

**JONAS RIBEIRO GOMES DA SILVA**

**ESTUDO SOBRE O EFEITO AGUDO DECORRENTE DA EXPOSIÇÃO AO  
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO PROLONGADO EM JOVENS ADULTOS**

**UBERABA**

**2024**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA**

**JONAS RIBEIRO GOMES DA SILVA**

**ESTUDO SOBRE O EFEITO AGUDO DECORRENTE DA EXPOSIÇÃO AO  
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO PROLONGADO EM JOVENS ADULTOS**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de pesquisa: Epidemiologia da Atividade Física), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Jair Sindra V. Júnior.

UBERABA

2024

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do  
Triângulo Mineiro**

S58e Silva, Jonas Ribeiro Gomes da  
Estudo sobre o efeito agudo decorrente da exposição ao compor-  
tamento sedentário prolongado em jovens adultos / Jonas Ribeiro  
Gomes da Silva. -- 2024.  
95 f. : il., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) -- Universidade  
Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2024  
Orientador: Prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Júnior

1. Comportamento sedentário. 2. Reação de fase aguda. 3. Fluxo  
sanguíneo regional. 4. Eletromiografia. 5. Fadiga muscular. 6. Doen-  
ças musculoesqueléticas. I. Virtuoso Júnior, Jair Sindra. II. Universi-  
dade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 613.97

JONAS RIBEIRO GOMES DA SILVA

**ESTUDO SOBRE O EFEITO AGUDO DECORRENTE DA EXPOSIÇÃO AO  
COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO PROLONGADO EM JOVENS ADULTOS**

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física, área de concentração “Educação Física, Esporte e Saúde” (Linha de pesquisa: Epidemiologia da Atividade Física), da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 12 de Junho de 2024.

Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Jair Sindra Virtuoso Júnior  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

---

Prof. Dr. Ciro José Brito  
Universidade Federal de Juiz de Fora

---

Prof. Dr. Dernal Bertoncello  
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Dedico a Deus pela oportunidade que me foi confiada para este trabalho e a minha família por todo apoio ao longo dessa jornada.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Jair Sindra por todo direcionamento ao longo deste trabalho e ao Prof. Ms. Antônio Ribeiro por toda ajuda e parceria na realização de cada etapa deste trabalho.

Agradeço à coordenação e colaboradores do laboratório do curso de fisioterapia da Universidade Federal do Triângulo Mineiro pelo apoio na realização desta pesquisa.

Agradeço a todos os docentes que, de alguma forma, colaboram com esta pesquisa.

## RESUMO

Este trabalho é um estudo sobre os possíveis efeitos agudos no organismo de uma pessoa que se expõe de forma excessiva ao comportamento sedentário prolongado, constituído por dois artigos. O primeiro artigo trata-se de uma revisão integrativa da literatura e tem como objetivo principal analisar variáveis de desfecho, instrumentos, tempo em exposição e intervenção utilizada nos estudos que mensuram alterações agudas do comportamento sedentário prolongado. Após processo de seleção, foram analisados 23 estudos dos quais destacam-se como principais variáveis de desfecho para o estudo do comportamento sedentário a glicose, insulina, pressão arterial e fluxo sanguíneo, mensuradas por instrumentos como, amostras de sangue, esfigmomanômetro, ultrassom doppler, dentre outros. Com relação aos protocolos utilizados para estes estudos, observa-se uma falta de padronização para os mesmos, além de ser escassos estudos que focam especificamente em alterações fisiológicas agudas decorrente do comportamento sedentário em si, fazendo com que se tenha uma complexidade maior para a avaliação e mensuração destes efeitos ao organismo do indivíduo. O segundo artigo trata-se de um estudo experimental com objetivo de determinar a ocorrência e o período de alterações agudas no fluxo sanguíneo, pressão arterial média e na atividade mioelétrica durante o comportamento sedentário prolongado induzido. Participaram 21 adultos saudáveis ( $22,5 \pm 1,60$  anos) que realizaram um protocolo de 3 horas em comportamento sedentário ininterrupto em que foram coletadas informações, a cada 20 minutos, de termografia infravermelho, pressão arterial média e atividade mioelétrica. Foram observadas redução na temperatura avaliada, indicando uma possível redução do fluxo sanguíneo, alteração no sinal mioelétrico para indicativo de fadiga muscular, além do aumento da pressão arterial média ao longo das 3 horas de protocolo sentado. Com isso pode-se inferir que intervenções de interrupção do comportamento sedentário antes dessas alterações, algo entre 40 e 60 minutos, seriam interessantes para mitigar os efeitos do comportamento sedentário. Com as informações de cada artigo, analisadas em conjunto, pode-se ter maior compreensão sobre o comportamento sedentário e oferecer mais embasamento tanto para novas pesquisas quanto para a prática clínica.

**Palavras-chave:** Comportamento sedentário; Alterações agudas; Atividade mioelétrica; Saúde cardiovascular.

## ABSTRACT

This work is a study on the possible acute effects on the body of a person who is excessively exposed to prolonged sedentary behavior, consisting of two articles. The first article is an integrative review of the literature and its main objective is to analyze outcome variables, instruments, time of exposure and intervention used in studies that measure acute changes in prolonged sedentary behavior. After the selection process, 23 studies were analyzed, of which glucose, insulin, blood pressure and blood flow stand out as the main outcome variables for the study of sedentary behavior, measured by instruments such as blood samples, sphygmomanometer, doppler ultrasound, among others. Regarding the protocols used for these studies, there is a lack of standardization for them, in addition to the scarcity of studies that specifically focus on acute physiological changes resulting from sedentary behavior itself, making the assessment more complex. and measuring these effects on the individual's body. The second article is an experimental study with the objective of determining the occurrence and period of acute changes in blood flow, mean arterial pressure and myoelectric activity during induced prolonged sedentary behavior. Participants were 21 healthy adults ( $22.5 \pm 1.60$  years) who performed a 3-hour protocol of uninterrupted sedentary behavior in which information was collected every 20 minutes on infrared thermography, mean arterial pressure and myoelectric activity. A reduction in the evaluated temperature was observed, indicating a possible reduction in blood flow, a change in the myoelectric signal indicative of muscular fatigue, in addition to an increase in mean arterial pressure over the 3 hours of sitting protocol. Therefore, it can be inferred that interventions to interrupt sedentary behavior before these changes, somewhere between 40 and 60 minutes, would be interesting to mitigate the effects of sedentary behavior. With the information from each article, analyzed together, it is possible to have a greater understanding of sedentary behavior and offer more support for both new research and clinical practice.

