores.

4.3 MAPAS DE MINAS GERAIS

Nesta seção, vamos analisar os mapas gerados da distribuição de vacinados e de renda por município de Minas Gerais. É necessário esclarecer que as regiões em branco foram aquelas sobre as quais não conseguimos obter informação.

Renda média domiciliar per capita em MG por município

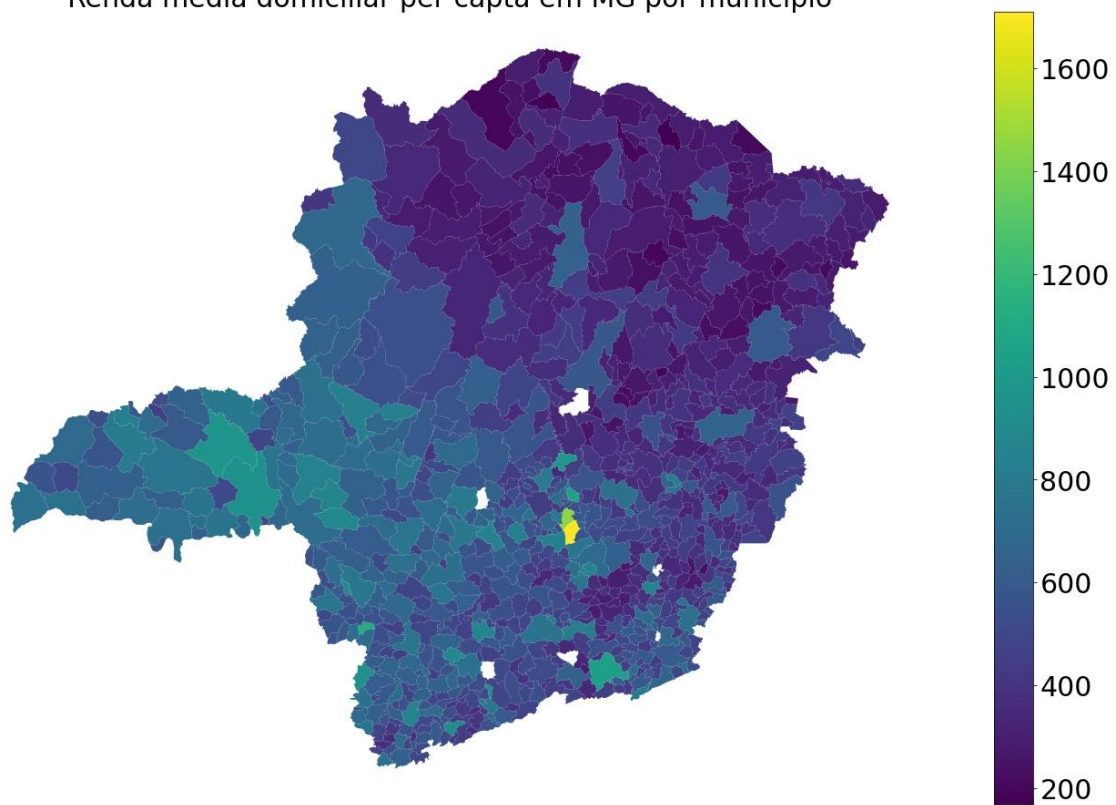


Figura 2: Mapa da distribuição de renda por município do estado de Minas Gerais.

