



## Scientific Electronic Archives

Issue ID: Vol.19 (3), May/Jun 2026, p. 1-8  
DOI: <http://dx.doi.org/10.36560/19320262168>  
+ Corresponding author: [nashasiega@hotmail.com](mailto:nashasiega@hotmail.com)

### Relação da infecção por citomegalovírus, alteração de pressão arterial, e marcadores oxidativos em adolescentes

### Relationship between cytomegalovirus infection, blood pressure changes, and oxidative markers in adolescents

Natasha dos Santos Siega, Elioelsio Santos Gonçalves, Isabelle Zanata Fabiane, Joice Lilian Porfírio de Souza, Dayane Aparecida de Souza, Julio Cezar de Oliveira, Valeria Dornelles Gindri Sinhörin, Vanessa de Almeida Raia, Gisele Facholi Bomfim

Universidade Federal do Mato Grosso

**Resumo.** A adolescência é um período considerado crítico para o desenvolvimento de fatores de risco para doenças cardiovasculares (DCV), devido a diversas mudanças hormonais e comportamentais que podem influenciar a saúde cardiovascular do indivíduo. Um dos principais fatores de risco para o desenvolvimento de DCV é a hipertensão arterial sistêmica (HAS), cuja prevalência pode variar de 1% a 10% nos adolescentes, dependendo da região. Esse quadro pode ser agravado quando associado a infecções virais, como a causada por citomegalovírus. Diante do exposto, nosso objetivo foi verificar a associação entre a infecção por citomegalovírus e a alteração da pressão arterial e estresse oxidativo em adolescentes. **Métodos:** o estudo foi desenvolvido em uma escola pública de Sinop-MT. Foram incluídos 33 adolescentes na faixa etária de 14 e 16 anos, onde foi aferido a pressão arterial, aplicado um questionário com informações de histórico de saúde e socioeconômicas e realizada a coleta de sangue. Nas amostras de sangue, foi realizado a dosagem do anticorpo IgG e IgM para CMV e a avaliação do estresse oxidativo por meio dos testes de catalase, proteínas carboniladas, GST (glutathione S-transferase) e SOD (superóxido dismutase). Os dados foram tabulados e analisados pelo programa Graph Pad InStat 8 avaliando a correlação entre CMV, pressão arterial, sobrepeso e estresse oxidativo na adolescência. **Resultados:** das 33 amostras analisadas 72,7% (n=24) eram do sexo feminino, 15,1% (n=5) dos adolescentes estavam com sobrepeso, e 18,1% (n=6) apresentaram alteração na pressão arterial. Em relação a dosagem de anticorpos específicos para CMV, 18,1% (n=6) tinham IgM positivo para CMV e 91% (n=30) possuem IgG positivo para CMV. **Conclusões:** diante desses resultados, sugerimos que os adolescentes estudados apresentaram uma alta prevalência de infecção passada por CMV, sendo que a alta concentração de anticorpos pode estar diretamente relacionada a presença do vírus, o qual contribui com a diminuição da defesa antioxidante e alterações metabólicas descritas nessa população.

**Palavras-chave:** Citomegalovírus, Hipertensão, Estresse oxidativo, Adolescentes.

**Abstract.** Adolescence is considered a critical period for the development of risk factors for cardiovascular diseases (CVD) due to various hormonal and behavioral changes that can influence an individual's cardiovascular health. One of the main risk factors for the development of CVD is systemic arterial hypertension (SAH), with a prevalence ranging from 1% to 10% among adolescents, depending on the region. This condition can worsen when associated with viral infections, such as those caused by cytomegalovirus. Thus, our aim was to investigate the association between cytomegalovirus infection, blood pressure alterations, and oxidative stress in adolescents. **Methods:** the study was conducted at a public

school in Sinop-MT, Brazil. A total of 33 adolescents aged 14 to 16 years were included. Blood pressure was measured, a health and socioeconomic questionnaire was applied, and blood samples were collected. Blood samples were analyzed for IgG and IgM antibodies against CMV, and oxidative stress was evaluated through tests for catalase, carbonylated proteins, GST, and superoxide dismutase (SOD). Data were organized and analyzed using Graph Pad InStat 8, assessing correlations between CMV, blood pressure, overweight, and oxidative stress in adolescence. *Results:* of the 33 samples analyzed, 72.7% (n=24) were female, 15.1% (n=5) of the adolescents were overweight, and 18.1% (n=6) had altered blood pressure. Regarding CMV-specific antibody levels, 18.1% (n=6) tested positive for CMV IgM, and 91% (n=30) tested positive for CMV IgG. *Conclusions:* based on these results, we suggest that the studied adolescents presented a high prevalence of past CMV infection. The high concentration of antibodies, and indirectly the presence of the virus, may contribute to reduced antioxidant defense and metabolic alterations.

