

MENINGITE NO PERÍODO PRÉ E DURANTE PANDEMIA DA COVID-19 NO BRASIL E EM MINAS GERAIS: UM ESTUDO ECOLÓGICO DA SITUAÇÃO EPIDEMIOLÓGICA E REPERCUSSÕES NA SAÚDE PÚBLICA

MENINGITIS BEFORE AND DURING THE COVID-19 PANDEMIC IN BRAZIL AND MINAS GERAIS: NA ECOLOGICAL STUDY OF THE EPIDEMIOLOGICAL SITUATION AND REPERCUSSIONS ON PUBLIC HEALTH

Daiane de Oliveira Andrade ^{1*}; *Giulia Neiva Giati* ²; *Pedro Octávio Silva Pereira* ²; *Isabela Simões Mendes* ²; *Natália Bontempo Mendes* ²; *Brenda Lorena de Jesus Araújo* ²; *Ronei Rodrigues de Andrade* ¹; *Brenda Rayra Barbosa Soares* ¹

1. Medico(a) formado(a) pelo Centro Universitário Atenas – Paracatu, MG. 2. Discente do Curso de Medicina do Centro Universitário Atenas – Paracatu, MG.

* <mailto:pedrooctsilva@gmail.com>

RESUMO

INTRODUÇÃO: A meningite, uma infecção das meninges de etiologia bacteriana ou viral, é uma patologia de significância epidemiológica. Devido ao seu comportamento, para compreender as variáveis causais, é de suma importância a notificação compulsória. Em períodos como a pandemia da Covid-19, no entanto, essa avaliação obtém um novo significado que necessita de investigação. **OBJETIVO:** Avaliar a situação epidemiológica da meningite nos períodos pré e durante pandemia da Covid-19, em Minas Gerais e no Brasil. **METODOLOGIA:** Consiste em um estudo ecológico com coleta de dados no TABNET/DATASUS. Consideraram-se dados entre 2017-2021, no Brasil e em Minas Gerais, que foram interpretados por estatística simples. **RESULTADO:** Foram avaliados os panoramas da meningite tanto em Minas Gerais quanto no Brasil. As semelhanças comuns foram a etiologia, sexo predominantemente acometido e padrão de desfechos. Já as diferenças foram faixa etária de maior prevalência e relação óbitos/alta. **DISCUSSÃO:** A queda de casos, bem como a mudança da faixa etária de acometimento, está diretamente associada à situação vacinal. Com a instituição da vacina contra a Meningo C em 2018, e a ACWY em 2020, pelo Ministério da Saúde, observaram-se quedas correspondentes e gradativas das notificações. A diferença de faixas etárias acometidas é, ainda, justificada pela cobertura de diferentes idades relacionadas a cada vacina. Quanto à situação da pandemia da Covid-19, aponta-se que as medidas de distanciamento social, utilização de máscaras e higienização constante das mãos tenham significado medidas que também impactaram na amenização da situação epidemiológica da meningite no Brasil e em Minas Gerais. **CONCLUSÃO:** Reforça-se a efetividade das medidas protetivas contra a meningite, como a vacinação, e as medidas contra a covid-19 que serviram como um fator protetivo para desenvolvimento da meningite, como a higienização das mãos e o uso de máscaras. Esses são parâmetros que devem ser utilizados para subsequentes tentativas de amenizar a situação epidemiológica.

PALAVRAS-CHAVE: Covid-19; Meningite; Pandemia.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Meningitis, a bacterial or viral infection of the meninges, is a pathology of epidemiological significance. Due to its behavior, to understand the causal variables, compulsory notification is of paramount importance. In times like the Covid-19 pandemic, however, this assessment takes on a new meaning that needs investigation. **OBJECTIVE:** To analyze the epidemiological situation of meningitis in the pre and during Covid-19 pandemic periods in Minas Gerais and Brazil. **METHODOLOGY:** Consists in an ecological study with data collection in TABNET/DATASUS between 2017-2021, in Minas Gerais and Brazil, which were interpreted by simple statistics. **RESULTS:** The panorama of meningitis was evaluated both in Minas Gerais and in Brazil. Common similarities were etiology, predominately affected sex, and pattern of results. The differences were the age group with the highest prevalence and the high/death ratio. **DISCUSSION:** The drop in cases, as well as the change in the age group of involvement, are directly associated with the vaccination status. With the institution of the vaccine against meningitis C in 2018, and the ACWY in 2020, by the Ministry of Health, it was observed that the corresponding and gradual notifications. The difference in age groups affected is also justified by the coverage of different ages related to each vaccine. Regarding the situation of the Covid-19 pandemic, it is pointed out that the measures of social distance, use of masks had also an impact on the alleviation of the epidemiological situation of meningitis in Brazil and Minas Gerais. **CONCLUSION:** The effectiveness of protective measures against meningitis, such as vaccination, and measures against covid-19 that served as a protective factor for the development of meningitis, such as hand hygiene and the use of masks, are reinforced. These parameters should be used for subsequent attempts to mitigate the future epidemiological situation.