Número de vacinados em MG por município em escala logarítmica

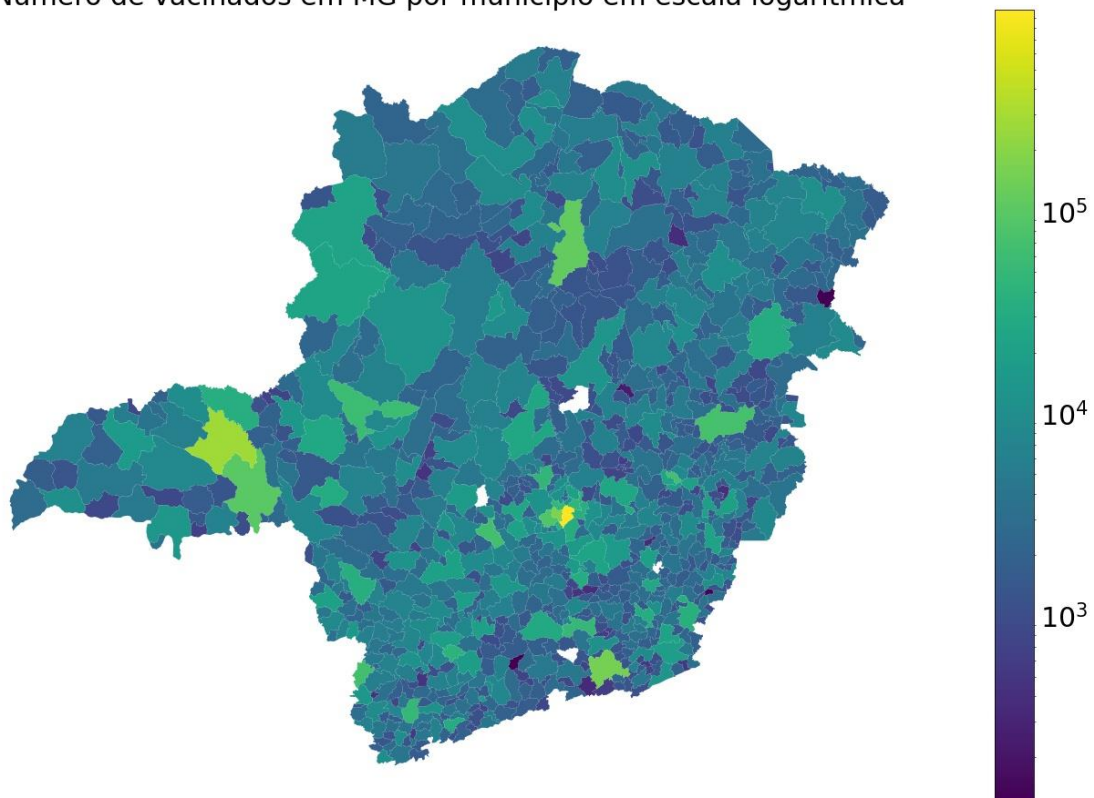


Figura 3: Mapa da distribuição de vacinados por município do estado de Minas Gerais.

No mapa da figura 2, podemos ver uma grande desigualdade na distribuição de renda entre as regiões do estado. Desde o noroeste de Minas até o sul, incluindo o triângulo mineiro, vemos um tom mais claro, indicando uma renda maior. Enquanto isso, as regiões norte e do Jequitinhonha têm um tom notavelmente mais escuro. A capital e a cidade de Nova Lima se destacam na região central, sendo a segunda, o município com a maior renda média domiciliar per capita do estado, que corresponde a, aproximadamente, R\$1700,00.

Já o mapa da distribuição de vacinados não segue uma tendência similar. As cores no mapa estão muito mais espalhadas. A única cidade a se destacar é Belo Horizonte, com 988631 vacinados, enquanto Uberlândia (no triângulo), que vem em seguida, tem 270288, uma diferença de mais de 700000 pessoas.

A fim de medir a correlação entre esses dois valores de forma objetiva, calculamos o coeficiente de Spearman entre eles. O resultado foi de aproximadamente 0.44, o que indica que há uma correlação positiva fraca entre o número de vacinados e a renda média nos municípios de Minas Gerais. Podemos dizer isso pois o valor do coeficiente é maior do que 0, mas ainda é mais próximo desse número do que de 1.

4.4 MAPAS DE BELO HORIZONTE

Faremos agora a análise dos mapas da distribuição de renda e vacinados na capital.