**Keywords:** Cytomegalovirus; Hypertension; Oxidative stress; Teenagers.

## Introdução

O citomegalovírus humano (CMV) é um  $\beta$ -herpesvírus, pertencente à família *herpesviridae*, que inclui 8 tipos de herpes vírus humano (HHV) (BRENNAN, 2001). Trata-se de um vírus endêmico em todo o mundo, apresentando uma prevalência global média de cerca de 83%, com variações entre 60 a 100% a depender da região (LANZIERI; DOLLARD; BIALEK; GROSSE, 2014). Os  $\beta$ -herpesvírus se caracterizam por uma replicação lenta, provocam citomegalia, permanecendo latentes em vários tecidos como glândulas secretoras, células linfocitárias, células endoteliais e rins, contribuindo para a sua persistência no organismo ao longo do tempo (FIELDS; KNIPE; HOWLEY, 2007).

A transmissão do CMV pode ocorrer por meio de contato com secreções corporais, como sêmen, saliva, leite, sangue, secreções cervicovaginais e por transmissão vertical (CANNON; STOWELL; CLARK; DOLLARD *et al.*, 2014; FARRELL; BRUCE; LAWLER; OLIVEIRA *et al.*, 2017; LJUNGMAN, 2004; WATERS; LEE; LLOYD; IRISH *et al.*, 2019; ZHENG; HUYNH; VAN ZUYLEN; CRAIG *et al.*, 2019). Entre adolescentes, certos comportamentos podem aumentar esse risco, como o contato íntimo durante beijos, que envolve o compartilhamento de saliva, e a prática sexual. Outras atividades sociais com contato próximo, como festas e eventos esportivos, também favorecem a propagação do vírus nessa faixa etária (STADLER; BERNSTEIN; CALLAHAN; FERREIRA *et al.*, 2010).

A reativação do CMV promove um ambiente inflamatório, visto que induz o estresse oxidativo e a produção de citocinas como TNF- $\alpha$ , IL-6 e IL-1 $\beta$  (DU; ZHANG; LIU, 2018). Essas respostas inflamatórias, podem ter efeitos adversos no organismo, particularmente no sistema vascular. A exposição prolongada a níveis elevados de citocinas inflamatórias, como o TNF- $\alpha$ , pode levar à disfunção endotelial, caracterizada por uma diminuição na capacidade do endotélio de manter a homeostase vascular. Essa disfunção pode promover processos aterogênicos, aumentando o risco de doenças cardiovasculares (AGUILERA; DI MAIRA; CONDE; FORNES-FERRER *et al.*, 2018; ALAM; LAMBIE; YUNES; ALFRAIH *et al.*, 2012; DU; ZHANG; LIU, 2018).

Embora grande parte das infecções por CMV sejam assintomáticas, evidências sugerem que o CMV pode desempenhar um papel significativo no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (DCVs), incluindo hipertensão arterial sistêmica (HAS), aterosclerose e doença arterial coronariana (DAC), mesmo na fase de latência viral (TAN; REN; FAN; WEI *et al.*, 2022). Em particular, a presença de anticorpos IgG contra CMV tem sido associada a um maior risco de aterosclerose subclínica e eventos cardiovasculares adversos, como infarto do miocárdio e acidente vascular cerebral (AVC) (ROBERTS; HAAN; DOWD; AIELLO, 2010; TAN; REN; FAN; WEI *et al.*, 2022).

Um estudo demonstrou que pacientes infectados com CMV apresentaram um risco 2,1 vezes maior de desenvolver infarto do miocárdio e 3,8 vezes maior para a insuficiência cardíaca congestiva (LEE; YOO; HAN; LA *et al.*, 2022). Kirkham *et al.* (2021) demonstraram em seus resultados que a soropositividade para CMV está associada a um aumento significativo da velocidade de onda de pulso carótida-femoral (cfPWV), que é um preditor independente e precoce de DCV. Em homens CMV positivos, apresentaram maior rigidez aórtica, comparado a um envelhecimento arterial equivalente a 5-10 anos, sugerindo que a infecção por CMV contribui para o risco cardiovascular (KIRKHAM; PERA; SIMANEK; BANO *et al.*, 2021).

Portanto, é perceptível que a infecção por CMV está associada com DCV, inclusive no desenvolvimento da hipertensão arterial, visto que a inflamação crônica induzida pela infecção persistente é um dos principais mecanismos pelos quais o vírus pode contribuir para o aumento da pressão arterial (BOLOVAN-FRITTS; TROUT; SPECTOR, 2007; BROADLEY; PERA; MORROW; DAVIES *et al.*, 2017).

A fase da adolescência ocorre grandes mudanças hormonais além de mudanças nos hábitos de vida que causam uma maior exposição desses adolescentes a eventuais doenças (BRITO; LEAL; FORMIGA; MACÊDO *et al.*, 2016). Estudos avaliaram a prevalência global da hipertensão em adolescentes, chegando a uma média de 4%, com variações para as diferentes regiões do mundo. Enquanto no Brasil, essa prevalência varia entre 1% a 10% com média de 4,2% a depender dos critérios utilizados (SOUZA; GUIMARÃES;

FELISBINO-MENDES; LACHTIM *et al.*, 2021; NSANYA; ABRAMSON; KISIGO; HICKNER *et al.*, 2023).

