

Controle estatístico de processo para monitoramento de casos de COVID-19 em Santa Maria, Rio Grande do Sul

Statistical process control for monitoring COVID-19 cases in Santa Maria, Rio Grande do Sul

Caroline dos Santos Giuliani, Bruna Dezordi, Daniel de Vargas Lewiski, Marinela da Silveira Boemo, Luciane Flores Jacobi

Resumo:

Objetivo: analisar o número de casos de COVID-19 no município de Santa Maria/RS, nos meses de março a dezembro de 2020. **Método:** As informações foram obtidas do banco de dados da Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul (SES/RS). Utilizou-se o Gráfico de controle da média móvel ponderada para verificar o processo de variação no número de casos de COVID-19, possibilitando detectar os períodos mais críticos da pandemia durante o período avaliado. **Resultados:** Verificou-se que, do número total de infectados, a maioria era do sexo feminino e estava na faixa etária entre 20 e 59 anos. Grande parte dos casos foram confirmados através do teste RT-PCR. A faixa etária com maior número de casos foi de 30 a 39 anos e as crianças e idosos foram os menos acometidos pelo vírus. O número de casos de COVID-19 apresentou um aumento expressivo após o mês de junho e queda no mês de julho e agosto, retomando uma tendência acentuada de crescimento em setembro. **Considerações finais:** Devido às variações abruptas contrárias à tendência de melhora no panorama epidemiológico do município, constata-se a importância do aprimoramento das estratégias de contenção, visando o controle da pandemia e diminuição do número de casos. Diante disso, conclui-se que as medidas de proteção para a prevenção do vírus devem ser mantidas num patamar rígido e constante por período indeterminado.

Palavras-chave: Média Móvel Exponencialmente Ponderada. Pandemia. Coronavírus.

Abstract:

Objective: The present study aimed to analyze the number of cases of COVID-19 in the city of Santa Maria / RS, from March to December 2020. **Methods:** The information was obtained from the database of the State Health Secretariat of Rio Grande do Sul (SES/RS). The Weighted Moving Average Control Chart was used to verify the process of variation in the number of cases of COVID-19, making it possible to detect the most critical periods of the pandemic during the evaluated period. **Results:** It was found that, of the total number of infected, the majority were female and were in the age group between 20 and 59 years. Most of the cases were confirmed using the RT-PCR test. The age group with the highest number of cases was 30 to 39 years and children and the elderly were the least affected by the virus. The number of COVID-19 cases increased significantly after the month of June and decreased in the month of July and August, resuming a sharp growth trend in September. **Final considerations:** Due to the abrupt variations contrary to the trend of improvement in the epidemiological panorama of the municipality, the importance of improving containment strategies is noted, aiming at controlling the pandemic and reducing the number of cases. Therefore, it is concluded that the protection measures for the prevention of the virus must be maintained at a rigid and constant level for an indefinite period.

Keywords: Exponentially Weighted Moving Average. Pandemic. Coronavirus.

Como citar este artigo:
GIULIANI, C. S.; DEZORDI, B.; LEWISKI, D. V.; BOEMO, M. S.; JACOBI, L. F. Controle estatístico de processo para monitoramento de casos de COVID-19 em Santa Maria, Rio Grande do Sul. Revista Saúde (Sta. Maria). 2023; 49.

Autor correspondente:
Nome: Caroline dos Santos Giuliani
E-mail: carolgiuliani2@yahoo.com.br
Formação: Nutricionista. Graduada pela Universidade Federal de Santa Maria
Filiação: Universidade Federal de Santa Maria

Endereço: Rua: Erly de Almeida Lima, nº 505, AP 303. CEP: 97105-120.

