1. A densidade demográfica (hab/km²), o MHDI e a renda (per capita) dos municípios com casos de COVID-19 estão acima da média nacional.

Uma vez que a COVID-19 é uma patologia causada por coronavírus que é transmitido diretamente de humano para humano, buscamos entender se as características dos munícipios atingidos podem auxiliar no entendimento da pandemia. O banco de dados analisado conta com 486 municípios (8,7% das cidades no Brasil) dos 26 estados da federação, mais o Distrito Federal, que até a data de 22 de abril de 2020 apresentaram ao menos 1 infecção confirmada, perfazendo 44.397 (0,02% da população brasileira) casos de COVID-19. Em todos os estados são relatados casos de COVID-19, onde até 35% dos municípios apresentam relatos (Figura 02).

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 02. Todos os estados brasileiros apresentam casos confirmados de COVID-19.** (A) Distribuição de casos confirmados de COVID-19 por estado. Porcentagem de cidades com ao menos 1 caso de infecção positiva. |

Buscando entender se as características dos municípios afetados podem afetar a transmissão viral, foram avaliadas características como a idade dos habitantes, sexo biológico, área (km²), densidade demográfica (hab/km²), Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) e renda (per capta). Na análise da idade, os municípios brasileiros apresentam uma relativa homogeneidade na faixa de distribuição a cada 10 anos de vida, até os 35 anos, quando ocorre uma redução gradativa no número de pessoas (Figura 2A). Nas cidades que apresentam casos de COVID-19, a distribuição de faixas etárias é a mesma do geral no Brasil (Figura 2B). No presente trabalho, as faixas de idade da população nas cidades afetadas foram agrupadas (Figura 2C), de modo a se obter pacientes idosos acima de 65 e adultos (que representam maior probabilidade de comorbidade) entre 30 e 64 anos, com maior risco, e crianças de 0 a 9, adolescentes de 10 a 19 e jovens adultos entre 20 a 29, com menor risco. As porcentagens de cada faixa de idade (Figura 2D) serão usadas para a análise de correlação com a taxa de casos de COVID-19. É possível observar que não há diferença entre a distribuição etária nos municípios brasileiros totais (Figura 3A) e nos municípios afetados (Figura 3B).

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 03. Faixas de idade utilizadas no trabalho.** (A) Número de habitantes por faixa etária no Brasil. (B) Número de habitantes por faixa etária nas cidades com casos no Brasil. Estratificação das faixas etárias por idade nos munícipios estudados, representados em número de habitantes, absoluto (C) e porcentagem para cada cidade (D). |

Outra informação demográfica analisada foi o sexo biológico dos habitantes. No Brasil, a distribuição percentual é de 48,3% de homens e 51,7% de mulheres. Nas cidades que apresentam casos positivos de COVID-19, observamos uma distribuição semelhante, de 49,71% (4.581.800) de homens e 50,29% (4.618.650) de mulheres (Figura 4).

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 04. Sexo biológico dos habitantes nas cidades com casos de COVID-19.** (A) Número e (B) porcentagem de homens e mulheres habitantes das cidades que apresentam casos de COVID-19. |

Uma vez que o SARS-Cov-2 é transmitido de pessoa-a-pessoa, buscamos características que possam influenciar o deslocamento e aglomeração de pessoas, como a área (km²), densidade demográfica (hab/km²) nos municípios. Como esperado, nas cidades com relatos de COVID-19, observamos que a densidade demográfica (hab/km²) para diferentes quantiles, 0,39 a 55,085 (Figura 5A); 55,085 a 167,315 (Figura 5B); 167,315 a 602,5475 (Figura 5C); 602,5475 a 13024,56 (Figura 5D), obedece a relação entre número de habitantes (população) e área (km²). As cidades analisadas, portanto, são mais densamente populosas que a média nacional, que é de 23,8 (hab/km²). Já foi descrito que a densidade demográfica está relacionada ao MHDI.

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 05. A densidade demográfica nas cidades com casos de COVID-19 está acima da média nacional.** Número de habitantes (População) pela área (km²) que resulta na densidade demográfica (hab/km²) em quatro quantiles, 0,39 a 55,085 (A); 55,085 a 167,315 (B); 167,315 a 602,5475 (C); 602,5475 a 13024,56 (D). |
|  |

O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (MHDI) está relacionado com três principais fatores, saúde, educação e renda. Onde: saúde, vida saudável e longa (medida pela expectativa de vida); educação, acesso ao conhecimento (calculado usando a média de escolaridade de adultos e os anos esperados de escolaridade para crianças na idade de iniciar a vida escolar); e renda, padrão de vida (medido pela Renda Interna Bruta per capita). O IDH brasileiro global para 2013 foi de 0,744, a 79ª posição no ranking mundial entre os 187 países e territórios reconhecidos pela ONU. No IDH Global para o HDR de 2014, as três dimensões têm o mesmo peso e as faixas de desenvolvimento humano são fixas, sendo: Baixo Desenvolvimento Humano - inferior a 0,550; Desenvolvimento Humano Médio - entre 0,550 e 0,699; Alto desenvolvimento humano - entre 0,700 e 0,799; e desenvolvimento humano muito alto - acima de 0,800. Já a renda (per capita), número de salários mínimos [R$ 975,00] por mês per capita para trabalhadores formais, no Brasil em 2017 (último ano medido), foi de 1,48 (R$ 1.443,10). Neste contexto, foi analisado o MHDI comparativamente à Renda (per capita), para as diferentes faixas de população, nas cidades com casos de COVID-19 (Figura 06).

