

RELAÇÃO DA COVID-19 COM O ÍNDICE DE DESENVOLVIMENTO HUMANO – IDH Síntese de Evidências e Análise Exploratória

Péricles Dourado (BM, Me), Pedro Rodrigues (Cien. Dados)
Luciana Vieira (Ft, MBA, Msc, PhD), Alessandra Lima (CD, MBA, Msc, PhD)
28 de maio de 2021

INTRODUÇÃO

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) foi idealizado para enfatizar que as pessoas e suas capacidades devem ser o melhor critério para avaliar o desenvolvimento de um país, estado ou município, não apenas crescimento econômico. Ele é aferido a partir da média geométrica entre índices que medem cada um dos seguintes fatores, considerados pontos-chave no desenvolvimento humano: ter uma vida-longa e saudável, adquirir conhecimentos e ter um padrão de vida decente (UNDP, 2020).

Pandemias raramente afetam todas as pessoas de forma uniforme, afetando populações mais pobres de forma mais drástica. Considerando que as populações mais pobres são mais propensas a ter condições crônicas, isso as coloca em maior risco de mortalidade associada ao COVID-19.

Uma vez que a pandemia pode gerar uma crise econômica, as taxas de desemprego poderão aumentar substancialmente e enfraquecer as redes de segurança social ameaçando, ainda mais a saúde e a segurança social (AHMED et al, 2020); faz-se necessária uma observação quanto aos efeitos e desdobramentos das pandemias nas diferentes camadas sociais.

EVIDÊNCIAS EM ESTUDOS INTERNACIONAIS

Baseados em dados de 15 de maio de 2020 da Itália, Liu e colaboradores (2020) analisaram as informações oficiais disponibilizadas pelo país e fizeram os seguintes destaques (LIU et al, 2020):

- De forma inesperada, o índice de desenvolvimento humano apresentava correlação positiva com as taxas de infecção e morte por COVID-19;
- O aumento do IDH resultou em elevação exponencial de 17,5448 e 39,6230 nas chances de infecção e morte por COVID-19, respectivamente;
- A correlação negativa entre IDH e consumo de cigarros e a correlação positiva entre IDH e doenças crônicas e salário bruto anual médio, foram fatores que podem explicar parcialmente porque uma inesperada correlação positiva foi observada entre o IDH e o risco de infecções e mortes por COVID-19 na Itália.

Em um estudo ecológico global preliminar que está sob revisão no momento, realizado com dados disponíveis das seis regiões da Organização Mundial da Saúde (OMS), no período entre 11 de janeiro a 23 de agosto de 2020, os autores investigaram a relação entre vários índices socioeconômicos diferentes e a incidência e a mortalidade por COVID-19. As análises que envolveram o IDH apresentaram os seguintes resultados (TORKIAN et al, 2020):

- O aumento do IDH foi associado a um aumento da incidência nas Regiões das Américas (AMRO) e africana (AFRO) e a um aumento da mortalidade nas Regiões das Américas (AMRO), europeia (EURO) e africana (AFRO);
- O aumento do IDH ajustado à desigualdade foi associado a um aumento da incidência na AMRO e AFRO e a um aumento da mortalidade na AFRO e na Região do Pacífico Ocidental (WPRO);
- O aumento do IDH masculino foi associado a um aumento da incidência na AMRO, EURO, AFRO e Região do Mediterrâneo Oriental (EMRO), bem como a um aumento da mortalidade na AMRO, EURO e AFRO;
- O aumento no IDH feminino foi associado a um aumento da incidência na AMRO e AFRO, e a um aumento da mortalidade na AMRO, EURO e AFRO, mas uma diminuição da incidência na Região do Sudeste Asiático (SEARO).

Torkian e colaboradores (2020), afirmam que os resultados obtidos fornecem evidências limitadas de que o nível de desenvolvimento dos países pode influenciar diretamente a morbidade e mortalidade por COVID-19 e que o motivo de tal associação é difícil de determinar devido à natureza do estudo desenvolvido.