Data de Submissão:
27/04/2022
Data de aceite:
22/09/2023

Conflito de Interesse: Não há conflito de interesse

DOI: 10.5902/2236583470107



INTRODUÇÃO

Em dezembro de 2019, foi detectada em Wuhan, China, a COVID-19, uma doença causada pelo coronavírus, denominado SARS-CoV-2. O crescimento no número de casos, óbitos e países afetados, fez com que a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarasse que o evento constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII) em 30 de janeiro de 2020⁽¹⁾. No dia 11 de março de 2020, a doença foi declarada uma pandemia⁽²⁾. O rápido aumento no número de casos e a variação do número de óbitos colocam a COVID-19 como a doença infecciosa de maior letalidade no mundo por dia, superando as mortes por tuberculose no ano de 2018⁽³⁾.

O controle de doenças transmissíveis baseia-se em intervenções apontadas por meio de mecanismos de monitoramento, caracterizados pela contabilização do número de casos ocorridos de determinada doença. É fundamental que o sistema de monitoramento seja suficientemente rápido em detectar o crescimento na incidência de uma doença, permitindo ações de investigação e controle por parte dos órgãos de saúde⁽⁴⁾.

A utilização dos métodos de controle estatístico de processos (CEP), como os gráficos de controle, são cada vez mais utilizados para o monitoramento de saúde. Os gráficos auxiliam na compreensão e avaliação da estabilidade das doenças⁽⁵⁾. Na literatura, poucos estudos aplicam a metodologia de CEP para dados de saúde. Em estudo realizado no ano de 2016, foi avaliada a taxa de ocupação e mortalidade de um Hospital Universitário, utilizando os gráficos para verificar se as mesmas estavam sob controle⁽⁶⁾.

Com o decreto da pandemia pela OMS, alguns estudos utilizaram gráficos de controle como proposta para entendimento da disseminação do vírus. Recentemente, pesquisadores usaram o gráfico Média Móvel Exponencialmente Ponderada (do inglês Exponentially Weighted Moving Average (EWMA) para o índice de crescimento médio semanal da pandemia de COVID-19 na Índia, determinando que não havia possibilidade de controlar a pandemia no futuro próximo porque o índice médio de crescimento semanal da pandemia estava longe de zero⁽⁷⁾.

Na expectativa de detectar, dentro de uma área geográfica, o início e o fim do crescimento exponencial das mortes relatadas, pesquisadores desenvolveram um gráfico híbrido que mostrou ser uma ferramenta prática para apoiar o aprendizado a partir dos dados

relatados, durante uma epidemia ou pandemia, e uma abordagem acessível e útil para os líderes do sistema e equipes de linha de frente⁽⁸⁾.

Tendo em vista o exposto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar a utilização de gráficos de controle estatístico de processos no monitoramento de casos de COVID-19 no município de Santa Maria/RS, considerando a classificação de risco de contaminação em cada semana epidemiológica.

METODOLOGIA

A partir de dados extraídos do Painel Coronavírus RS, administrado pela Secretaria Estadual de Saúde do Rio Grande do Sul (SES/RS), realizou-se uma pesquisa quantitativa. O painel utiliza dados do e-SUS Notifica e do Sistema de Informação da Vigilância Epidemiológica da Gripe (Sivep - Gripe) e é atualizado diariamente⁽⁹⁾.

Santa Maria é um município brasileiro localizado no Estado do Rio Grande do Sul. Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2020 o município contava com 283.677 habitantes, considerada uma cidade de porte médio e de grande influência na região central do estado, sendo a 5ª cidade mais populosa do Rio Grande do Sul e, isoladamente, a maior de sua região⁽¹⁰⁾. O primeiro caso de COVID-19 em Santa Maria foi confirmado em março de 2020. Até o dia 29 de janeiro de 2021, foram confirmados 15.140 mil casos e 199 mortes no município⁽¹¹⁾. No presente estudo, utilizaram-se os dados referentes aos meses de março a dezembro de 2020.

As tabelas descritivas foram elaboradas com auxílio do software Excel®, possibilitando avaliar e conhecer a população em estudo. Através do software RStudio®, elaborou-se um gráfico de controle a fim de monitorar o número de casos por semana epidemiológica no município de Santa Maria/RS durante os meses de março a dezembro de 2020. O limite superior do número de casos foi calculado utilizando o Gráfico de Controle da Média Móvel Exponencialmente Ponderada. Assim, quando há interesse em detectar pequenas mudanças nos valores analisados, além de haver observações individuais, essa metodologia é recomendada.

