

Índice de fragilidade ao COVID-19: Um estudo de caso do impacto da doença no vale do mucuri

Frailty index to COVID-19: A case study of the impact of the disease in the mucuri valley

Índice de fragilidade del COVID-19: Un estudio de caso del impacto de la enfermedad en el valle de mucuri

Recebido: 19/04/2021 | Revisado: 26/04/2021 | Aceito: 28/04/2021 | Publicado: 02/05/2021

Rafael Alvarenga Almeida

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3828-7305>
Universidade Federal Dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: rafael.almeida@ufvjm.edu.br

Rafael Genaro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0554-888X>
Universidade Federal Dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: rafael.genaro@ufvjm.edu.br

Fábio Silva de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4323-5056>
Universidade Federal Dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: facio.souza@ufvjm.edu.br

Alany Teixeira Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3488-5671>
Universidade Federal Dos vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil
E-mail: alany.rodrigues@ufvjm.edu.br

Resumo

O Planeta Terra passa por mais uma pandemia em sua história, dessa vez advinda do vírus SARS-CoV-2 denominada COVID-19. O Brasil é um dos países mais afetados e um dos líderes mundiais em número de infectados e de óbitos. As regiões brasileiras apresentam-se mais suscetíveis ou resistentes à doença em função de diversos fatores sociais, ambientais e econômicos. Dessa forma, objetivou-se a obtenção de um índice para a mensuração da situação dos municípios, da região nordeste de Minas Gerais, no que tange a disseminação/impacto da COVID-19 utilizando-se dados de obtenção simplificada. Para tanto, elencou-se os principais índices disponíveis na base de dados do IBGE e dataSUS que guardam relação com a COVID-19. Para sua validação, comparou-se o índice proposto com outros indicadores e números relativos à infecção e óbitos. Também, realizou-se um estudo de caso na região do vale do Mucuri, que conta com 27 municípios no nordeste de Minas Gerais. Pode-se observar que o índice proposto não demonstrou correlação direta com índices econômicos. Entretanto, demonstrou-se adequado para a verificação do possível impacto da pandemia nas cidades da região do Vale do Mucuri bem como demonstra indícios de previsibilidade do impacto da COVID-19 entre os municípios.

Palavras-chave: Coronavírus; Pandemia; Indicadores de saúde.

Abstract

Planet Earth is going through yet another pandemic in history, this time coming from the SARS-CoV-2 virus called COVID-19. Brazil is one of the most affected countries and one of the world leaders in number of infected and in deaths. Brazilian regions are more susceptible or resistant to the disease due to several social, environmental and economic factors. Thus, the objective was to obtain an index to measure the situation of municipalities in the northeastern region of Minas Gerais, with regard to the dissemination/impact of COVID-19 using simplified data. For that, the main indicators available in the IBGE and dataSUS database that they keep in relation to a COVID-19 were listed. For its validation, the proposed index was compared with other indicators and numbers related to infection and deaths. Also, a case study was carried out in the Mucuri valley region, which has 27 municipalities in the northeast of Minas Gerais. It can be observed that the index is not related to the others economic index. Nevertheless, the index is suitable to verify the impact of the pandemic in the cities of the Vale do Mucuri region, as well as demonstrating evidence of the predictability of the impact of COVID-19 among the municipalities.

Keywords: Coronavirus; Pandemic; Health indicators.

Resumen

El planeta Tierra está atravesando otra pandemia en su historia, esta vez proveniente del virus SARS-CoV-2 llamado COVID-19. Brasil es uno de los países más afectados y uno de los líderes mundiales en número de infectados y muertes. Las regiones brasileñas son más susceptibles o resistentes a la enfermedad debido a varios factores sociales, ambientales y económicos. Así, el objetivo fue obtener un índice para medir la situación de los municipios, en la región nororiental de Minas Gerais, con respecto a la difusión / impacto de COVID-19 utilizando datos simplificados. Para ello, se enumeraron los principales índices disponibles en la base de datos IBGE y dataSUS, que están relacionados con COVID-19. Para su validación, el índice propuesto se comparó con otros indicadores y números relacionados con infecciones y muertes. Además, se realizó un estudio de caso en la región del valle de Mucuri, que cuenta con 27 municipios en el noreste de Minas Gerais. Se puede observar que el índice propuesto no mostró una correlación directa con los índices económicos. Sin embargo, resultó adecuado para verificar el posible impacto de la pandemia en las ciudades de la región del valle do Mucuri, así como para mostrar signos de previsibilidad del impacto del COVID-19 entre los municipios.

Palabras clave: Coronavirus; Pandemia; Indicadores de salud.

1. Introdução

A COVID-19 (Corona Vírus Disease, 2019), é uma doença causada pelo vírus denominado SARS-CoV-2 e foi notificada pela primeira vez na China, no final de dezembro de 2019 (ZHU et al., 2020). A doença se proliferou em grandes proporções, sendo disseminada por diversos países em um curto espaço de tempo. A Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou o COVID-19 como uma pandemia mundial em 11 de março de 2020.

No Brasil, foi registrado o primeiro caso no dia 26 de fevereiro de 2020 e como nos demais países se disseminou rapidamente pelas diversas regiões do Brasil. No dia 18 de Maio de 2020, enquanto o Mundo conta com 4,71 milhões de casos confirmados e cerca de 315 mil óbitos decorridos pela doença, o Brasil apresenta 241 mil casos confirmados e aproximadamente 16 mil óbitos decorridos pela doença (Ministério da saúde, 2020).

A proliferação do vírus do tipo SARS-CoV-2 ocorre através do contato do aparelho respiratório com o vírus (Ministério da Saúde, 2020). Após a contaminação pelo vírus, o indivíduo infectado pode se apresentar em sua forma branda podendo ser inclusive assintomática ou em sua fase aguda com os sintomas: febre, problemas respiratórios e tosse seca com início geralmente duas semanas após o contato com o vírus (Xu et al., 2020).

Devido às grandes proporções tomadas pela doença, diversas ações têm sido implementadas visando a sua contenção, sendo divididas em cuidados individuais e ações públicas. Os cuidados individuais devem ser tomados por cada indivíduo e estão pautados na lavagem das mãos frequentes com sabão e água e/ou utilização de álcool para tal finalidade, manter distanciamento mínimo de 1 metro de qualquer pessoa, evitar tocar olhos, nariz e boca com as mãos, evitar o compartilhamento de objetos pessoais, utilizar máscaras de proteção para boca e nariz e evitar aglomerações (WHO, 2020). Cabe ao poder público a tomada de decisão para que ações públicas sejam implementadas no sentido de contenção/diminuição da disseminação da doença, como por exemplo: restrição do tráfego de pessoas em locais fechados, proibir eventos que gerem aglomerações, restrição no horário de funcionamento de atividades comerciais, dentre diversas outras.