Em outro estudo ecológico preliminar, em que foram analisados os dados coletados até outubro de 2020 sobre todos os casos e óbitos por COVID-19 em 35 distritos do estado de Maharashtra, o mais afetado pela pandemia na Índia, os pesquisadores ficaram surpresos ao constatarem que em quatro dos cinco distritos com maior IDH houve uma correlação muito alta deste índice com o número de casos de COVID e fatalidade relacionada. Segundo os autores, os distritos com maior IDH são essencialmente urbanos, com mais de 15% da população vivendo em favelas e também são densamente povoados, fatores que favorecem a disseminação da infecção por dificultarem o emprego de medidas de proteção como o distanciamento físico, higiene e saneamento (SAMUDRA & SAMUDRA, 2020).

Shahbazi & Khazaei (2020) realizaram, também, um estudo ecológico em que estabeleceram uma correlação entre os dados epidemiológicos da COVID-19 com o IDH a nível global e, os resultados dos modelos de regressão linear identificaram que o aumento da expectativa média de vida ao nascer, anos médios de escolaridade, renda nacional bruta e IDH aumentaram significativamente a incidência e as taxas de mortalidade por COVID-19 (p 0,001). Os autores fizeram as seguintes suposições para explicar os resultados obtidos:

- Sugerem que a elevada incidência de COVID-19 nos países de alta renda se deve aos seus sistemas de saúde melhores desenvolvidos que permitem o diagnóstico precoce da doença e rastreamento de casos, enquanto que nas nações mais pobres há uma grande subnotificação;
- Como os países com IDH mais elevado possuem uma maior expectativa de vida, a população idosa destas nações é maior. Uma vez que o grupo dos idosos é o mais vulnerável às formas graves da infecção pelo SARS-CoV-2, este fato faz com que a mortalidade seja maior onde o IDH é mais elevado;
- Quanto à relação entre maior escolaridade e elevação da incidência e taxa de mortalidade por COVID-19 os autores sugerem que, com o aumento do nível de alfabetização em saúde e conscientização dos primeiros sintomas da doença e detecção precoce, há aumento da incidência.

Quanto às limitações deste estudo, os pesquisadores informam que, como a exposição está em um nível agregado, deve-se interpretar os dados com cuidado para evitar falácias ecológicas, que são vieses que podem ocorrer porque uma relação observada entre as variáveis em um nível agregado não representa com confiança a associação que existe em um nível individual. A incapacidade de controlar a influência de variáveis de confusão é a segunda limitação dos estudos ecológicos. De acordo com os autores, para essas limitações, os estudos ecológicos raramente fornecem um exame poderoso de uma hipótese causal, mas geralmente servem para fazer hipóteses (SHAHBAZI & KHAZAEI, 2020).

Os dados da Organização das Nações Unidas e da Organização Mundial da Saúde levantados por Liu (2021), mostraram uma correlação positiva entre as taxas de infecção pelo SARS-CoV-2 e o IDH. Países menos ricos, menos educados e com menor expectativa de vida também tiveram mais sucesso em manter taxas de mortalidade mais baixas, enquanto 9 dos 10 principais países do mundo em fatalidades per capita devido à COVID-19 eram sociedades ocidentais com altos índices de IDH. Para o autor, a base cultural mais eficaz para reduzir as taxas de infecção e óbitos por COVID-19 foi o coletivismo baseado em uma autoridade centralizada forte, que lidera uma população vigilante preocupada com a segurança pública de outros, bem como com o planejamento, comunicação e aplicação de medidas de segurança pública eficazes (LIU, 2021).

Segundo Breitling (2021), a disseminação do SARS-CoV-2 permitiu, pela primeira vez, a descrição dos padrões globais de taxas reprodutivas de um novo patógeno durante a propagação da pandemia. Apesar das taxas reprodutivas apresentarem-se bastante instáveis durante a fase inicial do evento, elas se estabilizaram algumas semanas após o início da pandemia, fato que permitiu que o estudo relatasse a primeira evidência empírica quantitativa de que a transmissibilidade líquida do COVID-19 permanece menos controlada

em países em desvantagem socioeconômica, mesmo após alguns meses de pandemia (BREITLING, 2021). Achados que vão de encontro aos anteriormente descritos.