Distribuição de renda em BH por setor censitário em escala logarítmica

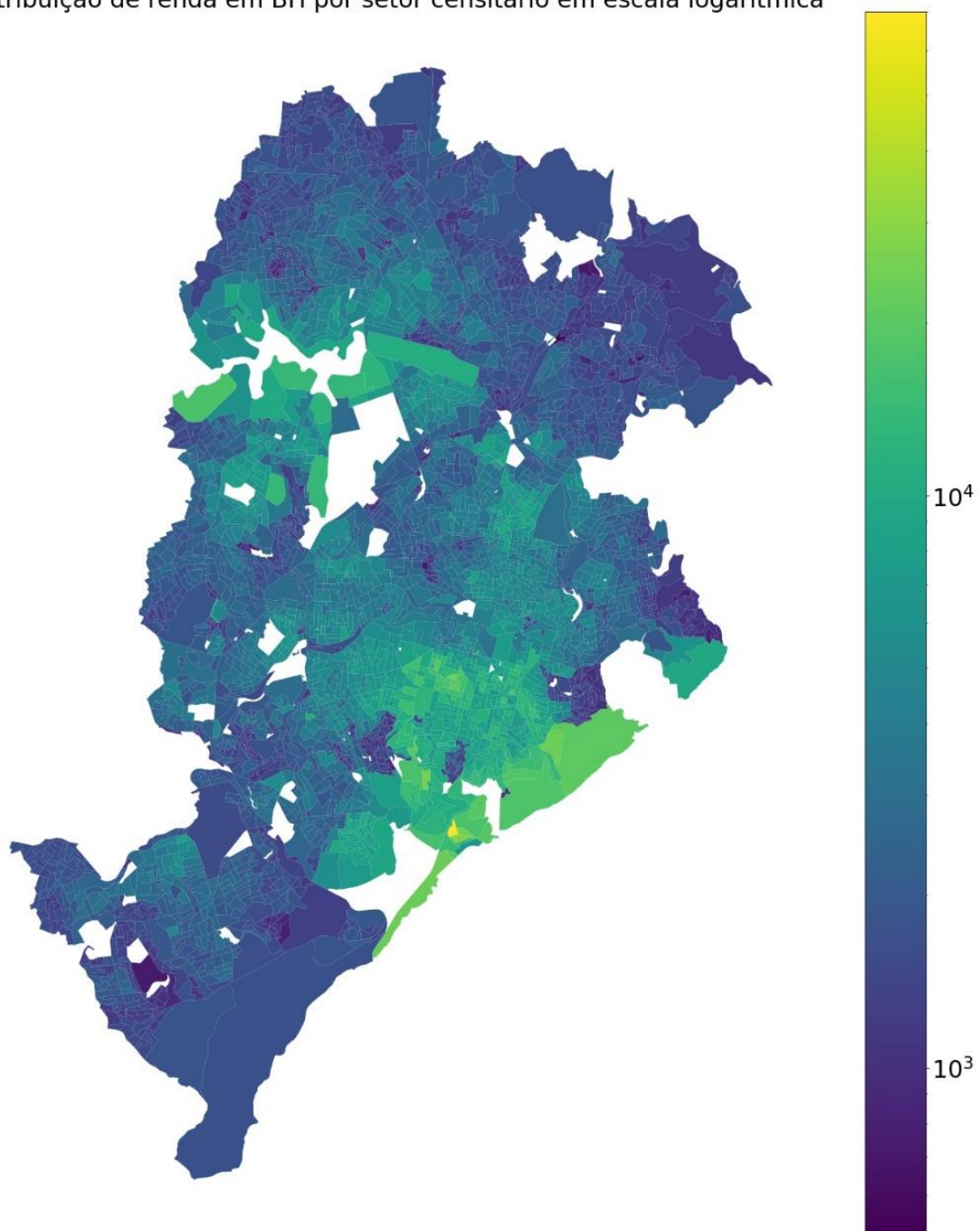


Figura 4: Mapa da distribuição de renda por setor censitário do município de Belo Horizonte.