KEYWORDS: Covid-19; Meningitidis; Pandemic.

INTRODUÇÃO

A meningite é uma infecção das meninges, membranas que circundam o cérebro, e a medula espinhal. É uma doença grave e pode acometer pessoas de todas as idades, porém com incidência mais significativa em crianças¹. Em alguns casos, seu diagnóstico não é imediato, já que no início da infecção a doença pode cursar com sintomas inespecíficos².

Na perspectiva da saúde pública, destacam-se as meningites de etiologias bacterianas e virais, pelo padrão do quadro clínico e pelo caráter epidemiológico. Apesar da etiologia viral desencadear, na maioria das vezes, um quadro de menor gravidade, a meningite bacteriana apresenta maior potencial de desencadear sequelas ou até mesmo evolução para óbito, sendo considerada grave³.

No Brasil, a eficiência de determinadas ferramentas epidemiológicas permite uma análise da situação e impacto da patologia. Tendo por base o número de notificações, de cunho compulsório para essa, é possível constatar sua taxa de mortalidade, a qual, apesar dos avanços clínicos e da vigilância epidemiológica ativa, continua potencialmente alta⁴.

Outra característica epidemiológica intrínseca à meningite é o seu grau de evolução. Do ponto de vista clínico, ela possui evolução rápida. Além disso, por falta de fatores climáticos que influenciem em sua história natural, pode acometer indivíduos em qualquer época do ano⁵. Por isso, é necessário compreender seu perfil epidemiológico, especialmente em um período atípico como o da pandemia da Covid-19 para que medidas interventivas possam ser adotadas.

OBJETIVOS

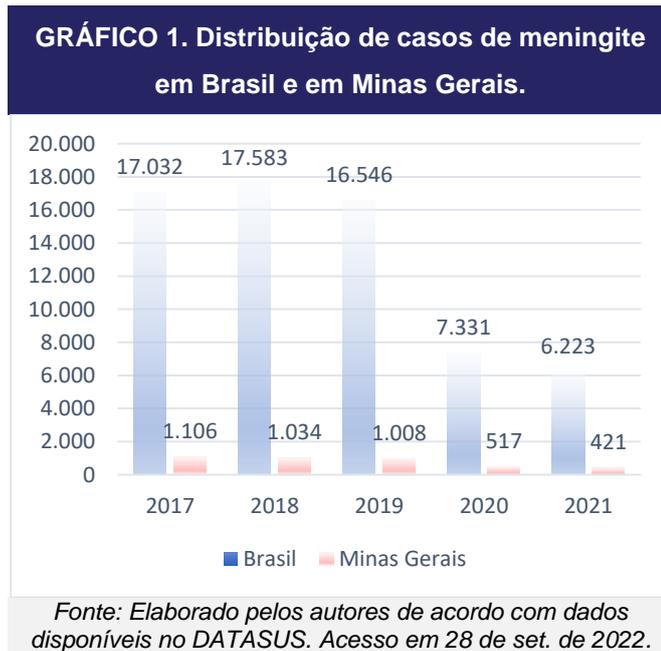
Considerando a relevância desta doença e de seus agravos para a saúde pública, este estudo tem por objetivo avaliar a epidemiologia da situação da meningite no Brasil entre 2017 a 2021, avaliando seu comportamento em período pré e durante a pandemia da Covid-19. O trabalho estuda a hipótese de que, dada a maior cobertura e adesão vacinal, o perfil epidemiológico de Minas Gerais (MG) destoaria significativamente do padrão nacional observado.