**Key Words:** Sedentary Behavior; Acute Changes; Myoelectric activity; Cardiovascular Health.

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2. ARTIGOS PRODUZIDOS.....	11
2.1 ARTIGO 1.....	11
2.2. ARTIGO 2.....	50
3 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	92
REFERÊNCIAS.....	93

## 1 INTRODUÇÃO

O tempo excessivo em exposição ao comportamento sedentário é reconhecido por contribuir, como fator de risco aumentado, para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (Hamilton et al, 2007; Katzmarzyk; Lee, 2012; Biswas et al, 2015). De acordo com Tremblay et al (2017), este comportamento é definido por ser qualquer atividade que o indivíduo fique na posição sentada, reclinada ou deitada, ambas enquanto acordado, e que o gasto energético não ultrapasse 1,5 METs (Metabolic Equivalent Task – equivalente metabólico da tarefa).

Em diferentes subgrupos etários existe uma tendência de crescimento do tempo em que as pessoas se expõe a este tipo de comportamento ao longo do dia (Menneguci et al, 2015) e, a longo prazo, o excesso de comportamento sedentário por dia pode levar ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis como diabetes e doenças cardiovasculares (Biswas et al, 2015; Hamilton et al, 2007), inclusive aumentando o risco de mortalidade por essas causas (Katzmarzyk; Lee, 2012; Biswas et al, 2015; Stamatakis et al, 2019). Atualmente no Brasil cerca de 30% da população relata ficar mais do que 6 horas por dia em comportamento sedentário (Oliveira et al, 2023), o que se torna preocupante porque segundo Stamatakis et al (2019), uma pessoa que adota este estilo de vida ao longo da vida, mesmo que realize o tempo mínimo de atividade física recomendado de 150 minutos por semana de atividade moderada (WHO, 2018; Camargo; Añez, 2020), tem risco aumentado para desenvolver doenças cardiovasculares.

Tendo como referência a definição de efeito crônico trazido do contexto do treinamento físico, entendemos que este efeito crônico deletério à saúde decorrente do comportamento sedentário, é o resultado cumulativo e sistematizado de diversos efeitos agudos da mesma resposta a um determinado estímulo (Araujo, 2001; Filho, 2001).

Portanto, sendo possível que também ocorram respostas agudas ao longo de uma sessão ininterrupta de comportamento sedentário prolongado, este trabalho se concentra no estudo dessas possíveis respostas fisiológicas agudas que possam ocorrer em indivíduos expostos ao comportamento sedentário prolongado. Isto porque existe uma necessidade de compreender melhor as respostas fisiológicas decorrentes da exposição prolongada ao comportamento sedentário, haja vista a sua contribuição importante para o desenvolvimento de doenças crônicas.

Este estudo permite ampliar o entendimento, sobre o que ocorre ao longo do tempo de exposição ao comportamento sedentário, tendo um olhar mais específico para as alterações agudas decorrentes deste comportamento. Essas informações adicionais serão úteis para o desenvolvimento de novas pesquisas que visem estudar as respostas ao comportamento sedentário, e intervenções que busquem melhores estratégias de interrupção ao tempo sentado prolongado para mitigar os efeitos deletérios a longo prazo. Será útil para profissionais da saúde, pois fornecerá detalhes sobre como a exposição excessiva ao comportamento sedentário afeta a saúde, permitindo a proposição de estratégias mais eficazes em suas práticas clínicas.

Portanto, tivemos como objetivos: 1) Analisar as variáveis de desfecho, instrumentos, tempo em exposição e intervenção utilizados nos estudos experimentais que mensuram alterações agudas do comportamento sedentário prolongado; 2) Identificar o período da ocorrência de alterações agudas em biomarcadores cardiovasculares, como fluxo sanguíneo e pressão arterial média, assim como as alterações agudas na atividade mioelétrica do músculo gastrocnêmio medial, durante 3 horas de exposição ao comportamento sedentário prolongado induzido.

## 2. ARTIGOS PRODUZIDOS

### 2.1 ARTIGO 1

#### **ALTERAÇÕES AGUDAS NO COMPORTAMENTO SEDENTÁRIO PROLONGADO EM INDIVÍDUOS ADULTOS: UMA REVISÃO INTEGRATIVA**

##### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi analisar as variáveis de desfecho, instrumentos, tempo em exposição e intervenção utilizados nos estudos que mensuram alterações agudas do comportamento sedentário prolongado. Trata-se de uma revisão integrativa seguindo as diretrizes do PRISMA. Realizou-se uma busca junto às bases de dados PubMed, Embase e Biblioteca Virtual em Saúde, compondo um total de 23 estudos na síntese qualitativa final. As principais variáveis de desfecho reportadas foram a área sob a curva de glicose e insulina, pressão arterial, fluxo sanguíneo, dilatação mediada por fluxo. Amostras de sangue, esfigmomanômetro, ultrassom doppler, espectroscopia de infravermelho, foram os instrumentos mais utilizados para mensurações. As intervenções aplicadas propuseram diferentes tempos de exposição ao comportamento sedentário prolongado, além de diferentes propostas de protocolos de interrupções ao comportamento sedentário. Conclui-se que, apesar dos estudos focarem em estudar os efeitos de possíveis soluções para mitigar os efeitos nocivos do comportamento sedentário, ainda existe uma escassez de estudos com objetivos específicos de avaliar o efeito ao longo de uma sessão de comportamento sedentário, para evidenciar o que de fato acontece em tempo real. Para tal, salienta-se a importância de abordagens padronizadas e análises dos efeitos dose-resposta das variáveis para uma melhor compreensão dos impactos do comportamento sedentário prolongado na saúde e no metabolismo dos indivíduos.