No nível molecular, o estresse oxidativo exerce um papel crucial na patogênese da hipertensão. As espécies reativas de oxigênio (EROs), como os radicais livres de oxigênio, podem danificar as células endoteliais, comprometendo a função endotelial e reduzindo a biodisponibilidade de óxido nítrico (NO). A diminuição do NO leva à vasoconstrição e ao aumento da resistência vascular periférica, elevando a pressão arterial (HSIEH; LIU; HUANG; TSENG *et al.*, 2014; INCALZA; D'ORIA; NATALICCHIO; PERRINI *et al.*, 2018).

Sabendo que a infecção por CMV pode contribuir com a ativação de mecanismo inflamatório e a geração de estresse oxidativo em células endoteliais, e que na hipertensão arterial esses fatores contribuem para a disfunção vascular, resistência vascular periférica e aumento da pressão arterial, nesse projeto, fomos investigar se existe uma correlação entre a infecção por CMV, aumento de estresse oxidativo e alteração de pressão arterial em indivíduos adolescentes que ainda não possuem hipertensão arterial consolidada, mas que poderiam ter a infecção por CMV como um fator de risco para o desenvolvimento dessa doença.

## Material e Método

No período de 3 meses (maio a julho de 2023) foram coletadas amostras de 33 adolescentes na faixa etária de 13 e 14 anos na cidade de Sinop, Mato Grosso. A coleta de sangue foi realizada pela manhã e em jejum. Os tubos de sangue coletados foram transportados dentro de uma caixa de isopor e levada para o laboratório municipal de Análises Clínicas (LAMAC) para separação do soro. As alíquotas de soro identificadas foram transportadas para o laboratório de Virologia do HOVET (Hospital veterinário) da Universidade Federal do Mato Grosso e armazenadas no ultra freezer a  $-80^{\circ}\text{C}$  e posteriormente analisadas.

Além disso, foi aplicado um questionário sociodemográfico e verificado alguns parâmetros como pressão arterial, frequência cardíaca, peso e altura dos voluntários.

As análises bioquímicas foram realizadas no Laboratórios Integrados de Pesquisas Químicas (LIPEQ; Laboratório de Bioquímica) e no Núcleo de Pesquisa e Apoio Didático em Saúde (NUPADS) ambos na UFMT, e as análises seguiram os procedimentos operacionais padrão (POP) presentes nos laboratórios. Foram analisados marcadores indiretos oxidantes (proteínas carboniladas) utilizando o protocolo de Colombo, *et al.* 2016 e antioxidantes: Superóxido dismutase usando o protocolo de Misra e Fridovich (1972), catalase usando o protocolo de Nelson e Kiesow (1972) e glutathione-S-transferase utilizando o protocolo de Habig, Pabst e Jakoby (1974).

Para dosagem de IgG e IgM utilizou-se um kit comercial (ABCAM) para CMV. A metodologia empregada foi ELISA (ensaio de imunoabsorção enzimática) indireto.

## Princípios Éticos

O presente trabalho foi aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFMT sob o número de protocolo 57934722.1.0000.8097. Além disso, foram assinados Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos pais e/ou responsáveis dos escolares.

## Análise estatística

Os resultados foram apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. Todos os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Os dados paramétricos foram analisados por meio do teste *t student* enquanto os dados não-paramétricos foram submetidos ao teste de Mann-Whitney. Os resultados foram considerados significados quando  $p < 0,05$ . As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa GraphPad Prism 8.0.

## Resultados e discussões

Nesse trabalho, nossos principais achados demonstraram uma alta prevalência da infecção por CMV, já na adolescência, e uma correlação positiva entre a concentração do anticorpo IgG anti-CMV e a atividade da enzima antioxidante GST, sugerindo que o vírus pode interferir no desequilíbrio oxidativo.

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, o total de alunos que aceitaram participar da pesquisa foram 33, desse total 81,8% ( $n = 27$ ) eram normotensos, ou seja, possuíam a pressão arterial menor que  $130 \times 80$  mmHg e 18,1% ( $n = 6$ ) apresentaram alteração de pressão, sendo o valor da pressão arterial sistólica igual ou maior que 130 mmHg.

No grupo de normotensos o sexo feminino foi predominante com 91,6% ( $n = 22$ ) enquanto o masculino apresentou apenas 5,5% ( $n = 5$ ). No grupo de alunos com alteração de pressão, o sexo masculino se sobressaiu ao feminino totalizando 8,3% ( $n = 2$ ) para o sexo feminino e 44,4% ( $n = 4$ ) no sexo masculino. Esse achado corrobora com um estudo realizado por Borges *et al.* (2022), em adolescentes de 14 a 19 anos no estado de Santa Catarina, Brasil, que identificou uma prevalência de hipertensão arterial mais alta em meninos (29,8%,  $n = 118$ ) do que em meninas (11,3%,  $n = 27$ ).

Quando avaliado a raça/cor dos participantes 48,4% ( $n = 16$ ) do total considerava-se branco, enquanto 45,4% ( $n = 15$ ) se consideravam pardos. Apenas 1 (3%) participante declarou-se como preto e 1 (3%) não soube responder. Apesar de ser observada apenas uma pequena variação na proporção de brancos e pardos no presente estudo, o último censo do IBGE (2022) evidenciou que a proporção da população brasileira que pertence à raça/cor parda é de 45,35%, enquanto a população

branca corresponde a 43,5% e preta 10,2% da população total.