METODOLOGIA

Trata-se de um estudo ecológico, tendo como base amostral a coleta de dados do TABNET registradas pelo DATASUS, delimitada entre os anos 2017 a 2021. A coleta foi realizada em julho de 2022 por dois analistas distintos. Visando à redução de fatores de confusão na análise, os dados extraídos foram analisados, pareados e conferidos por um terceiro avaliador. Os casos foram notificados utilizando o ano de aparecimento do primeiro sintoma como parâmetro. Nenhum paciente que apresentou a doença no intervalo de tempo analisado foi desconsiderado. Foram analisadas para o estudo informações sociodemográficas, como número total de casos, faixa etária de acometimento e distribuição por sexo e informações relativas à doença (ano do primeiro sintoma, sorogrupos prevalentes, etiologia e evolução da doença por ano). Todos esses dados foram colhidos tanto no âmbito de Minas Gerais quanto Brasil. Os dados deste estudo foram contabilizados utilizando estatística descritiva simples.

RESULTADOS

Entre 2017 e 2021, foram notificados como 1º ano do sintoma (s) 64.715 casos de meningite no Brasil; cerca de 4.044 desses em MG, o que representa cerca de 6,2% dos casos totais. No período analisado, houve uma queda abrupta na quantidade de casos a partir do ano 2020. O ano de 2018 foi registrado como o de maior número de notificações no Brasil (17.583 totais) e 2017, o ano de maior número de notificações em MG (1.106). O ano de menor número foi 2021, com 6.223 notificações nacionais para 421 notificações mineiras. O **Gráfico 1** ilustra essa distribuição anual.



A **Tabela 1** apresenta a faixa etária acometida por ano do 1º sintoma (s) apresentado no Brasil e em MG. Foi possível observar o predomínio de apresentação no Brasil, das faixas etárias entre 20-39 e menores que 1 ano, que representaram, respectivamente, 12.998 (20%) e 11.005 (17%) casos. Em contrapartida, em Minas Gerais, o predomínio foi entre 40-59 anos, com 887 (21,7%) e 20-39 anos, com 859 (21%) casos. Nas duas observações, a menor taxa de apresentação se encontra entre os maiores de 80 anos (1% dos casos no Brasil e 1,4% em Minas Gerais).

O **Gráfico 2** demonstra a distribuição entre os sexos por ano do 1º sintoma (s). No Brasil 58,53% (37.352) dos indivíduos afetados eram do sexo masculino (SM), enquanto 41,4% (26.454) eram do sexo feminino (SF). A razão de acometimento do SM sobre o SF apresentou caráter levemente variado, sendo 1,46 em 2017, 1,36 em 2018, 1,42 em 2019, 1,40 em 2020 e 1,39 em 2021. Quanto à distribuição entre sexos por ano do 1º sintoma (s) em Minas Gerais, 59,5% (2.406) dos afetados eram do sexo masculino enquanto 40,46% (1.635) eram do sexo feminino. A razão de acometimento SM/SF foi

1,46 em 2017, 1,48 em 2018, 1,52 em 2019, 1,46 em 2020 e 1,35 em 2021.

Quanto à etiologia, observou-se que, no Brasil, as formas mais prevalentes, segundo a **Tabela 2**, foram MV, com 30.335 casos (46,89%), MNE com 10.682 (16,51%) e MB 10.398 (16,07%). MH foi a menos prevalente com 0,83% (537), seguida da MTBC com 2,5% (1.634). A etiologia foi ignorada em 0,2% dos casos. Em relação a Minas Gerais, as formas mais prevalentes foram MV, com 1.124 (27,47%) e MNE, com 973 (23,78%) casos. A MM+MCC foi a menos prevalente, com 40 casos (0,9%), seguida de MH, com 55 (1,3%). A etiologia ignorada representou cerca de 0,1%.

Entretanto, diante das características epidemiológicas disponíveis no banco do SINAN, em relação aos sorogrupos da bactéria *Neisseria meningitidis*, a maior parte dos registros teve seu sorogrupo ignorado/em branco, representando 95,17% a nível brasileiro e 94,60% em Minas Gerais. Dentre os identificados, predominou-se o tipo C (3,38% no Brasil e 4,02% em MG).