Distribuição de vacinados em BH por setor censitário em escala logarítmica

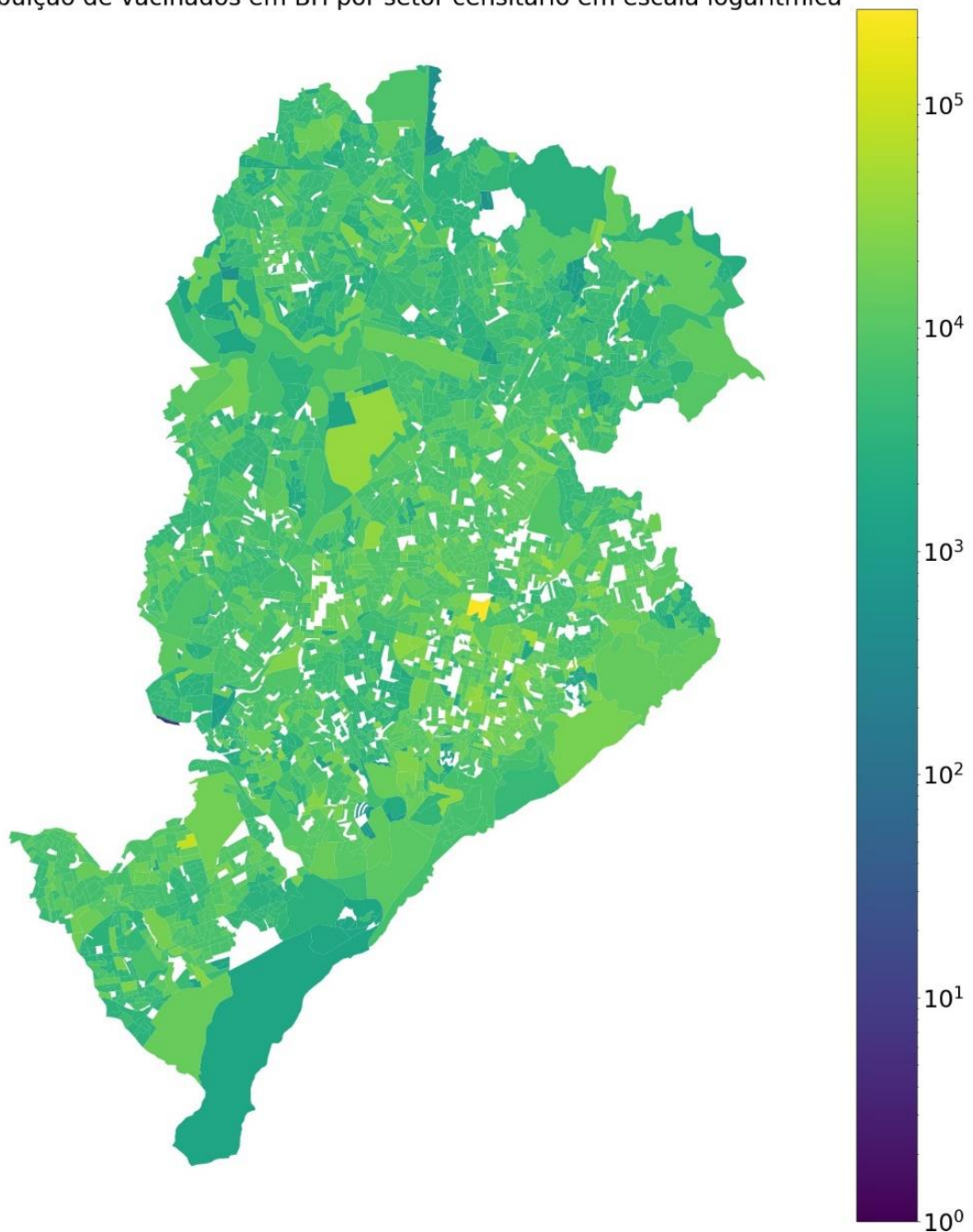


Figura 5: Mapa da distribuição de vacinados por setor censitário do município de Belo Horizonte.

Assim como em Minas Gerais, é visível uma grande desigualdade na distribuição de renda entre as regiões de sua capital. Há uma concentração nas regiões centro-sul e da Pampulha, enquanto as demais apresentam um tom bem mais escuro.

Na figura 5, porém, temos uma situação muito diferente. A vacinação na cidade está distribuída de maneira bastante uniforme entre os setores censitários. Apenas um setor, na região centro-sul, tem um valor superior aos demais. O mapa da vacinação no município difere do mapa

correspondente do estado, que tem grandes diferenças de vacinados, porém distribuídos pelo seu território.

O coeficiente de Spearman obtido foi de cerca de 0.19. Menos da metade daquele obtido em Minas. Dessa forma, podemos dizer que também há uma relação positiva entre o número de vacinados e a renda na cidade, porém ela é ainda mais fraca do que no estado.

5 CONCLUSÕES E TRABALHO FUTUROS

Durante este trabalho exploramos dados demográficos e da vacinação no estado de Minas Gerais e sua capital, Belo Horizonte, coletados até o dia 03/06/2021. Procuramos identificar padrões e tendências nos dados, além de relacionar as características demográficas com a vacinação e entender seu significado social dada a política de vacinação estabelecida.

Depois das análises feitas, é evidente que a priorização dos grupos definidos pelo Ministério da Saúde favorece parcelas da população de forma desigual. Um dos exemplos vistos foi o das pessoas de etnia amarela e parda, que foram vacinadas em proporções muito diferentes de seus números totais.

Apesar disso, durante a época analisada, não houve uma correlação expressiva entre o valor de renda e o número de vacinados nos territórios contemplados. A correlação existe, e é positiva, porém seu valor baixo faz com que sua relevância não seja muito grande.