Cabe ressaltar que a disseminação da doença, bem como as práticas adotadas para evitá-la resultam em diversos prejuízos, principalmente de cunho econômico. Os municípios, bem como os cidadãos que neles vivem, em sua grande maioria necessitam do comércio para que a economia funcione e possam garantir sua sobrevivência. Dessa forma, a grande problemática consiste na determinação das práticas a serem utilizadas visando a diminuição da proliferação da doença, bem como o momento chave para a utilização destas, de modo a se balancear a saúde da população e o prejuízo associado à economia.

Nesse sentido, em função das características dos municípios é interessante que sejam avaliados sua susceptibilidade à propagação/impacto da doença, para que sirva de parâmetro para a tomada de decisão do poder público. Diversas

características sócio-econômicas-culturais podem estar associadas, tais como: Densidade demográfica, nível de escolaridade da população, renda média da população, principal atividade econômica do município, população residente, infraestrutura de saúde, população urbana e população rural, pirâmide etária da população, dentre outros. Cabe ressaltar que muitas destas informações são de difícil obtenção, e requerem estudos sócio-econômicos-culturais aprofundados e complexos, que demandariam muito tempo e contato com os residentes para que sejam realizados.

Dessa forma, objetivou-se a obtenção de um índice para a mensuração da situação dos municípios, da região nordeste de Minas Gerais, no que tange a disseminação/impacto da COVID-19 utilizando-se dados de obtenção simplificada.

2. Metodologia

O estudo trata-se de uma pesquisa descritiva exploratória com uma abordagem quantitativa, onde foram realizadas observações de parâmetros socioeconômicos dos municípios e análise dos dados gerados pela doença, para determinação de um índice para a avaliação da condição dos municípios.

- **Fatores para o Índice de Fragilidade ao COVID-19 (IFC)**

A partir do estabelecimento da área de estudo, e com a definição dos municípios que compõe a região de estudo, optou-se pela utilização dos dados referente ao Censo Demográfico(2010). Dentre os diversos dados referentes aos municípios, elencou-se os que mais propícios seriam ao estudo com o COVID-19 Sala Situação Municipal - Secretária Estadual de Saúde. Dessa forma, os parâmetros utilizados foram: Taxa de analfabetismo, renda domiciliar per capita, Percentagem da população maior que 40 anos e Número total de leitos do SUS.

O objetivo específico deste índice é servir como alerta para a fragilidade de um município ante o possível avanço da Covid-19. Neste sentido, não se espera atrelar o número de casos em uma cidade com a mensuração proposta neste trabalho. Contudo, há a expectativa de que os gestores municipais possam ter um parâmetro do quão grave a pandemia pode se configurar caso não sejam tomadas medidas preventivas e de controle. Além disso, o índice poderá servir de métrica para aferir, no momento pós-pandêmico, a eficácia das ações adotadas pelos entes públicos visando registrá-las para futuramente poder aplicá-las em outras situações epidemiológicas.

Assim, partiremos para uma análise da forma de correlação entre o índice e a forma de impacto relacionada a doença. Apesar de intuitivo, uma discussão sobre cada parâmetro escolhido torna-se necessária. Em geral, para a utilização da métrica, cada parâmetro devem as seguintes características em comum: Todos são representados por números não negativos; quando maior o seu valor, implicará em mais benefício na área da saúde no município em questão e além disso, os parâmetros zerados, deverão representar o pior cenário possível. Assim torna-se pertinente uma discussão sobre cada escolha da aplicação:

- **Taxa de Analfabetismo:**

O analfabeto é definido como qualquer pessoa que não tenha o conhecimento sobre o alfabeto ou que não saiba ler e escrever. Dessa forma, a taxa de analfabetismo é uma medida que simboliza o percentual de pessoas que são analfabetas em determinada localidade. Em específico, esta taxa foi estratificada por faixa de idade, no caso: entre 15 e 24 anos, 25 e 59 anos e acima de 60 anos. Para a aplicação considera-se a porcentagem complementar da taxa de analfabetismo para cada faixa etária.

Verifica-se que diversas doenças são combatidas principalmente com campanhas de conscientização de ações da população, relacionadas a práticas que possam combater a transmissão, como exemplos: Dengue, AIDS, COVID-19, dentre outras. Tais ações têm sido mais efetivas em municípios com menores índices de analfabetismo, conforme observação de (Gomes, 2017). Tal fato pode estar associado a possibilidade de acesso a campanhas educacionais desenvolvidas no município e a uma maior aderência destas por parte da população.

Em termos gerais, se um dado município indicar que a porcentagem complementar de uma taxa de analfabetismo em uma determinada faixa etária for nula, significa que cada habitante que esteja naquela faixa será analfabeta. Assim, estaria demonstrada a inexistência de diversas profissões que necessitam de no mínimo a capacidade de leitura, incluindo profissionais de saúde. Logo, o valor nulo de tais parâmetros será claramente o pior cenário possível em relação a saúde.

- **Renda Média Domiciliar Per Capita:**

Segundo o (Ministério da Saúde, 2020) este parâmetro refere-se a média das rendas domiciliares per capita das pessoas residentes em um determinado espaço geográfico, no ano considerado. Tem como objetivo a identificação média da capacidade de aquisição de bens e serviços dos moradores do domicílio. Ainda de acordo com o DataSUS, caso este parâmetro seja muito baixo, torna-se um indício da existência de segmentos sociais com precárias condições de vida. A renda domiciliar per capita é normalmente calculado pela soma da renda dos moradores dividido pelo número de moradores no domicílio.

O Brasil com um mais robusto sistema de saúde pública do mundo o Sistema Único de Saúde – SUS Ministério da Saúde, fornecendo o acesso a saúde de forma gratuita a toda população. Mas isso não exclui a necessidade de gastos particulares do brasileiro na saúde, como por exemplo, a compra de medicamento. Evidentemente, o poder de compra da população tem que ser levado em consideração.

A discussão que correlaciona a renda das pessoas e a saúde é algo bem delicado e apontam diversas visões sobre o tema. (Szwarcwald, 1999) aponta que a associação entre os fatores não é uma relação direta para a cidade do Rio de Janeiro, entretanto (Santos, 2012) nos diversos Estados do Brasil observa-se uma forte associação entre a renda e a saúde, correlacionando-as de maneira positiva. Assim, levando-se em consideração a correlação observada nos estudos supracitados, conclui-se que com o aumento da renda também se observa uma melhoria nas condições de saúde da população.