Em relação a infecção viral pelo CMV de forma ativa (IgM) e de forma latente (IgG), foi visto que 91% (n = 30) da população apresentava IgG positivo sendo que, desse total 83,3% (n = 25) eram normotensos e 16,6% (n = 5) possuíam alteração de pressão arterial. Quanto ao IgM positivo o total foi de 18,1% (n = 6) sendo 100% (n = 6) normotensos. Um relatório publicado pelo Ministério da Saúde em julho de 2024, demonstrou que cerca de 81% a 90% dos brasileiros que possuem entre 15 a 45 anos estão infectados pelo CMV (BRASIL, 2024).

Referente ao IMC, 84,8% (n = 28) foram considerados eutróficos sendo 89,2% (n = 25)

normotensos e 10,7% (n = 3) com alteração de pressão. 15,1% (n = 5) dos alunos foram classificados como sobrepeso sendo deles 60% (n = 3) com alteração de pressão e 40% (n = 2) normotensos.

A predominância de indivíduos com alteração na pressão quando em estado de sobrepeso é observada em outros estudos presentes na literatura científica. Um estudo feito por McPhee, Singh e Morrison (2020) discorreram sobre essa associação, onde os autores alertaram sobre os riscos do sobrepeso na infância, visto que a obesidade infantil foi associada a fatores de risco cardiovascular, como hipertensão, hiperglicemia, dislipidemia e inflamação sistêmica.

**Tabela 1.** Perfil demográfico da população de alunos normotensos e com alteração de pressão arterial com IgM e IgG para CMV

Variáveis	N (%)	Normotensos	Alteração de pressão
Participantes	33 (100%)	27 (81,8%)	6 (18,1%)
Sexo			
Feminino	24 (72,7%)	22 (91,6%)	2 (8,3%)
Masculino	9 (27,2%)	5 (55,5%)	4 (44,4%)
Raça/cor			
Branco	16 (48,4%)	13 (72,2%)	3 (16,6%)
Pardo	15 (45,4%)	13 (86,6%)	2 (13,3%)
Amarelo	0	0	0
Indígena	0	0	0
Preto	1 (3%)	1 (100%)	0
Não informado	1 (3%)	0	1 (100%)
Medidas da pressão arterial			
Pressão arterial sistólica (mmHg)	112,1 ± 2,4	107,4 ± 1,9	133,3 ± 3,3
Pressão arterial diastólica (mmHg)	65,15 ± 1,6	62,9 ± 1,6	75,0 ± 3,4
Citomegalovírus			
IgM positivo U/MI	6 (18,1%)	6 (100%)	0
IgG positivo U/MI	30 (91%)	25 (83,3%)	5 (16,6%)
Índice de massa corporal			
Eutrófico	28 (84,8%)	25 (89,2%)	3 (10,7%)
Sobrepeso	5 (15,1%)	2 (40%)	3 (60%)

Dados apresentados em percentuais ou média ± erro padrão e comparados entre os grupos: normotensos e alteração de pressão arterial. O percentual e a média foram calculados a partir do N de cada grupo.

Na figura 1 está apresentado os marcadores de estresse oxidativo dosados no soro dos alunos estudados. Referente a defesa antioxidante, é possível observar que não houve diferença estatística significativa nas atividades das enzimas Glutathione S-transferase (GST), superóxido dismutase (SOD) e catalase (CAT) quando comparadas entre os normotensos e os indivíduos que apresentaram alteração de pressão arterial.

Apesar da análise não demonstrar diferença estatística significativa, é observado que ambas as enzimas possuem uma tendência em reduzir suas atividades no grupo com alteração da pressão arterial.

A falta de significância estatística pode estar relacionada com o n amostral do grupo com alteração de PA, que foi pequeno. Esse achado corrobora com outros estudos que demonstraram que a atividade das enzimas antioxidantes GST, CAT e SOD tende a ser menor em pacientes hipertensos em comparação com pacientes

normotensos (ALMEIDA; AMBROSI; ZANINI; MANICA *et al.*, 2021).

Entretanto, no presente estudo, este efeito observado pode estar associado a uma menor variância na alteração de pressão do n amostral, tendo maior predominância de indivíduos normotensos.

Na figura 2 é possível analisar a correlação do IgG anti-CMV com as demais variáveis. Observa-se uma correlação positiva fraca. Em contrapartida, um estudo realizado por Li *et al.* (2017), demonstrou que os anticorpos IgG anti-CMV apresentaram forte correlação positiva quando comparado com os níveis de pressão arterial, progressão da hipertensão e com o dano em órgãos-alvo. Ainda, de acordo com os pesquisadores, essa relação pode ocorrer devido a um mecanismo de ativação do sistema renina-angiotensina (RAS) provocada pelo CMV, ligando a infecção ao aumento da pressão arterial e levando a uma progressão da hipertensão. Contudo, é

importante ressaltar que a população estudada nesse caso era adulta, diferente dos participantes do nosso projeto.