O gráfico da Média Móvel Exponencialmente Ponderada (MMEP) é definido⁽¹²⁾ como:

$$z_i = \lambda * x_i + (1 - \lambda) * z_{i-1} \quad (1)$$

Onde: $0 < \lambda < 1$ é uma constante, e o valor inicial exigido para $i = 1$ é o valor do processo, ou seja, $Z_0 = \mu_0$, quando o valor alvo não é conhecido, a média aritmética dos dados pode ser usada⁽⁶⁾, ficando $Z_0 = \bar{X}_m$. Z_i é uma média ponderada de todas as observações anteriores:

$$Z_i = \lambda x_i + (1 - \lambda) Z_{i-1} = Z_i = \lambda x_i + \lambda(1 - \lambda) x_{i-1} + (1 - \lambda)^2 Z_{i-2} \quad (2)$$

Continuando as substituições: $Z_i - j, j=2, 3, \dots, t$, tem-se:

$$z_i = \lambda \sum_{j=0}^{i-1} (1 - \lambda)^j x_{i-j} + (1 - \lambda)^i Z_0 = \lambda x_i + (1 - \lambda) * Z_{i-1} \quad (3)$$

$$0 < \lambda < 1, Z_0 = \mu_0$$

Como a MMEP pode ser considerada uma média de todas as observações passadas e atuais, o gráfico da MMEP é insensível à hipótese de normalidade. Assim, esse gráfico é ideal para ser usado com observações individuais. O gráfico de controle MMEP pode ser construído através da plotagem de z_i versus o número da amostra i . A linha central (LM) e os limites superior (LSC) e inferior (LIC) de controle são⁽¹²⁾:

$$LSC = \mu_0 + L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (4)$$

$$LM = \mu_0$$

$$LIC = \mu_0 - L\sigma \sqrt{\frac{\lambda}{(2-\lambda)} [1 - (1 - \lambda)^{2i}]} \quad (5)$$

O valor recomendado para L é 3.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do número total de pessoas infectadas pelo coronavírus ($n=11.984$) durante os meses de março a dezembro de 2020 em Santa Maria, observou-se que a maioria (Tabela 1) eram do sexo feminino (55,0%; $n=6.590$). O mesmo foi observado em estudo realizado nos municípios do Rio Grande do Sul em que os pacientes do sexo femininos apresentaram maior número absoluto de infectados por COVID-19 no RS, respectivamente, 7.851 (53,55%) e 6.810 (46,45%) casos⁽¹³⁾.

Tabela 1 - Número de casos confirmados por COVID-19 de acordo com sexo, ocupação e faixa etária no município de Santa Maria/RS no período de março de 2020 a dezembro de 2020.

Variáveis	Número de casos	%
Sexo		
Feminino	6590	55,0
Masculino	5394	45,0
Profissional da saúde		
Sim	879	7,33
Não	10263	85,60
Não informado	842	7,03
Faixa etária		
0 a 19 anos	753	6,30
20 a 59 anos	9436	78,70
60 ou mais	1795	15,0
Critério		
Clínico	1147	9,57
Clínico Epidemiológico	298	2,49
Clínico Imagem	87	0,73
Outros testes	109	0,91
RT-PCR	8123	67,80
Teste Rápido	2220	18,52
Evolução		
Em acompanhamento	349	2,91
Óbito	156	1,30
Óbito outras causas	1	0,01
Recuperação	11478	95,80
Hospitalizados	809	6,80

Fonte: Autores, 2021.

A maioria dos pacientes encontravam-se na faixa etária dos 20 aos 59 anos (78,7%; n = 9.436) e não eram profissionais da área da saúde (85,6%; n = 10.263), sendo que a confirmação da infecção ocorreu pelo teste RT-PCR (67,8%; n = 8.123). Constatou-se predominantemente no intervalo de idades entre 30 e 39 anos (24,8%; n = 2.974), resultados que corroboram com os encontrados em estudo realizado no Rio de Janeiro, avaliando o período compreendido entre março de 2020 a abril de 2021⁽¹⁴⁾.