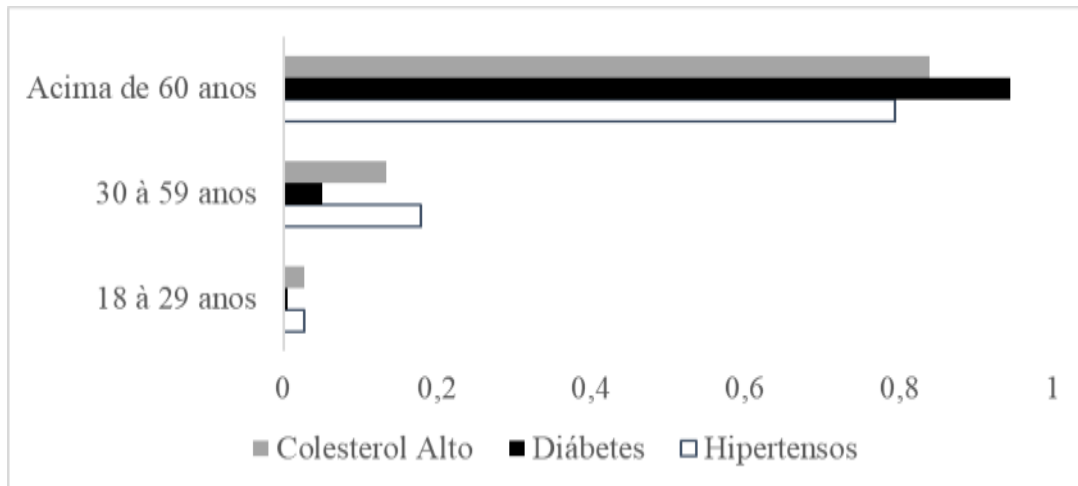
Assim, se um município obtiver a renda média domiciliar per capita nula, significa que todos os domicílios da cidade não possuem renda. Tal fato culminaria no pior cenário, com a pobreza extrema do município, sem acessos a nenhum tipo de recurso, em particular na saúde.

Cabe ressaltar que em função da transição epidemiológica espera-se que regiões com uma menor renda tendam a possuir um maior índice de mortalidade associado às doenças infecciosas e parasitárias (Oliveira, 2019).

- **Porcentagem da População com Menos de 40 anos:**

O Índice claramente trata-se do extrato da população com idade inferior aos 40 anos, e para isso torna-se necessário analisar o seu valor complementar. Para tanto, é fundamental analisar os grupos de risco da COVID-19, que segundo (Fang, 2020) são definidos principalmente pelos: diabéticos, portadores de colesterol alto e hipertensos. Segundo a Pesquisa Nacional de Saúde realizada em 2013, via uma parceria do ministério da Saúde e o IBGE, pode-se elencar a distribuição proporcional de diabéticos, hipertensos e portadores de colesterol alto estratificados por faixa etária, na Figura 1 é possível observar tais parâmetros.

Figura 1. Faixas de idade associadas às pessoas diabéticas, hipertensas e portadoras de colesterol alto (Adaptado da Pesquisa Nacional de Saúde – 2013).



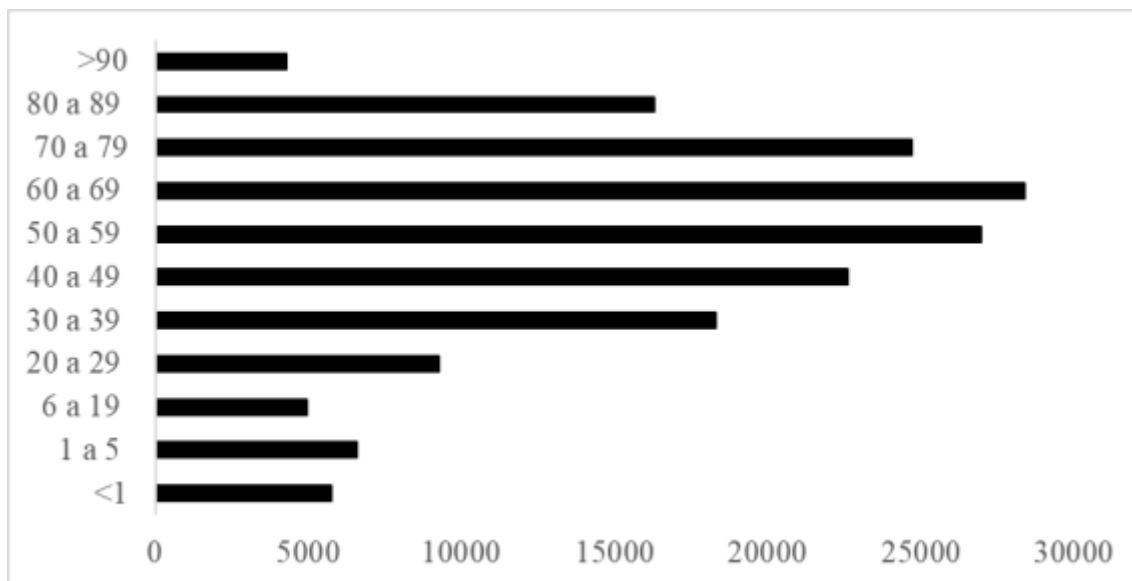
Fonte: Adaptado da Pesquisa Nacional de Saúde (2013).

A Figura 1 aponta que pessoas acima de 60 anos são mais suscetíveis a sofrerem dessas comorbidades, onde a diabetes é a mais comum entre as três, mais de 90% de ocorrência, seguida pelo colesterol alto e hipertensão, as duas últimas mais de 70%. Também evidenciou-se que pessoas entre 30 à 59 anos tem uma tendência considerável de sofrer de tais enfermidades, hipertensos nessa faixa etária são quase 20% e diabéticos e portadores de colesterol alto abaixo de 20% da população, pessoas entre 18 a 29 não representam nem 10% desse grupo que dessas enfermidades.

Além da Pesquisa Nacional de Saúde de 2013, pode-se verificar o perfil dos pacientes hospitalizados por Síndrome Respiratória Aguda (SRAG) durante a pandemia da Covid19 no Brasil, que de acordo com o último Boletim Epidemiológico do Ministério da Saúde, que correlaciona a idade com o número total de pacientes. Até os 29 anos o número de hospitalizados está entre 5 mil à dez mil, entre 40 e 49 anos esse número mais que dobra estando no intervalo de vinte mil à vinte e cinco mil, o grupo na idade de 60 à 69 anos ultrapassa os vinte e cinco mil quase trinta mil registros hospitalares de Síndrome Respiratória Aguda (SRAG), entre 70 a 90 anos a uma queda nesses números, pode-se dar ênfase nas faixas de idade de 40 anos, sendo responsáveis mais uma vez por mais de 70% do montante de hospitalizações, essas dados são até a data de 25 de maio de 2020 a Figura 2 apresenta esses dados.

Reunindo as duas informações, referentes as comorbidades e SRAG, pode-se inferir que quanto maior a proporção da população com mais de 40 anos de idade, maiores serão os indicadores sobre os grupos de riscos da Covid-19 para a localidade.

Figura 2. Idade e Número total de pacientes hospitalizados do início da pandemia até 25/05/2020 (Adaptado do Boletim Epidemiológico – Ministério da Saúde).



Fonte: Adaptado do Boletim Epidemiológico – Ministério da Saúde.

• Número de Leitos Totais do SUS

O número de leitos torna-se uma variável importantíssima de ser estudada, visto que está associada ao índice de recuperação dos pacientes acometidos pela enfermidade, visto que para a doença torna-se vital para o paciente sintomático em estágio avançado faça a utilização de um respirador mecânico.