A **Tabela 3** explicita o registro de evoluções no Brasil e em Minas Gerais com relação à alta, óbito por meningite e óbito por outras causas. Nela, verificou-se que a razão média de óbitos por alta foi de aproximadamente 0,13 no Brasil e 0,17 em MG. Esse padrão teve um aspecto variável durante os anos, sendo os índices brasileiros 0,11 em 2017 a 2019, 0,14 em 2020 e 0,16 em 2021. Já em Minas, esse padrão de comportamento foi de 0,14 em 2017, 0,17 em 2018, 0,16 em 2019, 0,18 em 2020 e novamente 0,18 em 2021. A proporção de óbitos por alta, portanto, foi maior em 2021 no Brasil e em 2020 e 2021 para Minas Gerais.

DISCUSSÃO

De forma geral, é possível observar uma queda do número de casos com marco principal em 2019 tanto no perfil brasileiro quanto mineiro. Dentre os fatores que podem ser associados como causalidade, é possível avaliar as medidas de saúde pública adotadas em relação à vacinação. Em 2018 foi instituída a vacina meningocócica C para adolescentes de 11 a 14 anos. Já em 2020 o Sistema Único de Saúde (SUS) passou a oferecer a vacina ACWY, estendendo a proteção contra esses sorogrupos e possibilitando a redução gradual como apontada nas notificações⁶.

Minas Gerais apresentou predomínio da meningite em adultos 40-59 anos, ao passo que, no Brasil, o predomínio ocorreu em adultos jovens 20-39. Essa divergência da média padrão pode estar associada, mais uma vez, à vacinação. O grau de satisfação da cobertura vacinal varia em relação à taxa de aderência em diferentes estados do país, com reconhecido índice satisfatório em MG para grande parte das vacinas disponíveis pelo SUS, principalmente as preconizadas em idade infantil⁷.

Com relação à distribuição entre sexos, apesar da maior incidência sobre o SM tanto na média brasileira quanto mineira, não ocorreram diferenças estatisticamente significativas que indiquem uma predileção de incidência condicionada ao sexo.

Além disso, esse padrão é correspondente ao levantamento de Dias, et al. (2017), que aponta a proporção relativa de casos por sexo em outros estados do país.⁸

TABELA 1. Faixa etária por ano de 1º sintoma(s) no Brasil e em Minas Gerais.

Ano	I/B	<1a	1-4	5-9	10-14	15-19	20-39	40-59	60-64	65-69	70-79	80+	Total
Brasil													
2017	5	2.514	3.195	2.140	1.126	861	3.303	2.536	452	326	409	165	17.032
2018	0	2.863	3.249	2.114	1.040	791	3.436	2.596	522	368	424	180	17.583
2019	0	2.635	3.164	1.972	988	706	3.236	2.443	486	364	385	167	16.546
2020	1	1.646	740	443	364	319	1.613	1.400	243	197	265	100	7.331
2021	1	1.347	587	284	290	238	1.410	1.270	238	212	257	89	6.223
Total	7	11.005	10.935	6.953	3.808	2.915	12.998	10.245	1.941	1.467	1.740	701	64.715
Minas Gerais													
2017	0	181	126	100	61	42	238	244	43	29	30	12	1.106
2018	0	149	128	103	41	42	220	219	56	23	37	16	1.034
2019	0	143	133	97	42	38	217	201	50	34	35	18	1.008
2020	0	103	53	24	26	26	98	123	20	13	24	07	517
2021	0	85	30	17	29	18	86	100	19	15	17	05	421
Total	0	661	470	341	199	166	859	887	188	114	143	58	4.086

Fonte: Elaborado pelos autores de acordo com dados disponíveis no DATASUS. Acesso em 28 de set. de 2022.

Quanto à etiologia, no Brasil, os dados apresentados indicam que houve prevalência da etiologia viral quando comparada à bacteriana. Em relação ao agente bacteriano, o mais prevalente no Brasil é a *Neisseria meningitidis*, que apesar do