Na figura 3 nota-se uma correlação moderada positiva entre o IgG anti-CMV e o IMC. Quando comparado com a literatura científica, não é possível fazer uma associação clara da relação entre essas duas variáveis, entretanto, sabe-se que

a obesidade está associada a uma inflamação crônica que pode levar a uma disfunção imunológica. Além disso, o aumento de secreção de citocinas pró-inflamatórias pelo tecido adiposo também podem favorecer a reativação de infecções latentes, como o CMV (HONG; ANH; HUYEN, 2023; ZHANG; LIU; SANG; CHEN *et al.*, 2021).

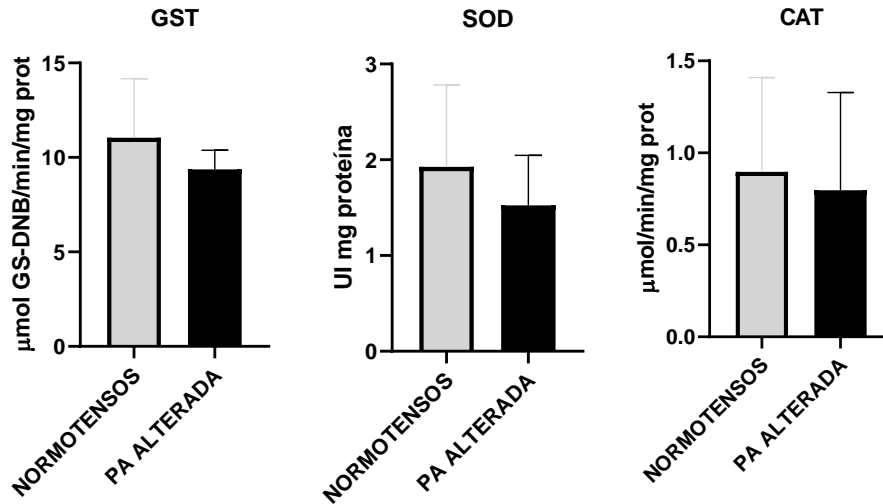


Figura 1. Marcadores antioxidantes enzimáticos. Glutationa S-transferase (GST), superóxido dismutase(SOD) e catalase (CAT).

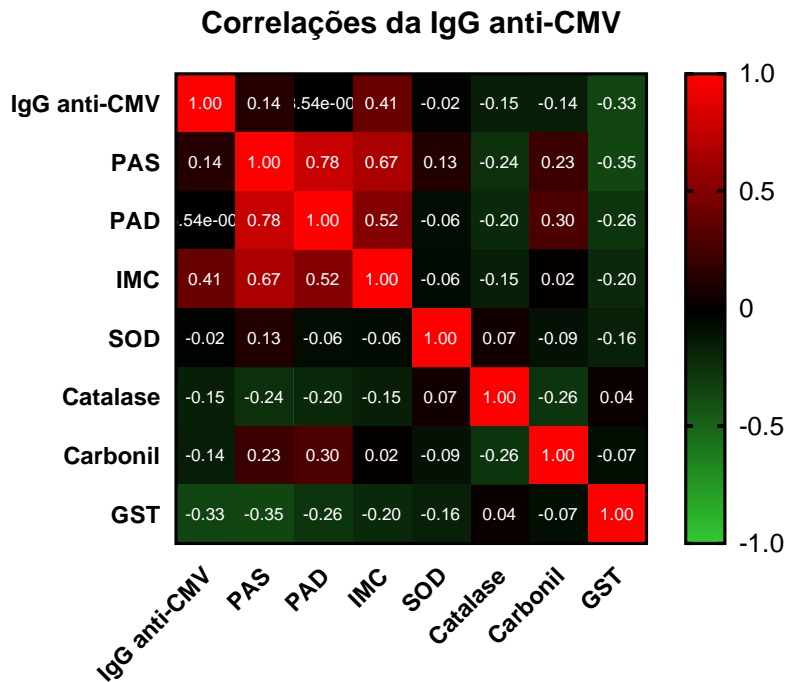


Figura 2. Gráfico estilo Heat map mostrando os valores de r Spearman na correlação da concentração de IgG anti-CMV e todas as variáveis analisadas. O gráfico mostra que quanto mais vermelho o quadrado de intersecção das variáveis analisadas mais próximo de 1 está o valor de r, e quanto mais verde, mas próximo de -1. PAS – pressão arterial sistólica (mmHg); PAD – pressão arterial diastólica (mmHg); IMC – índice de massa corporal (kg/m<sup>2</sup>); SOD – superóxido

dismutase (UI SOD/mg proteína); Catalase ( $\mu\text{mol}/\text{min}/\text{mg}$  proteína); Carbonil – proteínas carboniladas (nmol/mg de proteína); GST – glutathiona S-transferase ( $\mu\text{mol GS-DNB}/\text{min}/\text{mg}$  proteína).