**Palavras-chave:** Estilo de vida sedentário. Resposta de fase aguda. Inatividade física. Tempo sentado.

## **ACUTE CHANGES IN PROLONGED SEDENTARY BEHAVIOR IN ADULTS: AN INTEGRATIVE REVIEW**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to analyze the outcome variables, instruments, time of exposure and intervention used in studies that measure acute changes in prolonged sedentary behavior. This is an integrative review following the PRISMA guidelines. A search was carried out in the PubMed, Embase and Virtual Health Library databases, composing a total of 23 studies in the final qualitative synthesis. The main outcome variables reported were area under the glucose and insulin curve, blood pressure, blood flow, flow-mediated dilation. Blood samples, sphygmomanometer, Doppler ultrasound, infrared spectroscopy were the most used instruments for measurements. The interventions applied proposed different times of exposure to prolonged sedentary behavior, in addition to different proposals for protocols to interrupt sedentary behavior. It is concluded that, although studies focus on studying the effects of possible solutions to mitigate the harmful effects of sedentary behavior, there is still a lack of studies with specific objectives of evaluating the effect throughout a session of sedentary behavior, to highlight the which actually happens in real time. To this end, the importance of standardized approaches and analyzes of the dose-response effects of variables is highlighted for a better understanding of the impacts of prolonged sedentary behavior on the health and metabolism of individuals.

**Keyword:** Sedentary Lifestyle. Acute Phase Response. Physical Inactivity. Sitting Time.

## INTRODUÇÃO

O comportamento sedentário, definido como qualquer atividade em que a pessoa permanece sentada, reclinada ou deitada, com um gasto energético inferior a 1,5 MET, tem sido reconhecido como um importante fator de risco para o desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT) (Tremblay et al., 2017). A literatura epidemiológica tem destacado consistentemente o impacto adverso do comportamento sedentário prolongado nos sistemas fisiológicos e metabólicos, aumentando a suscetibilidade para DCNT, como relatado por Biswas et al. (2015) e Chandrasekaran e Ganesan (2021). Essas condições representam uma sobrecarga aos sistemas de saúde global, como indicado pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2020.

O aumento secular do tempo despendido em comportamento sedentário, independente da faixa etária, é uma tendência alarmante (Meneguci et al., 2015). No Brasil, dados recentes de Oliveira (2023) sugerem que cerca de 30% da população passa mais de 6 horas diárias nesse estado sedentário. Mesmo entre aqueles que atendem às diretrizes mínimas de atividade física, a exposição prolongada ao comportamento sedentário está associada a um maior risco de desenvolver doenças cardiovasculares (Stamatakis et al., 2019). O comportamento sedentário excessivo, observado a longo prazo, independentemente do nível de aptidão física do indivíduo, está associado a efeitos prejudiciais à saúde, como doenças cardiovasculares e diabetes (Biswas et al., 2015).

No contexto do treinamento físico, o conceito de adaptações crônicas decorrentes de estímulos agudos é bem estabelecido (Araujo, 2001; Filho, 2001). Analogamente, é plausível que o comportamento sedentário prolongado possa induzir respostas fisiológicas agudas que, ao longo do tempo, contribuam para as alterações crônicas associadas ao risco aumentado de DCNT. Investigar essas respostas agudas pode oferecer informações valiosas para o desenvolvimento de estratégias de intervenção mais eficazes.

Entender mais especificamente o que acontece ao longo de uma sessão ininterrupta em exposição ao comportamento sedentário, não apenas examinando desfechos a longo prazo, é de suma importância para avançarmos em estratégias mais eficazes para minimizar os efeitos deletérios crônicos já constatados decorrente deste comportamento excessivo. Portanto esta visa fornecer recomendações sobre

protocolos e métodos de monitoramento específicos para biomarcadores relevantes sensíveis ao comportamento sedentário, a fim de orientar futuras pesquisas nessa área. Essa análise serve de subsídios na capacitação de profissionais de saúde e na implementação de estratégias preventivas mais efetivas no manejo de pessoas expostos ao comportamento sedentário prolongado. Assim, este estudo se propõe a investigar os desfechos, instrumentos, tempo de exposição e intervenções utilizados nos estudos que abordam as alterações agudas associadas ao comportamento sedentário prolongado, a fim de informar e direcionar futuras intervenções e pesquisas na área.

## MÉTODOS

Este estudo é uma revisão integrativa da literatura, que visa sintetizar e analisar criticamente as evidências disponíveis sobre alterações agudas em resposta ao comportamento sedentário prolongado em indivíduos adultos. Revisão integrativa é definida como um método de revisão que tem como objetivo fornecer uma visão abrangente sobre determinado tema e que tenha, principalmente, utilidade para prática (Whittemore; Knafl, 2005). Esta revisão foi conduzida seguindo as diretrizes do PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) para garantir transparência, rigor metodológico e qualidade na apresentação dos resultados (Page et al, 2021).

A estratégia PICO foi empregada na formulação das perguntas deste estudo, delineando os seguintes elementos: P (Paciente/Problema): Adultos saudáveis com faixa etária entre 18 e 59 anos, I (Intervenção): Comportamento sedentário prolongado, C (Comparação): Não aplicável, e O (Outcome/Desfecho): respostas agudas (dentro de um período máximo de 24 horas). Com base nessa estrutura, foi elaborada a seguinte pergunta norteadora: “Quais são as respostas de efeito agudos decorrentes da exposição prolongada ao Comportamento Sedentário?”