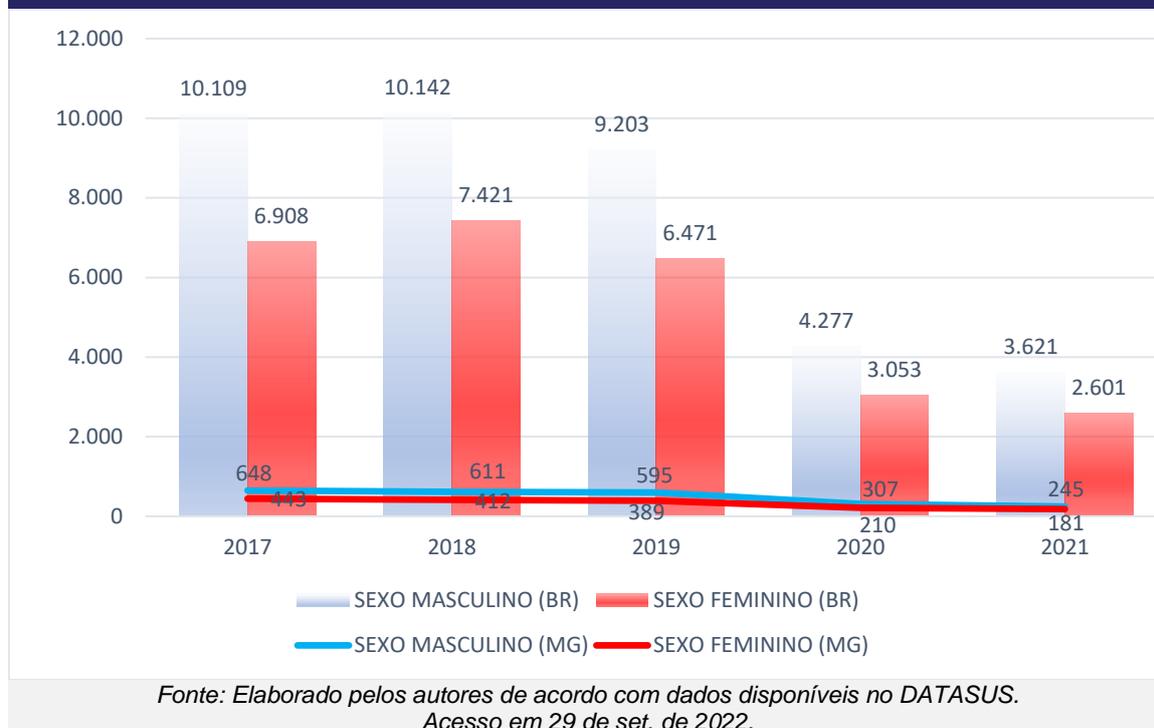
diagnóstico de certeza, na maioria dos registros o sorogrupo não está identificado ou está em branco, independente da localidade. A dificuldade de isolamento e identificação do patógeno produzem uma subnotificação, que faz com que o estudo

dessa distribuição seja prejudicado. Dentre os sorogrupos acompanhados, o mais prevalente é o C cuja vacina está disponível pelo SUS desde 1975⁹.

No primeiro semestre de 2020, observou-se uma taxa maior na circulação do sorogrupo C. Como resposta a esse aumento, foi instituída a vacina conjugada no calendário vacinal, que é mais eficaz, gerando melhor imunogenicidade e produção de

linfócitos B de memória. Assim, foi possível propiciar maior tempo de proteção contra o patógeno, além de relativa menor colonização de trato respiratório. Epidemiologicamente, essa ação favoreceu uma redução da incidência e diminuição da transmissibilidade (SÁFADI, 2006), o que pode significar mais uma dentre as causalidades de reduções observadas nos registros.¹⁰

GRÁFICO 2. Distribuição entre sexos por ano no Brasil e em Minas Gerais.



Um aspecto importante do perfil de evolução dos casos é o padrão de óbitos registrados. A situação da relação de altas para cada óbito é mais expressiva em Minas Gerais, sendo superior à relação brasileira em todos os anos, exceto 2017. Esse fator pode ser inclusive limitado pela dificuldade de acompanhamento desses casos correspondentes à notificação. Isso é respaldado pelo número de notificações ignoradas em relação ao desfecho de seguimento.

A pandemia da Covid-19, decretada em março de 2020 pela OMS¹¹ representou – e continua representando – uma grande significância epidemiológica. Além dos desafios de manejo e compreensão da própria patologia, é necessário compreender um cenário em que a situação da Covid-19 interage e gera repercussões em outros segmentos que costumam ter suas análises dissociadas da realidade efetiva, como no presente estudo, a meningite.