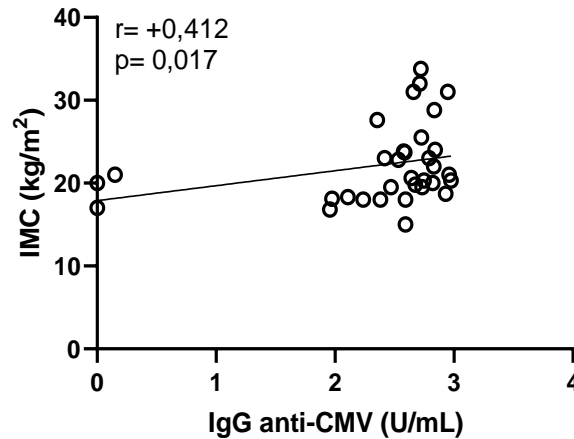


Figura 3. Relação entre os níveis de IgG contra o citomegalovírus (CMV) e o índice de massa corporal (IMC).

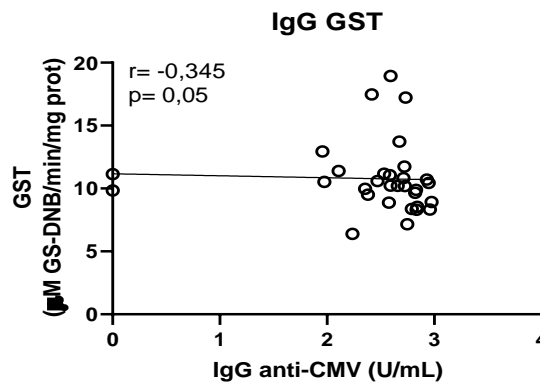


Figura 4. Relação entre os níveis de IgG contra o citomegalovírus (CMV) e a atividade da Glutathiona S-Transferase (GST).

Os resultados da correlação também sugerem que níveis mais altos de IgG anti-CMV estão associados à diminuição da atividade da Glutathiona S-Transferase (GST), como evidenciado pela Figura 4.

A relação negativa observada entre o IgG anti-CMV e o GST (Figura 8) pode ocorrer devido ao fato da infecção por CMV estar relacionada a um aumento do estresse oxidativo, podendo através disso interferir na atividade das enzimas antioxidantes devido à alta carga viral. Entretanto, a literatura científica também demonstra que em outras doenças que estimulam o estresse oxidativo, a tendência é de ocorrer um aumento nos níveis de GST como um mecanismo compensatório contra o estresse oxidativo (SHARMA; GUPTA; SINGH; MEHNDIRATTA *et al.*, 2016).

### Conclusão

Os resultados da pesquisa indicam que a maioria dos adolescentes era do sexo feminino e

apresentou uma alta prevalência de infecção latente por citomegalovírus, sendo que apenas uma pequena parcela apresentou IgM positivo, indicando infecção recente em menor proporção.

Foi identificada uma correlação positiva entre os níveis de IgG anti-CMV e o índice de massa corporal (IMC) e uma correlação negativa moderada entre IgG anti-CMV e a atividade da enzima antioxidante GST.

### Referências

- AGBAJE, A. O. Arterial stiffness precedes hypertension and metabolic risks in youth: a review. *J Hypertens*, v. 40, n. 10, p. 1887-1896, Oct 1 2022.
- AGUILERA, V.; DI MAIRA, T.; CONDE, I.; FORNES-FERRER, V. *et al.* Cytomegalovirus reactivation in liver transplant recipients due to hepatitis C cirrhosis is associated with higher cardiovascular risk - an observational, retrospective study. *Transpl Int*, v. 31, n. 6, p. 649-657, Jun 2018.