**Critérios de Elegibilidade:** Foram selecionados estudos publicados em periódicos revisados por pares, escritos em inglês, português ou espanhol nos últimos 10 anos, e que abordassem intervenções randomizadas que induziram os indivíduos ao comportamento sedentário prolongado por algumas horas. Foram excluídos teses,

dissertações, trabalhos de conclusão de curso, cartas ao editor e estudos demográficos, de coorte, longitudinais.

**Estratégia de Busca:** as bases de dados selecionadas foram: PubMed, Embase e BVS, utilizando os seguintes termos de pesquisa, respectivamente: (sedentary behavior[MeSH Terms]) OR ("sitting time") OR (screen time[MeSH Terms]) OR ("Prolonged sitting") OR ("Prolonged sitting time") OR ("prolonged sedentary behavior") AND "adult" NOT ("literature review") OR ("Review Literature") OR ("systematic review"); ('tiempo de pantalla' OR 'tempo de tela' OR 'screen time' OR 'sedentary behavior' OR 'conducta sedentaria' OR 'comportamento sedentário') AND ('adult' OR 'adulto' OR 'adults' OR 'adultos') NOT ('revisión sistemática' OR 'systematic review' OR 'revisão sistemática' OR 'review literature as topic' OR 'literatura de revisão' OR 'review' OR 'revisión' OR 'literatura de revisão como assunto'); ('clinical trial' OR 'clinical study' OR 'observational study' AND ('adult' OR 'adult'/exp) AND ('sedentary lifestyle'/exp OR 'sitting'/exp OR 'sedentary time'/exp).

**Processo de Seleção dos Artigos:** O processo de buscas, seleção e triagem ocorreu de forma independente por dois revisores independentes (JRGS) e (ARN), e um terceiro autor (JHA) participou nos casos em que houve discordância. Inicialmente foi realizada a leitura dos títulos e resumos dos artigos identificados na busca inicial. Os estudos considerados relevantes foram então avaliados na íntegra para determinar sua elegibilidade final. O software *Rayyan* foi utilizado em todo o processo dessa revisão, incluindo a identificação automática de duplicatas.

**Avaliação da Qualidade dos Estudos:** A qualidade metodológica dos estudos incluídos nesta revisão foi avaliada pela Escala de JADAD (Jadad et al., 1996). Esta escala, composta por três critérios principais - randomização, duplo-cego e desistências/perdas de seguimento - atribui pontuações de 0 a 5 para cada artigo, refletindo a robustez do desenho do estudo e a minimização do viés. São 5 itens analisados sendo, 3 itens principais (randomização, blindagem duplo-cego e, perdas/desistências) e 2 complementares (sobre randomização e blindagem duplo-cego). Dos itens principais avalia-se em +1 (caso estudo tenha apresentado a informação respectiva) e 0 (caso estudo não tenha apresentado a informação respectiva). Nos dois itens adicionais, soma-se 1 ponto caso autor tenha apresentado a informação de forma apropriada, e/ou, subtrai-se 1 ponto do total caso o autor não tenha apresentado a informação de forma apropriada. A pontuação total varia de 0 a

5, sendo pontuações mais altas ( $\geq 3$ ) indicativas de estudos de melhor qualidade metodológica, portanto, pontuações menores ou iguais a 2, foram descartadas. A aplicação da Escala de JADAD foi realizada de forma independente por dois revisores (JRGS) e (ARN), e as discordâncias foram resolvidas por consenso.

## **RESULTADOS**

A identificação inicial dos estudos resultou em um total de 7.529 registros, provenientes das bases de dados PubMed (863 registros), Embase (6.454 registros) e Biblioteca Virtual em Saúde (212 registros). Após a remoção de registros duplicados (201), o processo de triagem foi iniciado com 7.328 registros restantes.

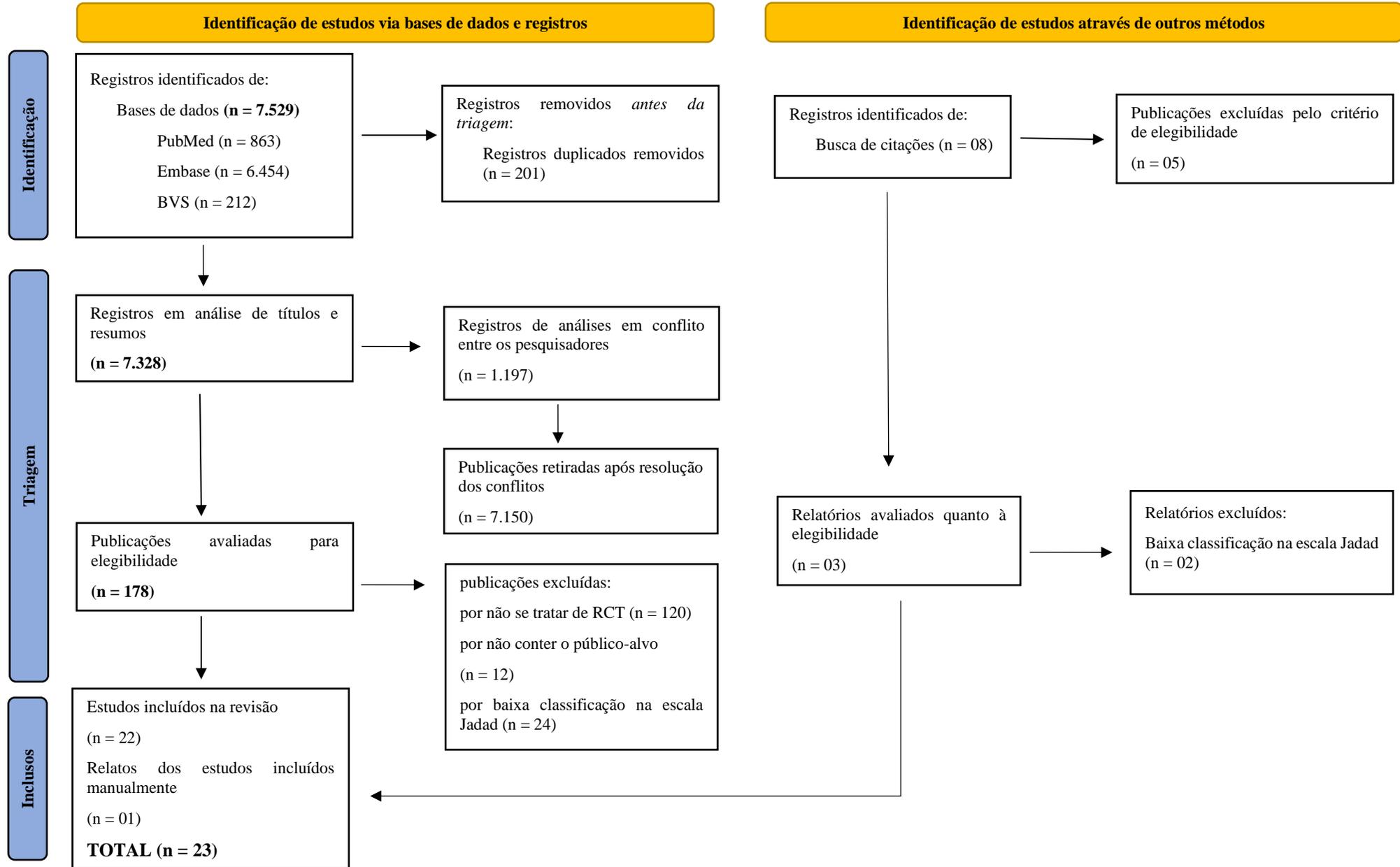
Durante a análise dos títulos e resumos, foram identificados 1.197 registros em conflito entre os pesquisadores, os quais foram revisados em conjunto para determinar a elegibilidade final. Dessa análise, 178 publicações foram selecionadas para avaliação completa de elegibilidade.