De acordo com o DataSUS, o número de Leitos Totais do SUS é representado como a soma das seguintes categorias:

- Leitos de Repouso/Observação: Destinados a pacientes que necessitem ficar sob supervisão de um profissional de saúde para fins de diagnóstico ou terapêutica durante um período inferior a 24 horas;
- Leitos de Internação: Destinadas à internação de um paciente no hospital. Este, se separa entre leitos cirúrgicos, clínicos, obstétricos, pediátricos e outras especialidades;
- Leitos Complementares: Destinados a pacientes que necessitam de assistência especializada exigindo características especiais, tais como: as unidades de isolamento, isolamento reverso e as unidades de tratamento intensiva e semi-intensiva.

Optou-se pelos leitos totais do SUS, visto que mais de 70% da população brasileira não possuem planos de saúde, ou seja, é atendida unicamente por estes e que os leitos disponíveis pelo SUS correspondam a cerca de 35% dos leitos hospitalares no país.

A necessidade de Leitos Totais torna-se extremamente importante no período da COVID-19, e tem sido o principal objeto de diversos estudos visando o enfrentamento da doença, como exemplos: a plataforma para Projeções desenvolvida pela UFPEL.

Logo torna-se evidente que um município sem leitos se torna o pior valor que o parâmetro poderia apresentar e quanto maior este parâmetro menor é o risco de os acometidos evoluírem para óbito pela doença.

• Cálculo do Índice de Fragilidade ao COVID-19 (IFC)

Fixando-se uma quantidade finita de municípios (n) e considerando-se uma variável (Y) que representa algum parâmetro do município, e denotando-se (Y_p) como a variável calculada em um determinado município (p), defina-se:

- $Max(Y)$ como o valor máximo que a variável Y atinge dentre todos os municípios;
- $Min(Y)$ como o valor mínimo que a variável Y atinge dentre todos os municípios;
- $Nor(Y)$ será o valor normalizado da variável aplicado em um município específico, calculado pela Equação 1.

$$Nor(Y) = \frac{Y_p - Min(Y)}{Max(Y) - Min(Y)} \quad (1)$$

Considerando-se um município (p), com $(Y_{1p}, Y_{2p}, \dots, Y_{np})$ parâmetros fixados, assim, utilizando-se a norma euclidiana do espaço R^n (Armstrong, 1983), dada pela Equação 2:

$$I_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n (Nor(Y_{ip}))^2} \quad (2)$$

Dessa forma foi estabelecido o I_{FC} , associado a cada município, que mensura a distância deste parâmetro normalizado com a origem do espaço R^n . Se todos os parâmetros forem considerados positivos (tal fato está associado que os municípios não se encontram jamais na pior situação referente ao parâmetro analisado), isto é, quanto maior o parâmetro mais preparado o município está preparado para o combate ao COVID-19, o índice resume estes em um único valor também positivo, possibilitando-se a realização de uma comparação direta entre os municípios, possibilitando um critério de ordenação. Além disso, o índice permite quantificar a proporção comparativa de preparo de um município em relação ao outro, por exemplo, se um índice for duas vezes maior do que o outro, isto significa que o mesmo tem indícios de estar duas vezes mais preparado.

Considera-se seguintes parâmetros para a aplicação da Equação 2.

$Com(TxAn_{15-24})$	=	A porcentagem complementar da Taxa de analfabetismo entre 15 e 24 anos para o município;
$Com(TxAn_{25-59})$	=	A porcentagem complementar da Taxa de analfabetismo entre 25 e 59 anos para o município;
$Com(TxAn_{>60})$	=	A porcentagem complementar da Taxa de analfabetismo aos que possuem mais de 60 anos para o município;
Rd	=	Renda média domiciliar per capita para o município;
Fet	=	Parâmetro relativo à percentagem da população com menos de 40 anos;
$LeitoSUS$	=	Número de leitos totais no SUS do município;

Os parâmetros utilizados para o cálculo do I_{FC} , para os municípios da região do Vale do Mucuri estão descritos na Tabela 1a e 1b.

Tabela 1a. Informações dos municípios do vale do Mucuri utilizadas para o cálculo do I_{FC}.

Município	Pop40*¹	Pop40*¹ <u>Norm</u>	Rd*²	Rd*² <u>Norm</u>	TxA_{n1}*³	TxA_{n1}*³ <u>Compl</u>	TxA_{n1}*³ <u>Compl</u> <u>Norm</u>
Águas Formosas	66,31	0,35	349	0,45	3,04	96,96	0,89
Ataléia	62,48	0,04	306	0,32	3,55	96,45	0,84
Bertópolis	66,96	0,40	278	0,23	13,02	86,98	0,00
Campanário	65,75	0,30	323	0,37	1,85	98,15	1,00
Carai	69,00	0,56	212	0,03	3,07	96,93	0,89
Carlos Chagas	61,92	0,00	406	0,62	3,13	96,87	0,88
Catuji	70,61	0,69	236	0,11	4,81	95,19	0,73
Crisólita	67,82	0,47	291	0,27	5,08	94,92	0,71
Franciscópolis	66,65	0,38	263	0,19	4,53	95,47	0,76
Frei Gaspar	65,73	0,30	275	0,22	4,58	95,42	0,75
Fronteira dos Vales	62,98	0,08	248	0,14	3,41	96,59	0,86
Itaipé	74,02	0,96	250	0,15	4,41	95,59	0,77
Itambacuri	65,68	0,30	354	0,47	3,21	96,79	0,87
Ladainha	71,16	0,73	212	0,03	6,56	93,44	0,58
Machacalis	63,52	0,13	327	0,38	2,16	97,84	0,97
Malacacheta	65,92	0,32	308	0,33	3,79	96,21	0,82
Nanuque	63,94	0,16	519	0,97	1,8	98,2	1,00
Novo Oriente de Minas	66,25	0,34	255	0,16	3,75	96,25	0,83
Ouro Verde de Minas	66,17	0,34	263	0,19	4,03	95,97	0,80
Pavão	63,62	0,13	325	0,38	2,8	97,2	0,91
Pescador	65,48	0,28	323	0,37	2,26	97,74	0,96
Poté	64,9	0,24	299	0,30	4,26	95,74	0,78
Santa Helena de Minas	69,35	0,59	217	0,05	10,77	89,23	0,20
Serra dos Aimorés	65,23	0,26	363	0,49	2,63	97,37	0,93
Setubinha	74,53	1,00	201	0,00	5,82	94,18	0,64
Teófilo Otoni	64,77	0,23	530	1,00	1,9	98,1	0,99
Umburatiba	65,62	0,29	311	0,33	4,55	95,45	0,75

Fonte: Autores.

Tabela 1b. Informações dos municípios do vale do Mucuri utilizadas para o cálculo do I_{FC}.