EVIDÊNCIAS EM ESTUDOS BRASILEIROS

Por meio de uma publicação de agosto de 2020, de Souza e colaboradores (2020) afirmam que, embora a COVID-19 tenha chegado primeiro aos municípios mais desenvolvidos do Brasil, a doença já chegou ao interior do país, onde as populações estão expostas a um contexto de intensa vulnerabilidade social. Segundo os autores, é necessário adotar medidas que levem em consideração os aspectos sociais locais para conter a pandemia (DE SOUZA et al, 2020).

Considerando os dados notificados até 07 de maio de 2020 (19ª semana epidemiológica), Maciel e colaboradores (2020), concluíram que a incidência da COVID-19 foi heterogênea, desigualmente distribuída no estado brasileiro do Ceará e foi associada ao Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), sendo que, os municípios com maiores coeficientes de incidência de COVID-19 possuíam maiores valores de IDHM, com formação de *cluster* (aglomerado espacial) nos municípios com proximidade da região metropolitana de Fortaleza.

Segundo os autores, a pandemia colocou as metrópoles em alerta devido à elevada geração de renda e serviços, às maiores densidades populacionais e mobilidade urbana nestas regiões. Destacam que os primeiros casos notificados ocorreram nos bairros de melhor IDH da capital cearense, em que todos os contaminados haviam retornado de viagens ao exterior; porém, na data de publicação do artigo, informam que o vírus já circulava na periferia da cidade onde há elevada densidade populacional e precárias condições sanitárias. Por fim, ressaltam que pode haver uma disseminação do vírus para o interior do estado onde a população pode apresentar maior vulnerabilidade devido ao menor IDHM e às restrições dos serviços de saúde quanto ao diagnóstico e tratamento da doença (MACIEL et al, 2020).

Na pesquisa desenvolvida por Galvan e colaboradores (2020), a influência de 14 variáveis foi avaliada em conjunto por Redes Neurais Artificiais (RNA) do tipo *Self-Organizing Maps* (SOM) para verificar a relação entre o número de casos e óbitos por COVID-19 nos estados brasileiros no período entre 26 de fevereiro a 13 de junho de 2020 (9ª à 24ª semana epidemiológica – 110 dias) e as análises demonstraram que a disseminação do coronavírus tem comportamento heterogêneo e varia entre as regiões e estados brasileiros. De forma geral, as menores taxas de casos e óbitos por COVID-19 foram registradas nos estados brasileiros com as maiores taxas de aplicação da vacina contra influenza, leitos de UTI, respiradores, médicos e enfermeiras por 100 mil habitantes, os quais, consequentemente possuem alguns dos maiores IDH do Brasil (GALVAN et al, 2020).

Em um estudo em que foram analisados os dados da COVID-19 de 3.052 municípios localizados no bioma da Mata Atlântica brasileira, as pesquisadoras concluíram que a urbanização foi o preditor mais forte entre os parâmetros considerados no trabalho. Cidades mais urbanizadas, com maior população, densidade demográfica e áreas construídas absolutas e relativas, apresentam maiores casos confirmados e óbitos por COVID-19. Quanto aos aspectos ecoambientais, eles foram mais significativos nos municípios com população maior do que 100 mil pessoas, sendo que, vegetação e cobertura florestal menos absolutas foram, em algum grau, relacionadas a maiores mortes por 100 mil habitantes e mortalidade (VIEZZER & BIONDI, 2021).

Ao contrário do que as autoras esperavam, as condições socioeconômicas não apresentaram correlações fortes com a COVID-19. Os resultados mostraram, no entanto, alguma possível ligação entre piores variáveis socioeconômicas (maiores taxas de pobreza e analfabetismo e menor renda e IDH) com parâmetros de COVID-19 mais elevados em municípios com mais de 100 mil habitantes (VIEZZER & BIONDI, 2021).