Das publicações avaliadas, 120 foram excluídas por não se tratar de estudos randomizados, 12 por não atenderem ao público-alvo estabelecido e 24 por obterem baixa pontuação na Escala de Jadad, que avalia a qualidade metodológica dos estudos.

Além da identificação via bases de dados, foram identificados 8 registros por busca de citações. Destes, 5 foram excluídos devido aos critérios de elegibilidade estabelecidos, resultando em 3 artigos avaliados quanto à elegibilidade. Destes estudos, 2 foram excluídos por baixa pontuação na Escala de Jadad.

No total, 23 estudos foram incluídos na revisão, sendo 22 identificados inicialmente via bases de dados e 1 inserido manualmente por relato de estudos. O processo completo de seleção está representado no diagrama de fluxo PRISMA (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de Fluxo PRISMA.



## Características dos estudos

Os estudos analisados envolveram um total de 295 participantes, sendo 166 homens e 129 mulheres. A média de idade dos participantes nos estudos incluídos nesta revisão foi de aproximadamente 30,91 anos, com desvio padrão de  $\pm 8,75$  anos. Isto reflete a inclusão de adultos de diversas faixas etárias, desde jovens adultos até indivíduos na meia-idade, o que contribui para uma visão ampla dos efeitos do comportamento sedentário prolongado, e suas propostas de interrupções em diferentes grupos etários, além de respostas fisiológicas e metabólicas.

Os estudos abordaram informações sobre respostas fisiológicas agudas durante períodos prolongados de comportamento sedentário induzido e, também, os efeitos de protocolos de interrupções regulares deste comportamento. Além disso, alguns autores abordaram sobre os efeitos agudos do comportamento sedentário prolongado, e propostas de interrupções, em outros aspectos da saúde, como respostas cognitivas, fadiga e de bem-estar. Vale ressaltar que, pelos critérios de inclusão estabelecidos, não foi encontrado estudo que teve como objetivo principal analisar as respostas decorrente do comportamento sedentário em si. Essas pesquisas que identificamos, visaram compreender como as estratégias de interrupção do comportamento sedentário prolongado poderiam mitigar esses efeitos adversos deste comportamento, e tiveram o comportamento sedentário como situação controle em suas pesquisas, exceto dois estudos que tiveram objetivos de mensurar as respostas em diferentes tipos de refeições ao longo do comportamento sedentário induzido (Kelsch et al, 2021; Burner et al, 2021).

A avaliação pela Escala de Jadad proporcionou a inclusão de estudos com boa qualidade metodológica, evidenciada pelos pontos atribuídos. Os critérios avaliados, como randomização adequada, mascaramento e descrição das perdas de seguimento, foram atendidos na maioria dos artigos incluídos, indicando um rigor consistente. Isso sugere que esses estudos são confiáveis na inferência dos efeitos do comportamento sedentário prolongado e suas estratégias de interrupção na saúde dos participantes. A qualidade metodológica foi importante para a confiabilidade das evidências, categorizadas na Tabela 1, fortalecendo as recomendações clínicas desses estudos.

Tabela 1 – Demonstrativo dos artigos que integram a Revisão Integrativa.