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 06. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (MHDI) e a renda (per capita) nas cidades com casos de COVID-19, estão acima da média brasileira.** (A) Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (MHDI) e a renda (número de salários mínimos [R$ 975,00] por mês per capita para trabalhadores formais) nas cidades com casos de COVID-19. |

Os resultados mostram que tanto para o MHDI e a renda (per capita), a maioria das cidades com casos positivos para COVID-19 estão acima da média nacional. Com o conjunto de dados exposto, buscamos determinar se existe uma correlação entre os índices analisados e os números de casos de CONVID-19 confirmados para cada 100.000 habitantes.

|  |
| --- |
|  |
| **Figura 07. Não existe correlação entre os indeices demográficos analisados e o número de casos confirmados/100k habitantes e a razão de morte, nas cidades com casos d COVID-19.** Correlação de Spearman nas cidades com casos de COVID-19. Foram analisados casos confirmados / 100.000 habitantes (A-J) e razão de mortes / 100.000 habitantes (K-T) em relação à densidade demográfica (hab/km²) (A e K), MHDI (B e L), renda (per capita) (C e M) , % de homens (D e N), % de mulheres (E e O) , % de crianças (F e P) % de adolescentes (G e Q) % de jovens adultos (H e R) % de adultos (I e S) % de idosos (J e T). |

Em conjunto, os dados analisados de 486 cidades com ao menos 1 caso de COVID-19 até 22 de abril de 2020 mostra que a média de faixa etária dos habitantes mantem a mesma média das faixas etárias da população brasileira, sendo que as cidades mais populosas do Brasil então incluídas. A média de mulheres e homens nas cidades estudadas também concordam com a média nacional. Já a densidade demográfica (hab/km²), o MHDI e a renda (per capita) dos municípios com casos de COVID-19 estão acima da média nacional. Porém, não existe correlação entre os índices analisados e os números de casos de CONVID-19 confirmados ou as mortes para cada 100.000 habitantes.

1. Until 05/10/2020, the evolution model allows predicting 56,829 to 70,447 confirmed cases.

The results presented suggest that municipal characteristics should be considered regarding the current epidemiological condition. However, due to the current level of infection in the cities analyzed, the scarcity of data does not allow the development of a robust predictive model for cases confirmed at the municipal level. Seeking to understand the condition of the infection at the national level, we analyzed the time series of accumulated data for confirmed cases (blue), deaths (orange) and confirmed for 100k inhabitants (green) from 02/25/2020 to 04/10/2020 (Figure 8A). The decomposition of the time series allows to perceive a clear tendency of increase in the number of confirmed cases and deaths, however, still a stationary condition for confirmed for 100k inhabitants (Figure 8B). As for seasonality (Figure 8C) and the random component (Figure 8D), the variation in the number of confirmed cases is significantly greater than the other data analyzed, as expected.

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 08. The number of confirmed cases and ratio of confirmed / 100k inhabitants shows a clear upward trend.** Decomposition of the time series of the daily values of number of confirmed cases (blue), deaths (orange) and ratio of confirmed / 100k inhabitants (green), in components (A) raw data, (B) trends, (C) seasonality and (D) randomness. |

Once the components of the daily time series of the data were determined, where we observed a clear upward trend in the number of cases, we sought to determine a computational model for predict the evolution of COVID-19 in Brazil. The best adjusted model for the forecast was ARIMA (1,2,2), where we reached the forecast of 56,829 to 70,447, up to 05/10/2020, with 95% confidence (Figure 9).

|  |
| --- |
|  |
| **Figure 09. Average estimate of 63,638 confirmed cases in 30 days.** ARIMA model (1,2,2) of forecast of confirmed cases until 05/10/2020. Confirmed cases (blue), forecast (orange), model fit analysis (green) and forecast interval with 95% confidence (gray). Up to the end date, between 56,829 and 70,447 cases are expected. |

|  |
| --- |
| Tela de celular com publicação numa rede social  Descrição gerada automaticamente |
| **Figure 10. The auto ARIMA model was the best adjusted for forecasting the time series of the number of confirmed cases.** (A) Standardized residuals over time, (B) Histogram plus estimated density of standardized residuals, along with a Normal(0,1) density plotted for reference, (C) Normal Q-Q plot, with Normal reference line between observed and predicted, (D) Correlogram and (E) adjustment between observed and predicted data. |