Em um estudo em que foram incluídas crianças menores de 10 anos de idade, que desenvolveram a forma grave da COVID-19 no estado brasileiro de Pernambuco no período entre 01 de março a 29 de agosto de 2020 (10ª a 35ª semana epidemiológica), sendo que 288 dos 551 casos analisados (mais da metade) ocorreram entre os meses de junho e julho de 2020, os pesquisadores, a partir dos dados analisados, verificaram que, no início da pandemia, os casos graves de COVID-19 em crianças estavam mais concentrados nos centros urbanos municipais e, com o passar dos meses, a disseminação progrediu rapidamente para o interior onde há maior vulnerabilidade da população (SILVA et al, 2021).

ANÁLISE DOS DADOS DE GOIÁS

Realizou-se um olhar exploratório acerca da relação entre IDHs e a evolução da pandemia nos municípios do estado de Goiás.

Metodologia

Para essa análise utilizou-se dados referentes à situação da COVID-19 nos municípios de Goiás. O levantamento foi feito nas seguintes fontes:

- IDH dos Municípios de Goiás – do IBGE (disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>);
- IDH dos Bairros de Goiânia - (disponível em <https://atlasbrasil.org.br>);
- Populações estimadas para 2019 – IBGE (disponível em <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados>);
- Números de casos e óbitos por município do Estado de Goiás: Painel de Acompanhamento da Covid da Secretaria de Estado da Saúde de Goiás (SES-GO)

(disponível em https://datasets.saude.go.gov.br/coronavirus/casos_obitos_municipio.csv);

- Números de internações nas unidades do SUS pelo Argos, agrupado por município de residência dos pacientes;
- Números de internações pelo SIVEP, agrupado por município de residência dos pacientes.

Considerando a possibilidade de comportamentos distintos entre as ondas, os dados foram filtrados antes e depois da data de 01 de novembro de 2020, sendo essa uma data arbitrária, escolhida como uma média aproximada dos pontos mínimos das progressões dos dados considerados.

No intuito de dar mais robustez à análise, considerou-se também a taxa das grandezas, entendida como o número de uma grandeza por habitantes.

Foram utilizados dois métodos para avaliar a relação entre o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e as outras variáveis consideradas:

Correlação

Uma forma bem explícita de calcular a relação entre duas variáveis, calculou-se o Coeficiente de Correlação de Pearson (ρ), uma grandeza que varia de -1 a 1 e mede a força e a direção do relacionamento linear entre duas variáveis:

- -1 : relação linear negativa perfeita
- 0 : nenhuma relação
- +1 : relação linear positiva perfeita

Calculado usando a fórmula abaixo (figura 01), onde *cov* é a covariância entre duas variáveis, e *var* é a variância de cada variável.

$$\rho_{x,y} = \frac{cov(x,y)}{\sqrt{var(x)}\sqrt{var(y)}}$$

Figura 01 – Fórmula de calculo para correlação.

Regressão Linear

Uma forma mais implícita de verificar a relação entre variáveis, essa não estando limitada a pares de grandeza. Treinou-se um algoritmo de regressão linear, para avaliar quão precisamente consegue-se estimar o IDH de um município considerando a situação da COVID-19 neste município.

Para calcular a precisão utilizou-se a métrica Coeficiente de Determinação (r^2), uma métrica que mede quantos por cento da variância da variável dependente é possível prever, usando

as variáveis independentes. Trata-se de uma métrica que pode ser negativa, um modelo constante que indique o valor esperado da variável alvo receberia um r^2 de 0, caso a regressão seja arbitrariamente pior que isso, seu r^2 será negativo.

Na fórmula usada para o cálculo do Coeficiente de Determinação (r^2) (figura 02), y são os valores reais da variável, \hat{y} os valores estimados usando nosso modelo e \bar{y} a média aritmética dos valores reais.

$$r^2(y, \hat{y}) = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

Figura 02 – Fórmula de cálculo para Coeficiente de Determinação

Resultados

No que se refere à correlação, obteve-se os índices de correlação do IDH com as diferentes variáveis apresentadas no gráfico de calor (gráfico 01).