Município	TxAn2* ⁴	TxAn2* ⁴ Compl	TxAn2* ⁴ <u>Compl</u> <u>Norm</u>	TxAn4* ⁵	TxAn4* ⁵ <u>Compl</u>	TxAn4* ⁵ <u>Norm</u>	LeSUS*	LeSUS* <u>Norm</u>
Águas Formosas	20,55	79,45	0,60	64,6	35,4	0,38	59	0,23
Ataléia	21,32	78,68	0,57	62,48	37,52	0,43	32	0,12
Bertópolis	25,11	74,89	0,42	65,31	34,69	0,36	0	0,00
Campanário	15,39	84,61	0,79	48,03	51,97	0,79	0	0,00
Carai	24,82	75,18	0,44	69,97	30,03	0,24	34	0,13
Carlos Chagas	17,33	82,67	0,72	58,99	41,01	0,52	40	0,16
Catuji	23,95	76,05	0,47	64,65	35,35	0,37	0	0,00
Crisólita	34,17	65,83	0,08	79,75	20,25	0,00	0	0,00
Franciscópolis	30,18	69,82	0,23	69,02	30,98	0,27	0	0,00
Frei Gaspar	26,29	73,71	0,38	67,3	32,7	0,31	0	0,00
Fronteira dos Vales	26,57	73,43	0,37	70,64	29,36	0,23	0	0,00
Itaipé	25,49	74,51	0,41	66,73	33,27	0,32	28	0,11
Itambacuri	18,35	81,65	0,68	53,82	46,18	0,64	77	0,30
Ladainha	31,79	68,21	0,17	63,5	36,5	0,40	21	0,08
Machacalis	18,91	81,09	0,66	60	40	0,49	44	0,17
Malacacheta	23,56	76,44	0,48	61,1	38,9	0,46	25	0,10
Nanuque	10,91	89,09	0,96	47,99	52,01	0,79	41	0,16
Novo Oriente de Minas	29,25	70,75	0,27	72,67	27,33	0,18	0	0,00
Ouro Verde de Minas	24,33	75,67	0,45	66,55	33,45	0,33	0	0,00
Pavão	17,98	82,02	0,70	61,89	38,11	0,44	0	0,00
Pescador	14,89	85,11	0,81	55,39	44,61	0,60	0	0,00
Poté	23,05	76,95	0,50	57,94	42,06	0,54	32	0,12
Santa Helena de Minas	27,75	72,25	0,32	74,66	25,34	0,13	0	0,00
Serra dos Aimorés	15,49	84,51	0,79	54,21	45,79	0,63	0	0,00
Setubinha	36,3	63,7	0,00	73,47	26,53	0,16	0	0,00
Teófilo Otoni	9,96	90,04	1,00	39,46	60,54	1,00	258	1,00
Umburatiba	22,47	77,53	0,53	68,52	31,48	0,28	0	0,00

Fonte: Autores.

• Validação do Índice de Fragilidade ao COVID-19 (I_{FC})

Visando a validação do I_{FC}, procurou-se a comparação deste com outras metodologias e índices propostos relacionados à doença e ao seu espalhamento pelo território (Espírito Santos, 2020) e (Fiocruz, 2020) e também com índices que retratem a situação social das localidades, tais como o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) e sua classificação para a validação do Índice proposto. Ainda, um panorama referente ao dia 18/07/2020 quanto ao número de casos confirmados e óbitos e estimativa de população para os municípios, pretendendo analisar a taxa de letalidade (Minas Gerais, 2020)..

Também, de modo a verificar a efetividade do Índice proposto, ranqueou-se os municípios quanto ao I_{FC} e à três fatores, sendo: 1) I_{FC}; 2) Casos por 1.000 habitantes, 3) Taxa de letalidade; e 4) Óbitos por 1.000 habitantes.

Cabe ressaltar que os índices padrão da Organização Mundial da Saúde (OMS) são calculados por 100.000 habitantes, entretanto para este estudo optou-se por 1.000 habitantes visto que os municípios estudados possuem baixa população.

- **Estudo de caso: A região do Vale do Mucuri**

Para a análise e implementação do índice proposto, buscou-se a análise da região do Vale do Mucuri e alguns municípios que compõe o Vale do rio Doce, que se utilizam da rede médica da cidade de Teófilo Otoni Gerência Regional de Saúde – GRS Teófilo Otoni, totalizando 27 municípios.

Vale ressaltar que a região do vale do Mucuri compreende região Nordeste do Estado de Minas Gerais, e que carrega este nome em função do rio Mucuri que corta a região. Os principais municípios são a cidade de Teófilo Otoni e Nanuque, que tem sua principal atividade econômica pautada nas atividades de mineração de pedras preciosas, pecuária e agricultura. É uma região com com IDH que varia entre 0,66 e 0,68. Visando a obtenção dos dados sócio-econômicos-culturais, buscou-se a utilização do Censo Demográfico (IBGE, 2013) e da plataforma do Ministério da Saúde DataSUS (Tabela 1).

3. Resultados e Discussão

Diversos estudos vêm no intuito de correlacionar as características geográficas dos municípios e os impactos da COVID-19, observa-se que as características mais estudadas se tratam das econômicas, sociais, culturais e físicas das regiões. Destaca-se o mapeamento do risco proposto pelo Centro de Comando e Controle COVID-19 do Estado do Espírito Santo, que leva em consideração: Coeficiente de incidência do município (CIM), Taxa de letalidade (LET), Índice de isolamento (ISSO) e o Percentual de população acima de 60 anos (P60) (Espírito Santo, 2020).

Também existe o estudo elaborado pela Fundação Oswaldo Cruz, a qual desenvolveu uma metodologia para estimativa de localidades com uma maior vulnerabilidade, levando-se em consideração: População acima dos 60 anos, Vulnerabilidade social (combinação de vários fatores, sendo: expectativa de vida ao nascer, índice de GINI, componente de escolaridade do IDH, % população vivendo em situação de extrema pobreza, % população vivendo em área urbana, % de pessoas em domicílios com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados, % de domicílio com água encanada, % de domicílio sem energia elétrica), Número de leitos de UTI por 10.000 habitantes e Número de respiradores por 10.000 habitantes acima de 60 anos (Fiocruz, 2020).