Assim, para a segunda parte do Projeto Orientado, planejamos fazer uma análise temporal da evolução da correlação entre a renda e o número de vacinados, com o intuito de verificar se ela foi mais forte em determinado período da vacinação. Também visamos analisar a relação da vacinação em regiões em que a doença tirou mais vidas, pensando em verificar a eficiência do processo em regiões de risco. Por fim, objetivamos calcular a correlação da renda com a vacinação em outros países, para verificar se a obtida no Brasil é parte de uma tendência.

6 REFERÊNCIAS

ADHIKARI, A; DENERO, J. **Computational and Inferential Thinking**. Chapter 1 What is Data Science, 2020. Disponível em: <<https://inferentialthinking.com/chapters/01/what-is-data-science.html>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

CRUZ, E. P. **Enfermeira de São Paulo é primeira brasileira vacinada contra covid-19**. Agência Brasil, 17 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/saude/noticia/2021-01/enfermeira-de-sao-paulo-e-primeira-brasileira-vacinada-contra-covid-19>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

DIAS, L. C. **Vacinação lenta preocupa**. Jornal da UNICAMP, 24 de mai. de 2021. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/artigos/luiz-carlos-dias/vacinacao-lenta-preocupa>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

GeoPandas developers. **GeoPandas 0.9.0**, 2021. Disponível em: <<https://geopandas.org/>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

Imperial College COVID-19 response team. **Report 22: Equity in response to the COVID-19 pandemic: an assessment of the direct and indirect impacts on disadvantaged and vulnerable populations in low-and lower middle-income countries**. 12 de maio de 2020. Disponível em: <<https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/medicine/mrc-gida/2020-05-12-COVID19-Report-22.pdf>>. Acesso em: 6 de set. de 2021

Infraestrutura Estadual de Dados Espaciais de Minas Gerais. **Catálogo IEDE**. Disponível em: <<http://iede.fjp.mg.gov.br/catalogo.html>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

IBGE. **Censo Demográfico**. Base dos Dados. Disponível em: <<https://basedosdados.org/dataset/br-ibge-censo-demografico>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

IBGE. **Estatísticas de Gênero**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/notas_metodologicas.html?loc=0>. Acesso em: 7 de set. de 2021.

IBGE. **População Residente - Minas Gerais**. Tabnet Datasus, 2012. Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/cnv/popmg.def>>. Acesso em: 9 de set. de 2021.

IBGE. **Renda média domiciliar per capita - Minas Gerais**. Tabnet openDataSUS Disponível em: <<http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/tabcgi.exe?ibge/censo/cnv/rendamg.def>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

MARINO, Aluizio. et al. **Prioridade na vacinação negligencia a geografia da Covid-19 em São Paulo**. Labcidade, 26 de maio de 2021. Disponível em: <<http://www.labcidade.fau.usp.br/prioridade-na-vacinacao-negligencia-a-geografia-da-covid-19-em-sao-paulo/>>. Acesso em: 6 de set. de 2021

PAGNO, M. **Entenda a ordem de vacinação contra a Covid-19 entre os grupos prioritários**. Ministério da Saúde - Governo Federal, 28 de jan. de 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/noticias/entenda-a-ordem-de-vacinacao-contra-a-covid-19-entre-os-grupos-prioritarios>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

Pandas. **About pandas**. 15 de ago. de 2021. Disponível em: <<https://pandas.pydata.org/about/index.html>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

Project Jupyter, 5 de ago. de 2021. Disponível em: <<https://jupyter.org/>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

SUS. **Campanha Nacional de Vacinação contra Covid-19**. openDataSUS. Disponível em: <<https://opendatasus.saude.gov.br/dataset/covid-19-vacinacao>>. Acesso em: 6 de set. de 2021.

The Matplotlib development team. **Matplotlib: Visualization with Python**. 13 de ago. de 2021. Disponível em: <<https://matplotlib.org/stable/index.html>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

The NumPy Community. **What is NumPy**, 22 de jun. de 2021. Disponível em: <<https://numpy.org/doc/stable/user/whatisnumpy.html>>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.

UNIMED. **Vacinas contra a COVID-19: o que você precisa saber**. 13 de jan, de 2021. Disponível em: <<https://www.unimed.coop.br/viver-bem/coronavirus/vacinas-contra-a-covid-19-o-que-voce-precisa-sab-1>>. Acesso em: 6 de set. de 2021

WIKIPEDIA. **Spearman's rank correlation coefficient**. 2 de ago. de 2021. Disponível em: <https://en.wikipedia.org/wiki/Spearman%27s_rank_correlation_coefficient>. Acesso em: 6 de jun. de 2021.