	Toda a Pandemia	Primeira Onda	Segunda Onda
Nº de Internações por Habitante - Sivep	0.44	0.22	0.44
Nº de Internações(ENF) por Habitante - Sivep	0.39	0.19	0.40
Nº de Internações(UTI) por Habitante - Sivep	0.36	0.12	0.34
Nº de Internações(UTI) - Argos	0.31	0.28	0.32
Nº acumulado de Casos por Habitante	0.30	0.19	0.30
Nº de Internações(ENF) - Sivep	0.29	0.31	0.30
Nº acumulado de Casos	0.29	0.29	0.29
Nº acumulado de Óbitos	0.29	0.27	0.29
Nº de Internações - Sivep	0.29	0.31	0.29
Nº de Internações(UTI) - Sivep	0.27	0.30	0.27
Nº de Internações - Argos	0.27	0.26	0.29
Nº acumulado de Óbitos por Habitante	0.26	0.07	0.26
Nº de Internações(ENF) - Argos	0.25	0.24	0.27
Nº de Internações(UTI) por Habitante - Argos	0.11	0.06	0.09
Nº de Internações por Habitante - Argos	0.11	0.01	0.10
Nº de Internações(ENF) por Habitante - Argos	0.07	-0.04	0.08
Letalidade	0.01	0.05	0.00




Gráfico 01 – Gráfico de calor

Um resultado oposto à hipótese de correlações negativas: (quanto maior o IDH de município, menos vulneráveis apresentar-se-iam as pessoas residentes neste município), no entanto as correlações encontradas foram, majoritariamente, positivas. Faz-se necessário, porém, notar que tais correlações são fracas, com módulos não muito significativos.