Com o avançar das infecções pelo Sars-CoV-2, algumas medidas de contenção pandêmica passaram a fazer parte da vida dos brasileiros. Dentre elas, a adoção do distanciamento social, a adoção de vacinas, além do uso de máscaras. Essas são apontadas na literatura como principais causadoras da diminuição da circulação e infecção dos patógenos, tendo em

vista que sua fisiopatologia contempla a infecção do trato respiratório.¹²⁻¹⁴

Apesar do cenário epidemiológico da Covid-19 e sua então tendência de regressão à média, esse cenário refletiu ações e comportamentos significantes que minimizaram o impacto da meningite no Brasil. Assim, reforçando a influência da vacinação e as adotadas possibilidades de higienização, como a lavagem de mãos e uso de máscaras, que devem ser incentivadas, sobretudo em ambientes hospitalares, como medidas protetivas para casos mais graves e desfechos indesejados.

Reconhece-se, portanto, as limitações do estudo. Por se tratar de uma coleta de dados, esse encontra-se em risco de viés pelo efeito avaliador-dependente. Para isso, buscou-se minimizar com a avaliação de mais de um operador. Além disso, o cenário de subnotificação da doença, enfrentada pela dificuldade diagnóstica ou isolamento do patógeno, interferem significativamente na análise do estudo, minimizando o efeito epidemiológico observado. A possibilidade de validação externa é avaliada pela plausibilidade biológica das medidas sanitárias, como uso de máscara, higienização e vacinação interferirem o curso de doenças de etiologia respiratória.

TABELA 2. Etiologia por ano do do 1º sintoma(s) no Brasil e em Minas Gerais.

Ano	I/B	MCC	MM	MM+MCC	MTBC	MB	MNE	MV	MOE	MH	MP	Total
Brasil												
2017	41	320	515	303	444	2695	2812	7930	802	130	1031	17023
2018	36	295	518	318	357	2807	2545	8763	744	149	1044	17576
2019	35	297	460	296	343	2384	2571	8224	706	166	1060	16542
2020	18	111	192	72	264	1304	1455	3050	497	33	332	7328
2021	17	73	112	51	226	1208	1299	2368	494	59	312	6219
Total	147	1096	1797	1040	1634	10398	10682	30335	3243	537	3779	64688
Minas Gerais												
2017	2	21	37	12	19	207	294	300	106	12	96	1106
2018	1	18	43	12	19	240	247	258	89	15	92	1034
2019	1	21	43	10	14	223	209	296	80	20	91	1008
2020	0	9	20	3	15	116	131	138	55	6	24	517
2021	3	4	12	3	12	101	92	132	40	2	25	426
Total	7	73	155	40	79	887	973	1124	370	55	328	4091

Fonte: Dados disponibilizados pelo DATASUS e extraídos do TABNET. Acesso em: 3 de out. de 2022.

Legenda: MCC: Meningococemia; MM: Meningite meningocócica; MM+MCC: Meningitemeningocócica + meningococemia; MTBC: Meningite tuberculosa; MB: Meningite por outras bactérias; MNE: Meningite não especificada; MV: Meningite de provável etiologia viral; MOE: Meningite por outras etiologias; MH: Meningite por hemófilo; e MP: Meningite por pneumococo.

CONCLUSÃO

Conforme os resultados obtidos, há tanto semelhanças quanto diferenças no perfil epidemiológico da meningite ao observar os dados do Brasil e do estado de Minas Gerais. O ponto em comum entre ambos é representado por um maior acometimento do sexo masculino, da etiologia viral, do sorogrupo da bactéria *Neisseria meningitidis* do tipo C e a da maioria dos acometidos evoluindo com alta hospitalar. Os pontos dissonantes são a faixa etária de acometimento e principalmente a

relação óbitos/alta. Ao observar a situação epidemiológica atípica causada pela pandemia da Covid-19, foi possível constatar que seu enfrentamento refletiu mudanças em outras análises epidemiológicas, como a situação da meningite no país, o que reforça a necessidade de incentivar a readoção de hábitos de higiene e equipamentos de proteção, visto que são capazes de alterar o cenário da meningite, além de minimizar seu impacto epidemiológico.

TABELA 3. Evolução por ano do 1º sintoma(s) no Brasil e em MG.