Já os menores percentuais foram para crianças menores de 4 anos e idosos com 80 anos ou mais. Esses dados estão em consonância com o estudo realizado no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, em que os autores também verificaram que a maioria dos casos confirmados tinha entre 30 e 39 anos, sendo que crianças e adolescentes foram os menos acometidos pela infecção⁽¹⁵⁾.

Quanto ao processo de evolução do vírus verificou-se que a grande maioria dos pacientes se recuperou (95,8%; n = 11.478). Já entre as demais situações de evolução 4,31% (n = 506) dos casos estão em acompanhamento e 2,91% (n = 349) foram a óbito por COVID-19 ou por outras causas (Tabela 1).

A tosse e a febre, respectivamente, são os sintomas que predominaram nos diagnósticos. Verificou-se que a tosse esteve presente em quase metade dos casos (46,69%; n = 5.595), seguida da febre (35,21%; = 4.220). Em estudo realizado para mapear os sintomas e a situação dos pacientes com COVID-19 nos municípios do estado do Rio Grande do Sul, a tosse também foi o sintoma mais apontado entre os demais sintomas, sendo registrado em 43,15% dos casos de pessoas infectadas⁽⁹⁾. A dor de garganta, apesar de acometer um número menor de pacientes, também foi expressiva (32,8%; n = 3.931), e, entre os principais sintomas o menos relevante foi a dispneia (15,05%; n = 1.803) (Figura 1). Vale ressaltar que demais sintomas não especificados, estiveram presentes em quase 50% dos diagnósticos (43,22%, n = 5.179).

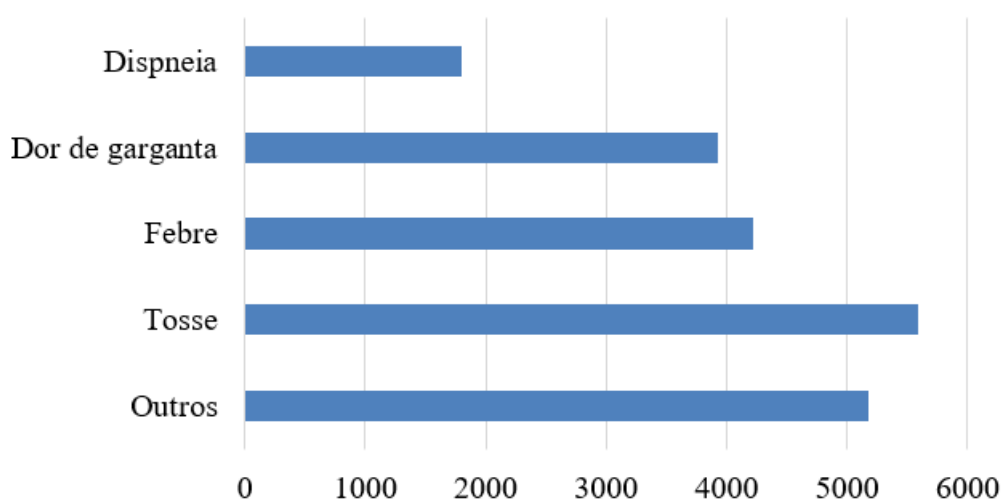


Figura 1 - Principais sintomas em pacientes infectados por COVID-19 no município de Santa Maria/RS no período de março de 2020 a dezembro de 2020. Fonte: Autores, 2021.

O gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada para os casos de COVID-19 em Santa Maria está apresentado na Figura 2. Segundo os cálculos realizados para os limites de controle verificou-se que a média de casos por semana foi de 283 casos, já os limites superior e inferior variaram de acordo com a média móvel do número de casos.