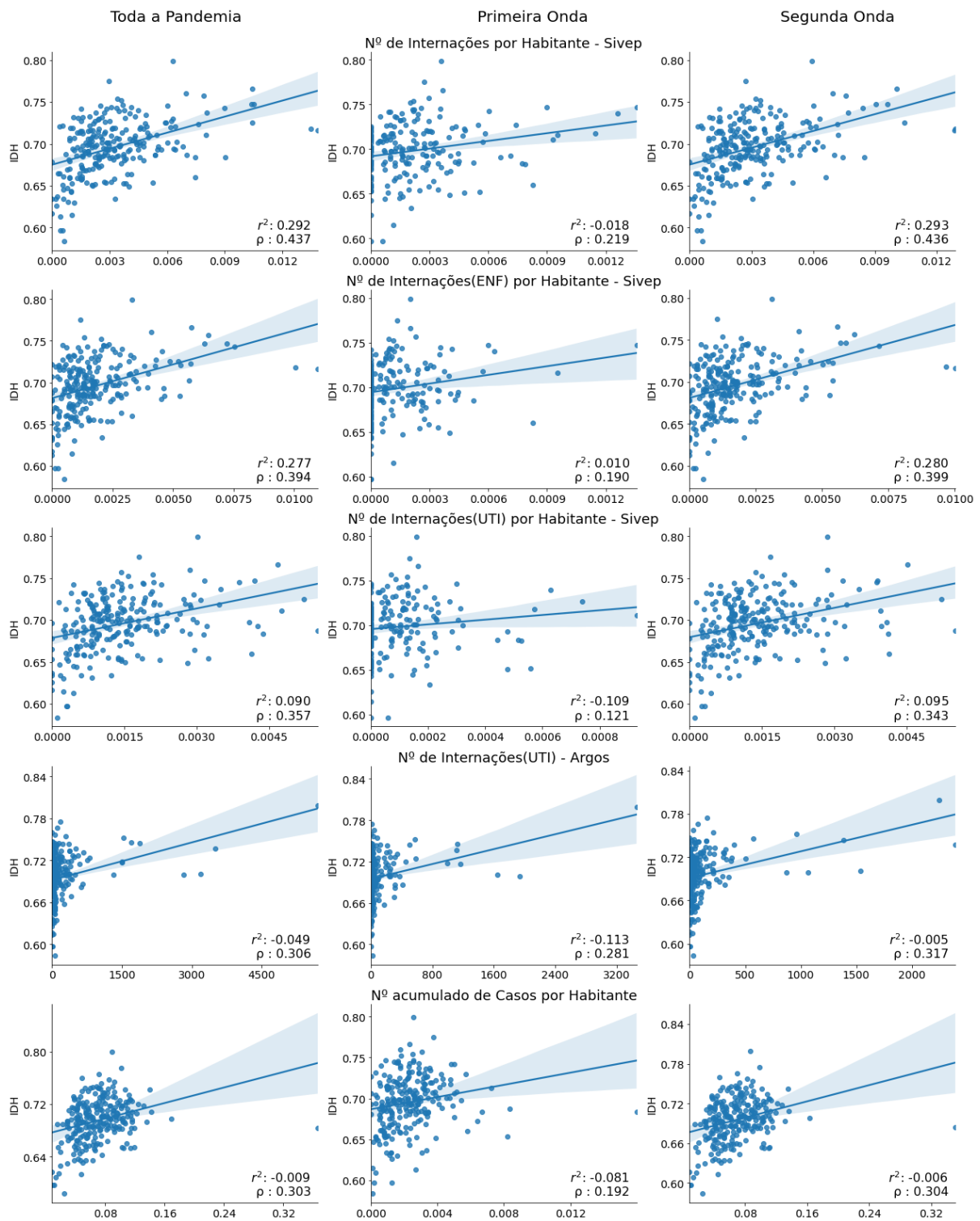


Gráfico 02 – Gráfico de dispersão com regressão linear

Para uma análise mais detalhada, as grandezas que apresentaram as maiores correlações com o IDH no período de toda pandemia, foram apresentadas no *scatter plot* com a regressão linear (gráfico 02).

Frente as correlações positivas encontradas, formulou-se uma segunda hipótese de que as cidades menores que têm um IDH mais baixo apresentam menos estruturas e estabelecimentos que favoreçam aglomerações e, por conseguinte, o contágio da doença. Com objetivo de eliminar a diferença entre os municípios, analisou-se os dados com o IDH dos bairros de Goiânia. No entanto, os módulos das correlações foram ainda mais baixos que aqueles encontrados nas análises municipais (Tabela 01).

Tabela 01 – Variáveis epidemiológicas e sua correlação com o IDH dos bairros de Goiânia.

Variável	Correlação com o IDH
Letalidade	-0,112
Nº acumulado de Óbitos	0,012
Nº de Internações (ENF) - Sivep	0,072
Nº de Internações - Sivep	0,088
Nº de Internações (UTI) - Sivep	0,101
Nº acumulado de Casos	0,104

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Não há, até o momento, consonância da literatura científica acerca da relação entre o IDH e indicadores epidemiológicos da COVID-19.

É importante ponderar que países com maior IDH, têm maior capacidade de investirem em seus sistemas de saúde, podem implantar sistemas de vigilância mais desenvolvidos e notificar casos e óbitos por COVID-19 com maior eficiência; o que pode contribuir para as maiores mortalidades nestes locais em comparação com países que investem menos na saúde da população (SQUALLI, 2020); também pode se supor melhor diagnóstico da doença e rastreamento de casos em nações mais ricas (SHAHBAZI & KHAZAEI, 2020); e mais subnotificação em nações mais pobres (SHAHBAZI & KHAZAEI, 2020; CARD et al, 2021).

A escassez de recursos, para os países com baixo IDH, reduz a capacidade de realização de testes em larga escala, gera grandes limitações para enfrentar a pandemia e piores prognósticos da doença em comparação com os locais em que o IDH é mais elevado (CARD et al, 2021). De acordo com Wu e colaboradores (2020), onde as intervenções governamentais são mais eficazes, há uma relação negativa entre a capacidade de realizar testes na população e a mortalidade, sugerindo um efeito benéfico na identificação de indivíduos assintomáticos para atenuar a disseminação do vírus.

Por fim, as análises desenvolvidas a partir de dados epidemiológicos do Estado de Goiás demonstram não haver relação entre as grandezas analisadas e o IDH municipal para os municípios do Estado de Goiás, nem tampouco para os bairros da capital do Estado – Goiânia. Constatações que corroboram com as de Viezzer & Biondi (2021) que, de modo geral, não encontraram fortes correlações entre o índice socioeconômico e os casos, óbitos e mortalidade do COVID-19 no Brasil pois.