	Ignorados		Altas		Óbito por outras causas		Óbito por meningite	
	BR	MG	BR	MG	BR	MG	BR	MG
2017	1301	45	13427	867	722	73	1582	121
2018	1515	65	13824	760	742	80	1502	129
2019	1601	68	12845	759	655	59	1445	122
2020	877	41	5248	369	458	40	748	67
2021	840	52	4225	302	468	29	690	43
Total	6134	271	49569	3057	3045	281	5967	482

Fonte: Dados disponibilizados pelo DATASUS e extraídos do TABNET. Acesso em 03 de out. de 2022.

CONFLITOS DE INTERESSE

Os autores do presente estudo declaram não haverem conflitos de interesse.

REFERÊNCIAS

1. Motta, F. Doença meningocócica: quadro clínico, diagnóstico e tratamento. Sociedade Brasileira de Pediatria. Porto Alegre, 2015.
2. Minas Gerais, Secretaria de Estado da Saúde. Protocolo Estadual de Vigilância Epidemiológica de Meningites - 2015. Protocolo Estadual de meningites, Minas gerais, 2015, páginas 6-8. Ministério da saúde. Meningite: o que é, causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção. Descrição da doença. [cited 2022 Oct 01].

FINANCIAMENTO

Os autores do presente estudo declaram a inexistência de financiamentos de qualquer espécie na contribuição de seu desenvolvimento.

3. Teixeira, A. B., Cavalcante, J. C. V., Moreno, I. C., Soares, I. A., & Holanda, F. O. A. (2018). Meningite bacteriana: uma atualização. *RBAC*, 50(4), 327-9.
4. Escosteguy, C. C., Medronho, R. D. A., Madruga, R., Dias, H. G., Braga, R. C., & Azevedo, O. P. (2004). Vigilância epidemiológica e avaliação da assistência às meningites. *Revista de saúde Pública*, 38, 657-663.
5. Nascimento, Karynne Alves do, Sybelle de Souza Castro Miranzi, and Lúcia Marina Scatena. "Epidemiological profile of meningococcal disease in the State of Minas Gerais and in the Central, North, and Triângulo Mineiro regions, Brazil, during 2000-2009." *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical* 45 (2012): 334-339.

6. da Farmacopeia, C. (2019). Vacina meningocócica ACWY (polissacarídica) PB053-00.
7. Ministério da Saúde. **Avaliação das coberturas vacinais**. Calendário Nacional de Vacinação. [cited 2022 Oct 03].
8. Dias, F. C. F., Junior, C. A. R., Cardoso, C. R. L., dos Santos Veloso, F. P. F., da Silva Rosa, R. T. A., & Figueiredo, B. N. S. (2017). Meningite: aspectos epidemiológicos da doença na região norte do Brasil. *Revista de Patologia do Tocantins*, 4(2), 46-49.
9. Emmerick, I. C. M., Campos, M. R., Schramm, J. M. D. A., Silva, R. S. D., & Costa, M. D. F. D. S. (2014). Estimativas corrigidas de casos de meningite, Brasil 2008-2009. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 23, 215-226.
10. Sáfadi, M. A. P., & Barros, A. P. (2006). Vacinas meningocócicas conjugadas: eficácia e novas combinações. *Jornal de Pediatria*, 82, s35-s44.
11. Organização Mundial de Saúde declara pandemia do novo Coronavírus. (n.d.). Retrieved from www.unasus.gov.br website: <https://www.unasus.gov.br/noticia/organizacao-mundial-de-saude-declara-pandemia-de-coronavirus>
12. Brueggemann, A. B., van Rensburg, M. J. J., Shaw, D., McCarthy, N. D., Jolley, K. A., Maiden, M. C., ... & Zhou, F. (2021). Changes in the incidence of invasive disease due to *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae*, and *Neisseria meningitidis* during the COVID-19 pandemic in 26 countries and territories in the Invasive Respiratory Infection Surveillance Initiative: a prospective analysis of surveillance data. *The Lancet Digital Health*, 3(6), e360-e370.
13. Deghmane, A. E., & Taha, M. K. (2022). Changes in Invasive *Neisseria meningitidis* and *Haemophilus influenzae* Infections in France during the COVID-19 Pandemic. *Microorganisms*, 10(5), 907.
14. Morello, B. R., Milazzo, A., Marshall, H. S., & Giles, L. C. (2021). Lessons for and from the COVID-19 pandemic response—An appraisal of guidance for the public health management of Invasive Meningococcal Disease. *Journal of Infection and Public Health*, 14(8), 1069-1074.