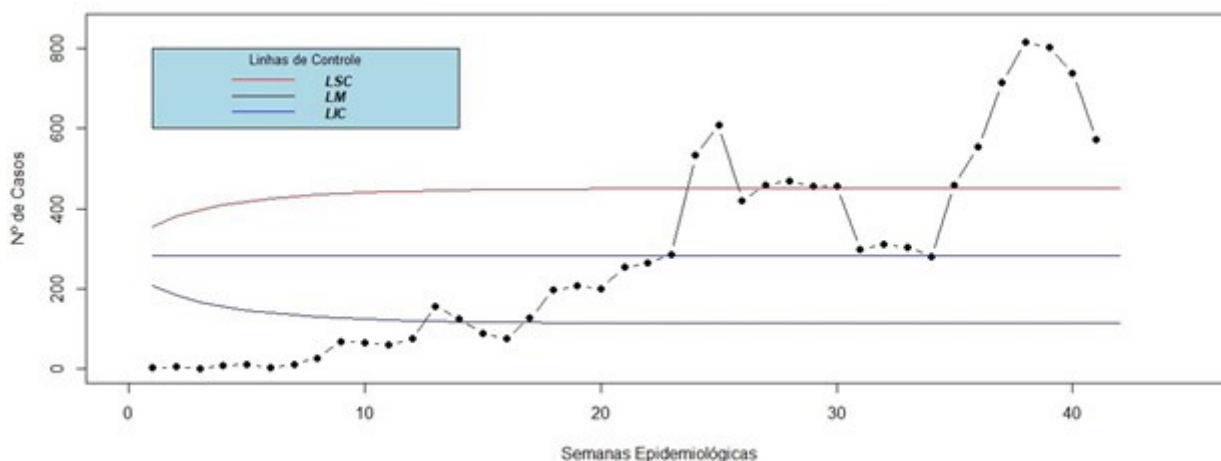


Figura 2 - Gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada para os casos de COVID-19 em Santa Maria/RS no ano de 2020. Fonte: Autores, 2021.

Em relação ao número de casos por semana, verificou-se que inicialmente, mantiveram-se abaixo de 200 casos. Entretanto, ao decorrer das semanas, ocorreram oscilações em alguns períodos. Entre a 20ª e 25ª semanas houve um aumento do número de casos, ultrapassando os limites de controle. Quando os pontos se encontram acima do limite de controle superior (LSC), o processo é classificado como fora de controle, logo, a situação do cenário epidemiológico na cidade é considerada grave. O município utiliza o sistema de bandeiras para monitorar e controlar os casos semanalmente. Pontos acima do LSC eram refletidos em bandeira vermelha, entre LSC e o limite de controle inferior (LIC) bandeira laranja e abaixo de LIC bandeira amarela.

Observou-se um número elevado de casos nas semanas 25, 38 e 30, referentes aos meses de junho e setembro de 2020, excedendo os limites de controle. Após o mês de junho, os casos apresentaram queda, aumentando novamente no mês de setembro.

Por meio do gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP), considerou-se o número de casos abaixo do LCS como a quantidade de casos estáveis no processo epidemiológico. O aumento significativo de casos após o mês de junho resultou no aumento de problemas no atendimento hospitalar e consequentemente, as medidas de prevenção e controle no município foram ampliadas. O número de casos no município reduziu consideravelmente, em outubro, após a 40ª semana, o que pode ser justificado pelo aumento das medidas de controle e prevenção. Assim,

percebe-se a importância do acompanhamento e da análise do gráfico de controle para o monitoramento dos casos e adoção de medidas preventivas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que o gráfico de controle da média móvel exponencialmente ponderada (MMEP) é uma boa alternativa para o monitoramento de casos de COVID-19, acusando variações abruptas contrárias às tendências de melhora no panorama epidemiológico do município. Esse fato demonstra a importância do aprimoramento das estratégias de contenção para a redução do número de casos e ainda, que as medidas de proteção como a utilização de máscaras, álcool em gel e distanciamento devem ser fortalecidas mesmo em momentos de tendência de queda do número de casos. Tais informações podem ser utilizadas como base para estudos futuros, visto que o comportamento dos dados analisados retrata um processo de contágio bastante instável e acelerado.