<b>Autores (Ano)</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Idade (média ±DP)</b>	<b>(N) Amostral</b>	<b>Avaliação dos artigos</b>
Pulsford R. M. et al (2017)	Examinou as respostas dinâmicas de insulina e glicose em homens saudáveis durante sessões de comportamento sedentário prolongado e sessões com interrupções de comportamento sedentário prolongado com caminhada e apenas ficando em pé.	Adultos saudáveis e fisicamente inativos.	40,2 ± 12,2	25 Homens	3
Bailey D. P. et al (2017)	Examinar o efeito da interrupção da sessão comportamento sedentário prolongado após o consumo de uma refeição com alto, e baixo, índice glicêmico nas respostas pós-prandiais de glicose e insulina.	Adultos saudáveis	22,1 ±1,2	14 Homens	3
McCarthy M. et al (2017)	Determinar se a aptidão cardiorrespiratória modifica a glicemia pós-prandial durante uma sessão comportamento sedentário prolongado e comparou com potencial influencia que a interrupção de comportamento sedentário prolongado possa ter nesses marcadores.	Adultos saudáveis, sedentários (trabalho sentado) e fisicamente inativos	40 ± 9	34 Homens 18 Mulheres	3
Homer A. R. et al (2017)	Determinar se as interrupções regulares nas atividades em comportamento sedentário afetam a resposta metabólica pós-prandial, semelhante à atividade física	Adultos saudáveis e fisicamente inativos	25 (19-34)	36 Homens 25 Mulheres	3
Gao Y. et al (2017)	Investigar respostas fisiológicas agudas em duas horas trabalhando sentado, e em pé, incluindo atividade mioelétrica, gasto energético, oxidação de gordura e carboidrato	Adultas saudáveis	49,4 ± 7,9	18 Mulheres	3
Mete E. M. et al (2018)	Investigar o efeito sobre o apetite quando o comportamento sedentário prolongado é interrompido.	Adultos saudáveis, sedentários (trabalho sentado) e fisicamente inativos	25,4 ± 3,9	36 Homens 29 Mulheres	3
Champion R. B. et al (2018)	Avaliar efeitos agudos da interrupção comportamento sedentário prolongado com 2 horas acumuladas de caminhada de intensidade leve nos marcadores de risco cardiometabólico pós-prandial.	Adultos saudáveis e sedentários (≥7h por dia em tempo sentado)	35,7 ± 10,4	24 Homens 12 Mulheres	3

<b>Autores (Ano)</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Idade (média ±DP)</b>	<b>(N) Amostral</b>	<b>Avaliação dos artigos</b>
Fenemor S. P. et al (2018)	Quantificar e descrever os perfis de utilização de energia em diferentes protocolos de interrupção de comportamento sedentário prolongado	Adultos saudáveis, sedentários (trabalho sentado) e fisicamente inativos	25 (19-34)	36 Homens 25 Mulheres	3
Evans W. S. (2019)	Responder a duas questões: 1) se o comportamento sedentário prolongado provoca enrijecimento na artéria aórtica; 2) se a interrupção de comportamento sedentário através da flexão plantar previne esse efeito deletério na artéria	Adultos saudáveis e fisicamente inativos	21,7 ± 2,9	20 Homens 14 Mulheres	3
Carter S. E. (2019).	Avaliar o efeito da interrupção do comportamento sedentário prolongado, com pausas curtas e frequentes ou pausas longas e menos frequentes, na função endotelial da artéria femoral	Adultos saudáveis	35 ± 10,2	15 homens 15 mulheres	3
Bailey D. P. et al (2019)	Comparar os efeitos cardiometabólicos pós-prandiais da interrupção de comportamento sedentário prolongado com AF de alta intensidade, uma sessão de exercício intervalado de alta intensidade com volume e duração correspondentes seguida de tempo sedentário prolongado e tempo sedentário prolongado ininterrupto.	Adultos saudáveis, sedentários (≥7h em tempo sentado por dia) e fisicamente inativos	23,8 ± 3,9	12 Homens 07 Mulheres	3
Stoner L. et al (2019)	Avaliar a resposta na perfusão cerebral durante comportamento sedentário prolongado e analisar se a interrupção do comportamento sedentário prolongado com contrações intermitentes na panturrilha pode prevenir esses efeitos	Adultos saudáveis e fisicamente inativos	21,7 ± 2,5	20 Homens 14 Mulheres	3
Maylor B. D. et al (2019)	Comparar os efeitos da interrupção do comportamento sedentário nas variáveis cardiometabólicas pós-prandiais.	Adultos saudáveis, sedentários (≥7h em tempo sentado por dia) e fisicamente inativos	33,8 ± 13,4	14 Mulheres	3
Evans W. S. et al (2020)	Examinar os efeitos de uma sessão de comportamento sedentário prolongado e outra sessão com interrupção do mesmo em	Adultos saudáveis e fisicamente inativos	21,7 ± 2,5	20 Homens 14 Mulheres	3

<b>Autores (Ano)</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Público-alvo</b>	<b>Idade (média ±DP)</b>	<b>(N) Amostral</b>	<b>Avaliação dos artigos</b>
	micropartículas endoteliais (ME) e em células angiogênicas circulantes (CAC)				
Peddie M. C. et al (2021)	Comparar os efeitos do comportamento sedentário prolongado, ficar em pé por tempo prolongado e comportamento sedentário com interrupções regulares na função endotelial e resposta glicêmica pós-prandial.	Adultos saudáveis, sedentários (≥5h em tempo sentado por dia)	23,5 ± 5,0	18 Homens 07 Mulheres	3
Silva G. O. et al (2021)	Analisar os efeitos agudos da interrupção de comportamento sedentário prolongado com exercício isométrico de extensão de joelhos sobre indicadores de saúde cardiovascular	Adultos saudáveis, sedentários (≥6h em tempo sentado por dia)	29 ± 10	17 Homens 11 Mulheres	3
Kelsch E. et al (2021)	Investigar o efeito do comportamento sedentário prolongado, após o consumo de uma refeição com alta ou baixo índice glicêmica na velocidade de onda de pulso global	Adultos Saudáveis e fisicamente ativos	26,6 ± 3,1	20 Homens 14 Mulheres	5
Burnet K. et al (2021)	Comparar os efeitos no fluxo sanguíneo cerebral total entre uma sessão comportamento sedentário prolongado com uma refeição de alto índice glicêmico com outra sessão de comportamento sedentário prolongado com uma refeição de baixo índice glicêmico	Adultos saudáveis e fisicamente ativos	22,6 ± 3,1	18 Homens 06 Mulheres	5
Charlett O. P. et al (2021)	Avaliar o efeito agudo da interrupção de comportamento sedentário prolongado com exercícios com peso corporal sobre a glicose pós-prandial, lipídeos, pressão arterial e função cognitiva.	Adultos saudáveis, sedentários (≥7h em tempo sentado por dia) e fisicamente inativos	25 ± 6	12 Homens 07 Mulheres	3
Maylor B. D. et al (2023)	Comparar o apetite subjetivo (desfecho primário), os hormônios reguladores do apetite e a ingestão de energia em resposta a interrupções, curtas e frequentes com atividade física versus interrupções de maior duração e menos frequentes, no comportamento sedentário prolongado	Adultos saudáveis, sedentários (≥7h em tempo sentado por dia) e fisicamente inativos	34 ± 13	14 Mulheres	3