Poder-se ia pensar que a pirâmide etária dos municípios com maior IDH poderiam apresentar maior proporção de idosos em sua população, considerando maior expectativa de vida (figura 03).

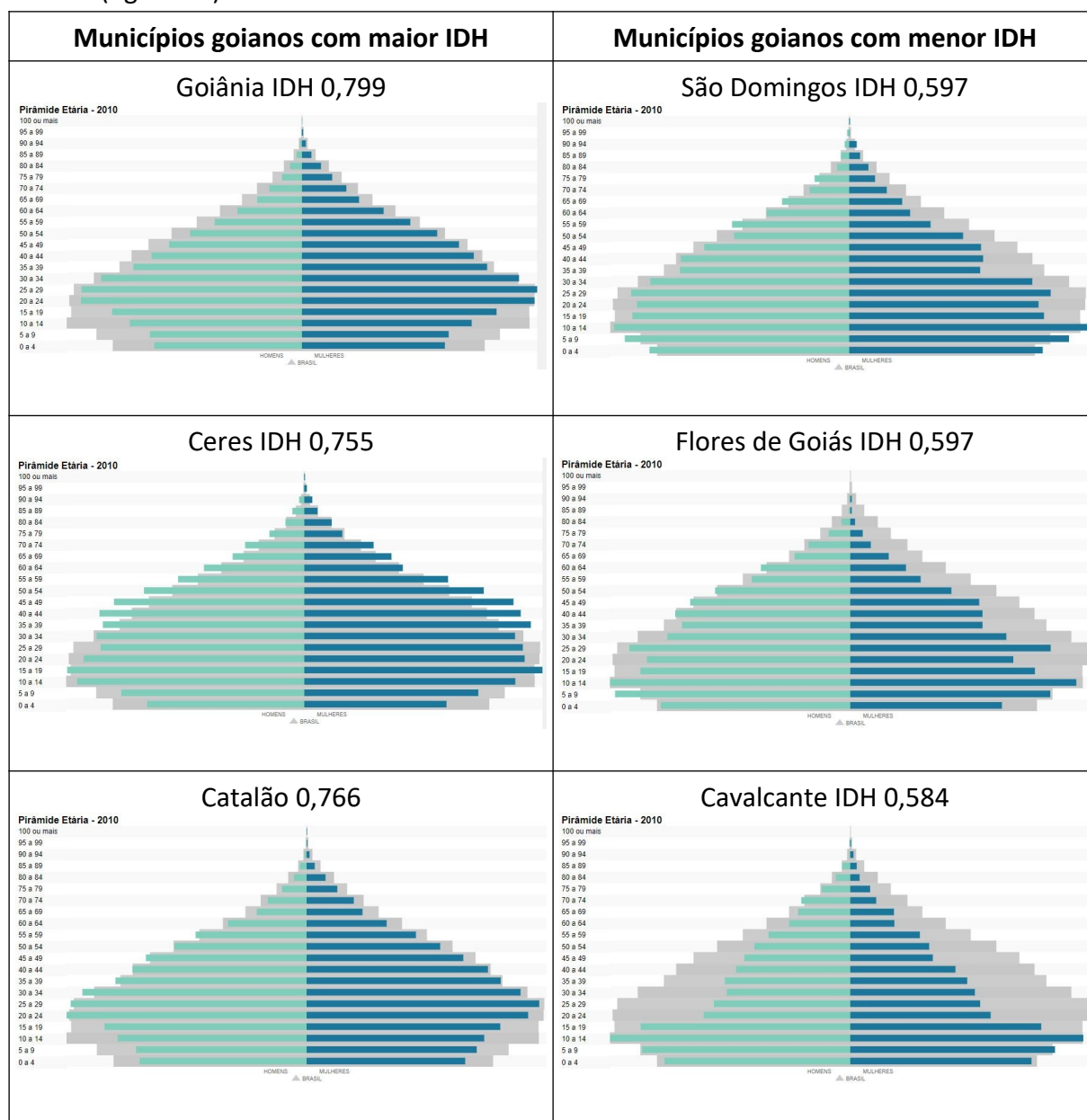


Figura 03 – Pirâmides etárias dos três municípios goianos com maior e menor IDH no ano de 2010 segundo o IBGE (disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>)