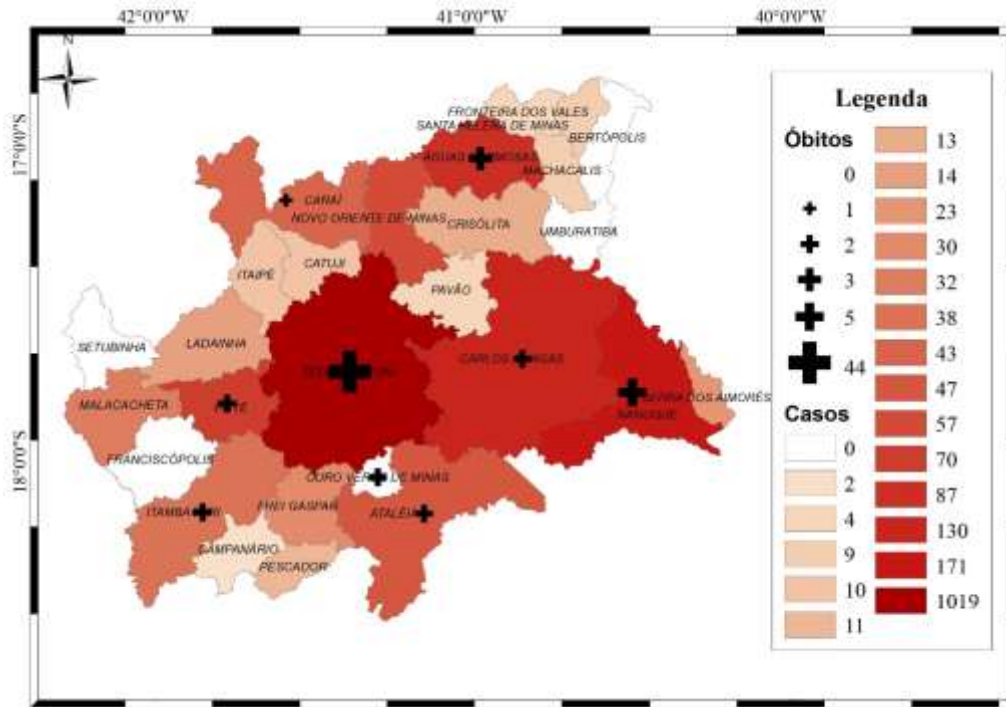
A Tabela 2 apresenta o IFC, IDH-M, Classificação do IDH-M, Casos confirmados de COVID-19 em 18/07/2020, Óbitos em 18/07/2020 e População de 2010 para os municípios do vale do Mucuri. Cabe ressaltar que os dados referentes aos Casos e Óbitos são obtidos da Secretaria Estadual da Saúde (Ministério da saúde, 2020) e a População advindo do (Censo, 2010).

Tabela 2. Índice de Fragilidade ao COVID-19, IDH-M, Classificação do IDH-M, Casos Confirmados COVID-19, Óbitos e População Estimada (2019) para os Municípios do Vale do Mucuri até a data de 18/07/2020.

Município	IFC	IDH-M	Classificação IDH-M	Casos Confirmados COVID-19 em 18/07/2020	Óbitos em 18/07/2020	População (2010)
Teófilo Otoni	2,24	0,701	Alto	1019	44	134.745
Nanuque	1,88	0,701	Alto	171	5	40.834
Campanário	1,57	0,616	Médio	2	0	3.564
Serra dos Aimorés	1,48	0,651	Médio	23	0	8.412
Pescador	1,47	0,656	Médio	11	0	4.128
Itambacuri	1,43	0,634	Médio	38	2	22.809
Carlos Chagas	1,40	0,648	Médio	130	2	20.069
Itaipé	1,35	0,552	Baixo	10	0	11.789
Machacalis	1,34	0,640	Médio	9	0	6.976
Pavão	1,29	0,627	Médio	4	0	8.589
Águas Formosas	1,29	0,645	Médio	87	3	18.479
Setubinha	1,20	0,542	Baixo	0	0	10.885
Catuji	1,18	0,540	Baixo	10	0	6.708
Caraí	1,17	0,558	Baixo	43	1	22.343
Malacacheta	1,16	0,618	Médio	32	0	18.776
Ataléia	1,16	0,588	Baixo	47	2	14.445
Poté	1,15	0,624	Médio	70	2	15.667
Umburatiba	1,06	0,638	Médio	0	0	2.705
Ouro Verde de Minas	1,05	0,595	Baixo	0	2	6.016
Ladainha	1,03	0,541	Baixo	14	0	16.994
Fronteira dos Vales	0,97	0,592	Baixo	4	0	4.581
Frei Gaspar	0,97	0,590	Baixo	30	0	5.880
Novo Oriente de Minas	0,96	0,555	Baixo	57	0	10.755
Franciscópolis	0,93	0,603	Médio	0	0	4.687
Crisólita	0,90	0,585	Baixo	13	0	6.047
Bertópolis	0,72	0,594	Baixo	0	0	4.498
Santa Helena de Minas	0,71	0,567	Baixo	9	0	6.055
TOTAL	-	-	-	1.833	63	437.436

Fonte: Autores.

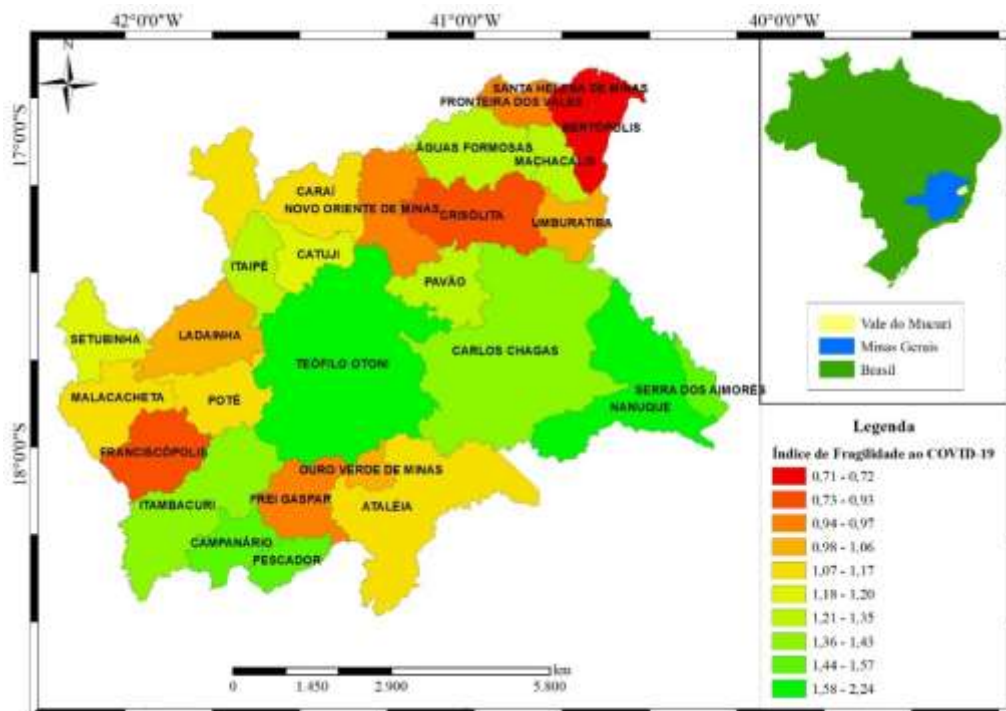
Figura 3. Distribuição espacial do número de casos confirmados de COVID-19 e óbitos nos municípios do Vale do Mucuri.



Fonte: Autores.