Autores (Ano)	Objetivos	Público-alvo	Idade (média $\pm$ DP)	(N) Amostral	Avaliação dos artigos
Toledo M. J. L. et al (2023)	Determinar se a interrupção comportamento sedentário prolongado pode melhorar os níveis de glicose no sangue, avaliando a diferença na dosagem aguda de glicose pós-prandial entre a comportamento sedentário prolongado e duas condições diferentes de interrupção de comportamento sedentário	Trabalhadores de escritório que relataram pelo menos 6h trabalhando sentado por dia.	46,8 $\pm$ 10,6	11 Homens 08 Mulheres	3
Duran A. T. et al (2023)	Examinar os efeitos agudos das respostas em marcador cardiometabólico no comportamento sedentário prolongado e com duas estratégias diferentes de interrupção de comportamento sedentário. Fadiga, humor e desempenho cognitivo também foram avaliados	Adultos sedentários ( $\geq$ 7h em tempo sentado por dia e acima de 50% de comportamento sedentário prolongado) e fisicamente inativos	57 $\pm$ 8,6	11 Homens 05 Mulheres	5
Colvin A. et al (2023)	Examinar os efeitos da quebra de comportamento sedentário prolongado, com atividade de yoga e tai-chi, nos marcadores de glicose, concentração e bem-estar	Adultos saudáveis	26 $\pm$ 2,5	15 Homens 08 Mulheres	5

**Legenda:** DP: Desvio Padrão. N: Número.  $\geq$ : maior ou igual.  $\pm$ : mais ou menos.

## **Protocolos utilizados em sessões induzidas de comportamento sedentário prolongado**

Ao revisar os protocolos das sessões induzidas de comportamento sedentário prolongado, que foi o foco de atenção desta revisão, encontramos uma variedade de abordagens experimentais, como apresentado na Tabela 2. Apenas 1 estudo utilizou 2 horas em comportamento sedentário (Gao et al, 2017), enquanto 6 estudos induziram o comportamento sedentário por 3 horas (Evans, 2019; Stoner et al, 2019; Evans et al, 2020; Silva et al, 2021; Kelsch et al, 2021; Burnet et al, 2021) e, 2 estudos utilizaram 4 horas (Bailey et al, 2017; Carter, 2019). Com 5 horas em comportamento sedentário encontramos 2 estudos (Homer et al, 2017; Charlett et al, 2021). Outros 4 estudos utilizaram 6 horas (Metete et al, 2018; Champion et al, 2028; Bailey et al, 2019; Peddie et al, 2021), 7 estudos utilizaram 7 horas (Pulsford et al, 2017; McCarthy et al, 20217; Fenemor et al, 2018; Maylor et al, 2019; Maylor et al, 2023; Toledo et al, 2023; Colvin et al, 2023) e apenas 1 utilizou 8 horas em comportamento sedentário (Duran et al, 2023). Através desta revisão constatamos uma média de 5,17 horas dentre os protocolos utilizados.

## **Instrumentos utilizados**

Dentre os instrumentos utilizados pelos autores, para avaliação de desfechos decorrentes da exposição prolongada ao comportamento sedentário, conforme tabela 2, destacam-se amostras sanguínea, intravenosa e por coleta capilar, questionários, esfigmomanômetro, monitor de glicose contínuo, ultrassom doppler.

Dos 23 estudos selecionados, 16 utilizaram amostras de sangue, coletadas de duas formas diferentes, mas, em sua maioria (n=9) por coleta intravenosa (Pulsford R. M. et al., 2017; Bailey D. P. et al., 2017; McCarthy M. et al., 2017; Homer A. R. et al., 2017; Gao et al., 2017; Maylor B. D. et al., 2019; Evans W. S. et al., 2020; Peddie et al, 2021; Maylor B. D. et al., 2023). Apenas três autores optaram pela coleta capilar, a qual envolve o procedimento de punção digital (Champion R. B. et al., 2018; Bailey D. P. et al., 2019; Charlett et al, 2021). A coleta de amostras de sangue intravenosas é uma técnica para a análise de parâmetros como glicose, insulina e triglicérides diretamente no sangue. No entanto, essa abordagem pode ser invasiva e requer

profissionais treinados para sua execução, além de poder influenciar as respostas dos participantes devido à frequência das coletas.

Além desses, outros 4 estudos utilizaram o monitor de glicose contínuo empregado para monitorar os níveis de glicose permitindo uma análise detalhada das respostas metabólicas ao longo do tempo. Embora seja uma ferramenta valiosa, a precisão desses monitores pode variar e deve-se considerar possíveis interferências externas nos resultados. Toledo M. J. L. et al (2023) e Colvin A. et al (2023) utilizaram o mesmo modelo de monitor de glicose portátil, embora tenham adotado intervalos de coleta ligeiramente diferentes, com amostras de sangue por coleta capilar a cada 15 e 30 minutos respectivamente. Os outros autores, como Kelsch L. et al (2021) e Duran A. T. et al (2023), optaram por diferentes modelos de monitor de glicose contínuo, porém não apresentaram os modelos. Estes coletaram seus dados, mas com os mesmos intervalos de 15 minutos e 30 minutos. Essas variações na escolha dos modelos e nos períodos de coleta demonstram a diversidade de abordagens e metodologias empregadas nas pesquisas relacionadas à monitorização dos níveis de glicose no sangue

O uso do esfigmomanômetro para medir a pressão arterial foi reportado em 8 estudos com intuito de alcançar informações sobre a saúde cardiovascular dos indivíduos (Champion et al, 2018; Evans, 2019; Carter et al, 2019; Stoner et al, 2019; Peddie et al, 2021; Silva et al, 2021; Charlett et al, 2021; Duran et al, 2023) utilizando diferentes tipos de protocolos de mensuração. Contudo, a precisão das medições pode ser afetada por fatores como a técnica de aplicação do manguito e a posição do participante, exigindo um cuidado especial por parte dos pesquisadores.