REFERÊNCIAS

1. Garcia LP, Duarte E. Intervenções não farmacológicas para o enfrentamento à epidemia da COVID-19 no Brasil. *Epidemiol. Serv. Saúde*. 2020; 29 (2): 1-4. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000200009>
2. WHO. World Health Organization. Statement on the second meeting of the international health regulations (2005) emergency committee regarding the outbreak of novel coronavirus (2019-nCoV). Geneva: World Health Organization. 2020. Disponível em: [https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-\(2005\)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-\(2019-ncov\)](https://www.who.int/news-room/detail/30-01-2020-statement-on-the-second-meeting-of-the-international-health-regulations-(2005)-emergency-committee-regarding-the-outbreak-of-novel-coronavirus-(2019-ncov))
3. WHO. World Health Organization. Global tuberculosis report 2019. Disponível em: https://www.who.int/tb/publications/global_report/en/

-
4. Figueira PA. et al. Notificação do Número de Casos de Hepatite no Estado do Pará via Gráficos de Controle. In: 56a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria e 14º Simpósio de Estatística Aplicada à Experimentação Agrônoma, Maringá, Brasil, 2011.
 5. Woodall WH, Adams BM, Benneyan JC. The Use of Control Charts in Healthcare. In: FALTIN, F. W.; KENETT, R.; RUGGERI, F. Statistical Methods in Healthcare. United Kingdom: John Wiley & Sons, 2012.
 6. Zanini RR, Souza AM, Jacobi LF, Peripolli A, Dapper SN, Silva ACJ. A Utilização dos Gráficos de Controle para Acompanhamento de Processos de Vigilância. *Espacios*. 2016; 37(27). Disponível em: < <https://www.revistaespacios.com/a16v37n27/16372705.html>>
 7. Singh BP, V. MJ, Tiwari AK, Singh S, Das UD. Evaluation of EWMA Control Charts for Monitoring Spread of Transformed Observations of COVID-19 in India. *Asian Journal of Research in Infectious Diseases*. 2020; 5(2): 25-36. DOI: 10.9734/ajrid/2020/v5i230165
 8. Perla RJ, Provost SM, Parry GJ, Little K, Provost LP. Understanding variation in reported covid-19 deaths with a novel Shewhart chart application. *International Journal for Quality in Health Care*. 2021; 33(1): 1-8. DOI: 10.1093/intqhc/mzaa069
 9. SES, 2021. Secretaria da Saúde do Rio Grande do Sul. Boletim Epidemiológico: Análises sobre os casos de síndromes respiratórias agudas graves (SRAG) do RS. Disponível em: <https://coronavirus.rs.gov.br/informe-epidemiologico>
 10. IBGE, 2020. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Estimativa populacional de 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>
 11. PMSM, 2021. Prefeitura Municipal de Santa Maria. Boletim epidemiológico COVID-19. Disponível em: <https://www.santamaria.rs.gov.br/coronavirus/?secao=boletim>

12. Montgomery, D. C. Introduction to Statistical Quality Control. 3rd ed. John Wiley & Sons. 1997
13. Rizzatti M, Batista NL, Spode PLC, Erthal DB, Costa IT, Faria RM et al. Metodologia para mapeamento de “sintomas” e “situação dos pacientes” com casos confirmados de covid-19 nos municípios do estado do Rio Grande do Sul. Metodologias e Aprendizado. 2020; 3: 83-101. DOI: <https://doi.org/10.21166/metapre.v3i0.1334>
14. Santos CVB, Cavalcante JR, Pungartnik PC, Guimarães RM. Transição da idade de casos, internações e óbitos em internações por Covid-19 no município do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Estudos de População. 2022; 39: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.20947/S0102-3098a0195>
15. Tavares DH, Barbosa LN, Jardim VMR, Bazzan JS. Novo Coronavírus em Pelotas – Rio Grande do Sul: estudo epidemiológico de retrospectiva documental. Journal of Nursing and Health. 2020; 10 (4); 1-24. DOI: <https://doi.org/10.15210/jonah.v10i4.19963>