Observando-se as pirâmides etárias dos municípios goianos com os maiores e menores IDHs não se percebe diferenças significativas entre elas, no que se refere à população idosa, sendo que as mesmas guardam similaridades com o perfil etário da população brasileira como um todo. Serão necessários mais estudos e metodologias diferentes de modo a aferir a influência das diferentes variáveis, que nesta análises podem figurar como confundidores.

REFERÊNCIAS

- AHMED et al. Why inequality could spread COVID-19. *The Lancet Public Health*. 2020.
- BREITLING, L. P. Global epidemiology and socio-economic development correlates of the reproductive ratio of COVID-19. *Int Health*. 2021. Acesso em 12/05/2021.
- CARD, K. G. et al. Predictors of COVID-19 testing rates: A cross-country comparison. *Int J Infect Dis*. 2021. Acesso em 19/05/2021.
- DE SOUZA, C. D. F. et al. Human development, social vulnerability and COVID-19 in Brazil: a study of the social determinants of health. *Infect Dis Poverty*. 2020. Acesso em 12/05/2021.
- GALVAN, D. et al. Can socioeconomic, health, and safety data explain the spread of COVID-19 outbreak on Brazilian Federative Units? *Int J Environ Res Public Health*. 2020. Acesso em 11/05/2021.
- KSU. Kent State University. Pearson Correlation. Acesso em 04/2021.
- LIU, J. H. Majority world successes and European and American failure to contain COVID-19: Cultural collectivism and global leadership. *Asian J Soc Psychol*. 2021. Acesso em 12/05/2021.
- LIU, K. et al. Unexpected positive correlation between human development index and risk of infections and deaths of COVID-19 in Italy. *One Health*. 2020. Acesso em 10/05/2021.
- MACIEL, J. A. C. et al. Análise inicial da correlação espacial entre a incidência de COVID-19 e o desenvolvimento humano nos municípios do estado do Ceará no Brasil. *Revista Brasileira de Epidemiologia*. 2020. Acesso em 12/05/2021.
- SAMUDRA, A. & SAMUDRA, A. Understanding relationship between human development index and COVID infection rate – A study of districts in Maharashtra. *Shodh Sarita Multidisciplinary Journal*, Forthcoming. 2020. Acesso em 11/05/2021.
- SHAHBAZI, F. & KHAZAEI, S. Socio-economic inequality in global incidence and mortality rates from coronavirus disease 2019: an ecological study. *New Microbes New Infect*. 2020. Acesso em 11/05/2021.
- SILVA, A. P. S. C. et al. COVID-19 in children in the state of Pernambuco: Spatial analysis of confirmed severe cases and the Human Development Index. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*. 2021. Acesso em 12/05/2021.
- SKLEARN. Scikit Learn Documentation. Metrics and scoring: quantifying the quality of predictions. Acesso em 26/04/2021.
- SQUALLI, J. Evaluating the determinants of COVID-19 mortality: A cross-country study. *MedRxiv*. 2020. Acesso em 19/05/2021.

TORKIAN, S. et al. The association between COVID-19 incidence and mortality with socioeconomic development – a global ecological study. Research Square. 2020. Acesso em 10/05/2021.

UNDP. United Nations Development Program. Human Development Index (HDI). Acesso em 04/2021.

VIEZZER, J. & BIONDI, D. The influence of urban, socio-economic, and eco-environmental aspects on COVID-19 cases, deaths and mortality: A multi-city case in the Atlantic Forest, Brazil. Sustain Cities Soc. 2021. Acesso em 11/05/2021.

WU, CY et al. COVID-19 mortality is negatively associated with test number and government effectiveness. Sci Rep. 2020. Acesso em 19/05/2021.