- ALAM, N.; LAMBIE, A.; YUNES, Y. N.; ALFRAIH, F. *et al.* CMV Reactivations and Their Impact On Outcomes in Patients After Hematopoietic Cell Transplantation. *Blood*, v. 120, n. 21, p. 4501-4501, 2012.
- ALBUQUERQUE, A. L. C.; SILVA, A. L. R. M. F.; REZENDE, A. R.; PESSANHA, C. A. d. R. *et al.* Hipertensão Arterial Sistêmica: uma revisão abrangente de epidemiologia, etiologia, fisiopatologia, diagnóstico e manejo. *Braz J Heal Biol Sci*, v. 1, n. 1, p. 1-20, 2024.
- BOLOVAN-FRITTS, C. A.; TROUT, R. N.; SPECTOR, S. A. High T-cell response to human cytomegalovirus induces chemokine-mediated endothelial cell damage. *Blood*, v. 110, n. 6, p. 1857-1863, Sep 15 2007.
- BRENNAN, D. C. Cytomegalovirus in renal transplantation. *J Am Soc Nephrol*, v. 12, n. 4, p. 848-855, Apr 2001.
- BRESOLIN, N. L.; SYLVESTRE, L. d. C.; KAUFMAN, A.; UHLMANN, A. *et al.* Manual de Orientação do Departamento Científico de Nefrologia. Hipertensão arterial na infância e adolescência. 2019.
- BRITO, B. B. d.; LEAL, J. D. V.; FORMIGA, L. M. F.; MACÊDO, K. d. *et al.* Doenças cardiovasculares: fatores de risco em adolescentes. *Cogitare Enfermagem*, v. 21, n. 2, 2016.
- BROADLEY, I.; PERA, A.; MORROW, G.; DAVIES, K. A. *et al.* Expansions of Cytotoxic CD4(+)CD28(-) T Cells Drive Excess Cardiovascular Mortality in Rheumatoid Arthritis and Other Chronic Inflammatory Conditions and Are Triggered by CMV Infection. *Front Immunol*, v. 8, p. 195, 2017.
- BRUGGEMAN, C. A. Cytomegalovirus and latency: an overview. *Virchows Arch B Cell Pathol Incl Mol Pathol*, v. 64, n. 6, p. 325-333, 1993.
- CANNON, M. J.; STOWELL, J. D.; CLARK, R.; DOLLARD, P. R. *et al.* Repeated measures study of weekly and daily cytomegalovirus shedding patterns in saliva and urine of healthy cytomegalovirus-seropositive children. *BMC Infect Dis*, v. 14, p. 569, Nov 13 2014.
- DAS, S.; PELLETT, P. E. Spatial relationships between markers for secretory and endosomal machinery in human cytomegalovirus-infected cells versus those in uninfected cells. *J Virol*, v. 85, n. 12, p. 5864-5879, Jun 2011.
- DAVIS, N. L.; KING, C. C.; KOURTIS, A. P. Cytomegalovirus infection in pregnancy. *Birth Defects Res*, v. 109, n. 5, p. 336-346, Mar 15 2017.
- DU, Y.; ZHANG, G.; LIU, Z. Human cytomegalovirus infection and coronary heart disease: a systematic review. *Virol J*, v. 15, n. 1, p. 31, Feb 6 2018.
- DUPONT, L.; REEVES, M. B. Cytomegalovirus latency and reactivation: recent insights into an age old problem. *Rev Med Virol*, v. 26, n. 2, p. 75-89, Mar 2016.
- FARRELL, H. E.; BRUCE, K.; LAWLER, C.; OLIVEIRA, M. *et al.* Murine Cytomegalovirus Spreads by Dendritic Cell Recirculation. *mBio*, v. 8, n. 5, Oct 3 2017.
- FELLAH, T.; SIBIUDE, J.; VAULOUP-FELLOUS, C.; CORDIER, A. G. *et al.* Evolution of awareness and knowledge of congenital cytomegalovirus infection among health care providers in France between 2011 and 2018. *J Clin Virol*, v. 129, p. 104335, Aug 2020.
- FIELDS, B. N.; KNIPE, D. M.; HOWLEY, P. M. *Fields' virology*. 5 ed. Philadelphia: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins, 2007. 9780781760607.
- FORTE, E.; ZHANG, Z.; THORP, E. B.; HUMMEL, M. Cytomegalovirus Latency and Reactivation: An Intricate Interplay With the Host Immune Response. *Front Cell Infect Microbiol*, v. 10, p. 130, 2020.
- GALLO, G.; VOLPE, M.; SAVOIA, C. Endothelial Dysfunction in Hypertension: Current Concepts and Clinical Implications. *Front Med (Lausanne)*, v. 8, p. 798958, 2021.
- GARDNER, T. J.; TORTORELLA, D. Virion Glycoprotein-Mediated Immune Evasion by Human Cytomegalovirus: a Sticky Virus Makes a Slick Getaway. *Microbiol Mol Biol Rev*, v. 80, n. 3, p. 663-677, Sep 2016.
- HONG, H. N. T.; ANH, D. D. T.; HUYEN, T. N. T. The association between overweight, obesity and pre-hypertension, hypertension in students at Dong Hoa High School, Hai Phong city. *Journal of Science Natural Science*, v. 68, n. 1, p. 104-115, 2023.
- HSIEH, H. J.; LIU, C. A.; HUANG, B.; TSENG, A. H. *et al.* Shear-induced endothelial mechanotransduction: the interplay between reactive oxygen species (ROS) and nitric oxide (NO) and the pathophysiological implications. *J Biomed Sci*, v. 21, n. 1, p. 3, Jan 13 2014.
- INCALZA, M. A.; D'ORIA, R.; NATALICCHIO, A.; PERRINI, S. *et al.* Oxidative stress and reactive oxygen species in endothelial dysfunction associated with cardiovascular and metabolic diseases. *Vascul Pharmacol*, v. 100, p. 1-19, Jan 2018.
- KINZLER, E. R.; COMPTON, T. Characterization of human cytomegalovirus glycoprotein-induced cell-