Observa-se que existe a concentração dos casos na cidade de Teófilo Otoni (1.019), seguidos por Nanuque (130) e Carlos Chagas (130). Quanto aos óbitos Teófilo Otoni apresenta 44, seguidos por 5 em Nanuque e 3 em Águas Formosas. A Figura 4 apresenta a distribuição espacial do I_{FC} nos municípios do vale do Mucuri.

Figura 4. Distribuição espacial do Índice de Fragilidade ao COVID-19 nos municípios do Vale do Mucuri.



Fonte: Autores.

Cabe ressaltar o fato da cidade de Teófilo Otoni possuir o melhor I_{FC} e mesmo assim apresentar o maior número de casos (55,6% da região do vale do Mucuri) e o maior número de óbitos (69,8% da região do vale do Mucuri), tais acontecimentos podem estar atrelados ao fato de possuir a maior população da região, com cerca de 31% do total de todo o vale do Mucuri, possibilitando assim uma maior aglomeração em seu distrito urbano. Entretanto, ainda assim, se mostra mais preparada ao impacto relativo à Pandemia, visto que possui os parâmetros referentes à: Renda domiciliar, Taxas de Analfabetismo e Leitos do SUS em melhores condições quando comparadas às dos outros municípios do vale.

Por fim, para que o índice seja efetivo, espera-se que este seja inversamente ordenado com parâmetros estatísticos da doença que visam o fracasso da população em lidar com os seus infectados, neste sentido realizou-se uma análise entre a ordenação determinada pelo índice e as ordenações determinadas pelo Número de casos por 1.000 habitantes, a taxa de letalidade da doença e a quantidade de óbitos por 1.000 habitantes.

O Número total de casos representa o quanto as características culturais/sociais (educação, habitação, saúde, higiene e outras) afetam na proliferação da doença. A escolha da taxa de letalidade guarda relação com o tratamento prestado pelo município de modo a não levar o infectado a óbito. Já a quantidade de óbitos para cada 1.000 habitantes mensura a capacidade do município em prevenir que os seus habitantes contraíam a doença e, em conjunto, a capacidade de tratar aqueles que contraíram. Assim, obtêm-se conforme a Tabela 3 os seguintes valores.

Tabela 3. Taxa de Letalidade dos Municípios; Infectados e Óbitos por 1.000 habitantes em 18/07/2020.

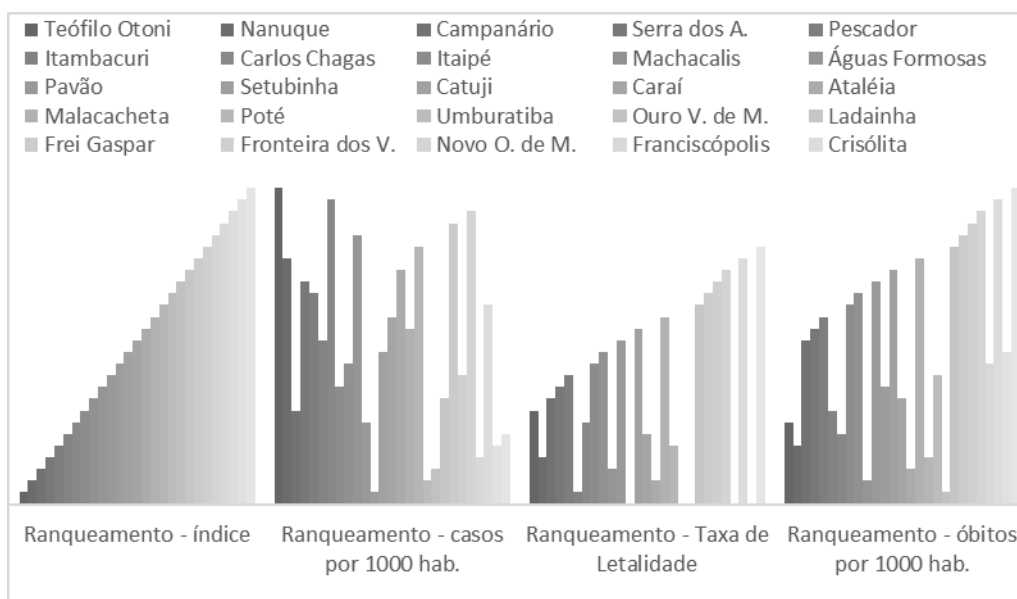
Município	Índice de Fragilidade ao COVID-19 – I_{FC}	Casos por 1.000 habitantes	Taxa de Letalidade	Óbitos por 1.000 habitantes
Teófilo Otoni	2,24	7,56	0,013	0,096
Nanuque	1,88	4,19	0,029	0,122
Campanário	1,57	0,56	0,000	0,000
Serra dos Aimorés	1,48	2,73	0,000	0,000
Pescador	1,47	2,66	0,000	0,000
Itambacuri	1,43	1,67	0,053	0,088
Carlos Chagas	1,40	6,48	0,015	0,100
Itaipé	1,35	0,85	0,000	0,000
Machacalis	1,34	1,29	0,000	0,000
Águas Formosas	1,29	4,71	0,034	0,162
Pavão	1,29	0,47	0,000	0,000
Setubinha	1,20	0,00	-	0,000
Catuji	1,18	1,49	0,000	0,000
Caraí	1,17	1,92	0,023	0,045
Ataléia	1,16	3,25	0,043	0,138
Malacacheta	1,16	1,70	0,000	0,000
Poté	1,15	4,47	0,029	0,128
Umburatiba	1,06	0,00	-	0,000
Ouro Verde de Minas	1,05	0,00	-	0,332
Ladainha	1,03	0,82	0,000	0,000
Frei Gaspar	0,97	5,10	0,000	0,000
Fronteira dos Vales	0,97	0,87	0,000	0,000
Novo Oriente de Minas	0,96	5,30	0,000	0,000
Franciscópolis	0,93	0,00	-	0,000
Crisólita	0,90	2,15	0,000	0,000
Bertópolis	0,72	0,00	-	0,000
Santa Helena de Minas	0,71	0,33	0,000	0,000

Fonte: Autores.

Assim quatro ranqueamentos, sendo: A primeira é a ordenação dos municípios, via o índice de fragilidade, do maior até o menor; as outras três ordenações foram determinadas em ordem crescente em termos do número de casos por 1.000 habitantes, da taxa de letalidade e dos óbitos para cada mil habitantes.

A Figura 5 apresenta as ordenações em perspectiva, favorecendo assim um estudo comparativo entre as variáveis propostas.

Figura 5. Ranqueamento do Índice de Fragilidade à COVID-19 e as variáveis: Casos por 1.000 habitantes, Taxa de letalidade e Óbitos por 1.000 habitantes para os municípios da região do Vale do Mucuri.



Fonte: Autores.

É importante frisar que não se deve levar em consideração os municípios que não possuem casos da doença e nem os com a taxa de letalidade nula, pela falta de informação a respeito da doença e da forma de tratamento no município.

Torna-se interessante de se observar que, para as variáveis Taxa de letalidade e Óbitos por 1.000 habitantes verifica-se um comportamento similar ao IFC na maioria dos municípios. Entretanto não foi possível verificar o mesmo comportamento com relação aos Casos por 1.000 habitantes, visto que o comportamento não apresentou o mesmo padrão. Cabe ressaltar que tal fato pode estar relacionado com a capacidade do IFC em mensurar uma resposta com relação às perdas de vida (Taxa de letalidade e Óbitos por 1.000 habitantes), entretanto não demonstrou eficácia ao mensurar resposta quanto aos Casos. O principal fator que pode estar exercendo influencia nestes comportamentos é o tempo de início da doença no município, visto que existem municípios que inclusive ainda não apresentam casos.

Torna-se factível então verificar que o IFC demonstra indícios de previsibilidade sobre as condições de cada município em lidar com a COVID-19.

Ainda, o IFC serve como uma mensuração instantânea da implementação de políticas públicas nos municípios podem trazer mais condições da população na luta contra as doenças infecciosas. Trazendo mais clareza de informações também ao poder público na tomada de decisões estratégicas de alocação de recursos, visando o favorecimento da população.

4. Conclusão

O I_{FC} não demonstrou correlação com o IDH do município, entretanto se mostrou adequado para verificar o possível impacto decorrente a pandemia nas cidades da região do Vale do Mucuri bem como demonstra indícios de previsibilidade sobre as condições do impacto da COVID-19 comparativamente entre os municípios, principalmente quanto às perdas de vida.

Para trabalhos futuros, recomenda-se a replicação do I_{FC} em regiões diversas, para que se possa mensurar a sua aplicabilidade em condições distintas. Pode também, a partir da análise de outros indicadores, promover a melhoria do $O_{I_{FC}}$ com a inclusão de novos termos no cálculo.

Referências

- Armstrong, M. A. (1983). Basic Topology. Springer, University of Durham, Durham Inglaterra.
- Brasil, Ministério da Saúde. Boletins Epidemiológicos. <https://coronavirus.saude.gov.br/boletins-epidemiologicos>.
- Brasil, Ministério da Saúde. Painel de Monitoramento. <https://covid.saude.gov.br/>
- Brasil, Ministério da Saúde. Sobre a doença Sars-CoV-2. <https://coronavirus.saude.gov.br/sobre-a-doenca#o-que-e-covid>.
- Brasil, Ministério da Saúde. Banco de dados do Sistema Único de Saúde – DATASUS/tabnet. <http://tabnet.datasus.gov.br/tabdata/LivroIDB/2edrev/b08.pdf>
- Brasil, Ministério da Saúde. Sistema Único de Saúde (SUS): estrutura, princípios e como funciona. <http://www.saude.gov.br/sistema-unico-de-saude>.
- Censo demográfico 2010. (2011). Características da população e dos domicílios: resultados do universo. In: IBGE. Sidra: sistema IBGE de recuperação automática. https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/93/cd_2010_caracteristicas_populacao_domicilios.pdf
- Departamento de Medicina Social -UFPEL. COVID-19 – Projeções de necessidade de leitos. <https://dms.ufpel.edu.br/site/?p=1605>.
- Departamento de Medicina Social -UFPEL. COVID-19 – Projeções de necessidade de leitos. <https://dms.ufpel.edu.br/site/?p=1605>.
- Espírito Santo. (2020). Covid-19: Estratégia de Mapeamento de risco e medidas qualificadas no espírito santo. <https://coronavirus.es.gov.br/Media/Coronavirus/Downloads/Cartilha-COVID19%2025.05.2020.pdf>.
- Estrela, C. (2018). Metodologia Científica: Ciência, Ensino, Pesquisa. Editora Artes Médicas;
- Fang, L.; Karakiulakis, G., & Roth, M. (2020). Are patients with hypertension and diabetes mellitus at increased risk for COVID-19 infection? The Lancet.
- Fiocruz. (2020). Interiorização do Covid-19 e as redes de atendimento em saúde. Nota Técnica. <https://www.medrxiv.org/content/10.1101/2020.03.19.20039131v2.full.pdf>.
- Gomes, Ana Carolina de Almeida et. al. (2017). Educação em Saúde para Prevenção e Controle do Aedes Aegypti. Revista Perspectivas Online: Biológicas & Saúde, v.7, p. 32-39. ISSN: 2236-8868 Ministério da Saúde. DATASUS - Informações de Saúde - Rede Assistencial. 2020. URL: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0204&id=11663>.
- Instituto brasileiro de geografia e estatística. (2005). IBGE. Produto Interno Bruto dos Municípios.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de Saúde 2013. <ftp://ftp.ibge.gov.br/PNS/2013/pns2013.pdf>
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico. (2010). Resultados gerais da amostra. 2010. URL: http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/resultados_gerais_mostra/resultados_gerais_amostra_tab_uf_mi_crodados.shtm
- Koche, J. C. (2011). Fundamentos de metodologia científica. Petrópolis: Vozes. http://www.brunovivas.com/wp-content/uploads/sites/10/2018/07/K%20C3%B6che-Jos%20C3%A9-Carlos0D0AFundamentos-de-metodologia-cient%20C3%ADfca-_teoria-da0D0Aci%20C3%Aancia-e-inicia%20C3%A7%20C3%A3o-%20C3%A0-pesquisa.pdf https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1
- Oliveira, a. S. (2019). Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. *Hygeia - Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde*, 15(32), 69-79.
- Pereira, A. S. et. al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. UFSM.
- Santos, Anderson M. A. dos et al. (2012); Causalidade entre renda e saúde: uma análise através da abordagem de dados em painel com os estados do Brasil, *Estudo Econômico*, 42(2), 229-261.
- Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, Sala Situação Municipal. <http://vigilancia.saude.mg.gov.br/index.php/sala-de-situacao-municipal/>
- Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais. Boletim Epidemiológico Covid-19: Doenças causada pelo coronavírus-19. <http://coronavirus.saude.mg.gov.br/boletim>
- Secretaria de Estado de Saúde de Minas Gerais, SRS Teófilo Otoni. <https://www.saude.mg.gov.br/component/gmg/page/221-srs-teofilo-otoni-sesmg>.

Szwarcwald, C. L. et. Al (1999). Desigualdade de renda e situação de saúde: o caso do Rio de Janeiro. *Caderno Saúde Pública*, 15, 15 – 28, 1999.<
https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0102-311X1999000100003&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt

United Nations Development Programme (2020). COVID-19 and Human Development: Assessing the Crisis, Envisioning the Recovery. <http://hdr.undp.org/en/hdpcovid>.

Who. (2020). Organization WH. Coronavirus. <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>

X, X, et al.(2020). Clinical findings in a group of patients infected with the 2019 novel coronavirus (SARS-Cov-2) outside of Wuhan, China: retrospective case series. *BMJ* 2020; 368, m606. <https://doi.org/10.1136/bmj.m606>.

Zhu, N. et al. A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019. (2020). *The New England Journal of Medicine*, 382, 727-733.