- cell fusion. *J Virol*, v. 79, n. 12, p. 7827-7837, Jun 2005.
- KIRKHAM, F.; PERA, A.; SIMANEK, A. M.; BANO, A. *et al.* Cytomegalovirus infection is associated with an increase in aortic stiffness in older men which may be mediated in part by CD4 memory T-cells. *Theranostics*, v. 11, n. 12, p. 5728-5741, 2021.
- LANZIERI, T. M.; DOLLARD, S. C.; BIALEK, S. R.; GROSSE, S. D. Systematic review of the birth prevalence of congenital cytomegalovirus infection in developing countries. *Int J Infect Dis*, v. 22, p. 44-48, May 2014.
- LAZZAROTTO, T.; BLAZQUEZ-GAMERO, D.; DELFORGE, M. L.; FOULON, I. *et al.* Congenital Cytomegalovirus Infection: A Narrative Review of the Issues in Screening and Management From a Panel of European Experts. *Front Pediatr*, v. 8, p. 13, 2020.
- MIN, C. K.; SHAKYA, A. K.; LEE, B. J.; STREBLOW, D. N. *et al.* The Differentiation of Human Cytomegalovirus Infected-Monocytes Is Required for Viral Replication. *Front Cell Infect Microbiol*, v. 10, p. 368, 2020.
- NSANYA, M. K.; ABRAMSON, R.; KISIGO, G. A.; HICKNER, A. *et al.* Hypertension among adolescents in sub-Saharan Africa: a systematic review. *Front Cardiovasc Med*, v. 10, p. 1251817, 2023.
- OSTERHOLM, E. A.; SCHLEISS, M. R. Impact of breast milk-acquired cytomegalovirus infection in premature infants: Pathogenesis, prevention, and clinical consequences? *Rev Med Virol*, v. 30, n. 6, p. 1-11, Nov 2020.
- RAPOSO, J. V. Multiplex qPCR para detecção e quantificação simultânea dos vírus da subfamília betaherpesvirinae em pacientes com falência hepática aguda sem etiologia definida. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Parasitária, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.
- RIETZ, H.; PENNLERT, J.; NORDSTROM, P.; BRUNSTROM, M. Blood Pressure Level in Late Adolescence and Risk for Cardiovascular Events : A Cohort Study. *Ann Intern Med*, v. 176, n. 10, p. 1289-1298, Oct 2023.
- ROBERTS, E. T.; HAAN, M. N.; DOWD, J. B.; AIELLO, A. E. Cytomegalovirus antibody levels, inflammation, and mortality among elderly Latinos over 9 years of follow-up. *Am J Epidemiol*, v. 172, n. 4, p. 363-371, Aug 15 2010.
- SHARMA, M.; GUPTA, S.; SINGH, K.; MEHNDIRATTA, M. *et al.* Association of glutathione-S-transferase with patients of type 2 diabetes mellitus with and without nephropathy. *Diabetes Metab Syndr*, v. 10, n. 4, p. 194-197, Oct-Dec 2016.
- SILVA, J. M.; PINHEIRO-SILVA, R.; OLIVEIRA, R. C.; ALVES, C. E. C. *et al.* Prevalence and Recurrence Rates of Cytomegalovirus Infection Among Patients With Hematological Diseases in the Western Brazilian Amazon: A Cross-Sectional Study. *Front Public Health*, v. 9, p. 692226, 2021.
- SINCLAIR, J.; SISSONS, P. Latency and reactivation of human cytomegalovirus. *J Gen Virol*, v. 87, n. Pt 7, p. 1763-1779, Jul 2006.
- SIRAGUSA, M.; FLEMING, I. The eNOS signalosome and its link to endothelial dysfunction. *Pflugers Arch*, v. 468, n. 7, p. 1125-1137, Jul 2016.
- SOUZA, B. G. A. d.; GUIMARÃES, L. L. S.; FELISBINO-MENDES, M. S.; LACHTIM, S. A. F. *et al.* Desigualdades da prevalência de hipertensão arterial entre adolescentes brasileiros. *Revista da Sociedade Brasileira de Enfermeiros Pediatras*, v. 21, n. 2, p. 78-84, 2021.
- STADLER, L. P.; BERNSTEIN, D. I.; CALLAHAN, S. T.; FERREIRA, J. *et al.* Seroprevalence of cytomegalovirus (CMV) and risk factors for infection in adolescent males. *Clin Infect Dis*, v. 51, n. 10, p. e76-81, Nov 15 2010.
- TAN, J. S.; REN, J. M.; FAN, L.; WEI, Y. *et al.* Genetic Predisposition of Anti-Cytomegalovirus Immunoglobulin G Levels and the Risk of 9 Cardiovascular Diseases. *Front Cell Infect Microbiol*, v. 12, p. 884298, 2022.
- VASILIEVA, E.; GIANELLA, S.; FREEMAN, M. L. Novel Strategies to Combat CMV-Related Cardiovascular Disease. *Pathog Immun*, v. 5, n. 1, p. 240-274, 2020.
- WEIS, M.; KLEDAL, T. N.; LIN, K. Y.; PANCHAL, S. N. *et al.* Cytomegalovirus infection impairs the nitric oxide synthase pathway: role of asymmetric dimethylarginine in transplant arteriosclerosis. *Circulation*, v. 109, n. 4, p. 500-505, Feb 3 2004.
- WILLE, P. T.; WISNER, T. W.; RYCKMAN, B.; JOHNSON, D. C. Human cytomegalovirus (HCMV) glycoprotein gB promotes virus entry in trans acting as the viral fusion protein rather than as a receptor-binding protein. *mBio*, v. 4, n. 3, p. e00332-00313, Jun 4 2013.
- ZHANG, Z.; LIU, X.; SANG, L.; CHEN, S. *et al.* Cytomegalovirus reactivation in immunocompetent mechanical ventilation patients: a prospective observational study. *BMC Infectious Diseases*, v. 21, n. 1, 2021.