Os autores Evans (2019), Stoner et al (2019), Kelsch E. et al (2021) e Burnet et al (2021) escolheram empregar a espectroscopia de infravermelho em suas pesquisas. Essa técnica foi utilizada para avaliar o fluxo sanguíneo, hemodinâmica, perfusão tecidual e resposta vascular. Além disso, esses autores realizaram suas medições nos mesmos momentos durante o estudo, entre 10min, 90min e 170min, com uma média de 30 segundos de coleta em cada intervalo de tempo. No entanto, é importante notar que a interpretação dos dados obtidos por essa técnica pode ser complexa e requer expertise em fisiologia vascular.

Para a mensuração de funções cardíaca foram utilizados eletrocardiograma (Evans, 2019; Stoner et al, 2019; Kelsch et al, 2021; Burnet et al, 2021) e frequencímetros (Gao et al, 2017; Silva et al, 2021). O ultrassom doppler foi utilizado

por 4 autores com intuito de avaliar as respostas endoteliais ao longo do tempo sentado (Carter, 2019; Peddie et al, 2021; Silva et al, 2021; Burnet et al, 2021). Além disso, outros 6 estudos utilizaram de alguma forma de questionários para monitorar apetite (Metz et al, 2018; Maylor et al, 2023), função executiva (Stoner et al, 2019; Burnet et al, 2021), memória (Burnet et al, 2021), concentração e bem estar (Colvin et al, 2023) e, fadiga (Burnet et al, 2021; Duran et al, 2023).

### **Análise do comportamento sedentário prolongado**

A avaliação do comportamento sedentário prolongado constitui um ponto central nesta revisão. Para tanto, foram considerados e analisados os dados específicos relacionados ao grupo controle nos estudos que avaliaram os protocolos de intervenções para interromper o comportamento sedentário (grupo intervenção), tendo como grupo controle o próprio comportamento sedentário prolongado. A análise dos dados extraídos foi fundamentada na observação do padrão de movimento dos gráficos das variáveis estudadas, uma vez que a maioria dos estudos comparou a área sob a curva de cada variável entre os grupos. Observando o movimento que o gráfico da área sob a curva apresentou, foi analisado se a variável aumentou ou diminuiu ao longo do tempo.

Foi estabelecido como critério para esta análise um ponto de partida uniforme de 1 hora, devido ao fato dos estudos abordados induzirem alterações metabólicas por meio de bebidas glicosadas e/ou outras formas de alimentação (Pulsford et al, 2017; Bailey et al, 2017; McCarthy et al, 2017; Homer et al, 2017; Gao et al, 2017; Metz et al, 2018; Champion et al, 2018; Fenemor et al, 2018; Maylor et al, 2019; Peddie et al, 2021; Charlett et al, 2021; Maylor et al, 2023; Toledo et al, 2023; Colvin et al, 2023), resultando em um pico inicial durante a primeira hora. Tal abordagem foi adotada para garantir consistência na análise, minimizando a interferência dessas variações iniciais.

É importante ressaltar que esse mesmo critério foi aplicado em todos os estudos selecionados, naqueles em que também foram estudados marcadores e outros que não são influenciados pela alimentação (Gao et al, 2017; Champion et al, 2018; Peddie et al, 2021; Charlett et al, 2021; Colvin et al, 2023), e naqueles em que não a utilizaram como parte do protocolo experimental iniciando suas análises também a partir de 1 hora (Evans et al, 2019; Carter et al, 2019; Stoner et al, 2019;

Evans et al, 2020; Silva et al, 2021; Kelsch et al, 2021; Burnet et al, 2021; Duran et al, 2023). Quando os estudos forneceram dados precisos ou valores médios e desvio padrão para variáveis que não foram avaliadas pela área sob a curva, essas informações foram utilizadas, mesmo que não fornecessem uma indicação clara de alterações ao longo do tempo em situações sedentárias prolongadas.

No estudo de Bailey (2019), embora a área sob a curva e o incremento dessa área tenham sido utilizados, não foram disponibilizados os gráficos correspondentes, o que impediria a aplicação do método de análise estabelecido nesta revisão. Contudo, em consenso entre os autores, optou-se por avaliar a diferença entre os resultados apresentados para essas variáveis no momento basal e ao final do protocolo da exposição ao CS prolongada, mesmo sem a possibilidade de analisar a evolução dessas variáveis ao longo do tempo.

Neste modo, segue abaixo os principais achados com relação às variáveis de desfecho.

### **Variáveis de desfecho**

Em relação às variáveis de desfecho (Tabela 1), a maioria dos estudos (n = 13) analisou a área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos, que é uma forma de avaliar a resposta metabólica ao longo de um determinado período. Esse parâmetro é frequentemente utilizado para entender a regulação da glicose e a sensibilidade à insulina, bem como o metabolismo dos ácidos graxos, sendo uma ferramenta importante em estudos relacionados ao metabolismo e à saúde. No entanto, vale lembrar que a análise dos marcadores que utilizaram o método da área sob a curva foi realizada de forma subjetiva, observando o movimento do gráfico ao longo do tempo, como explicado anteriormente, e não o valor da área sob a curva, que é um valor exato e não nos confere uma forma de analisar as alterações ao longo do tempo, a não ser pela observação do movimento do gráfico.

Daqueles que analisaram a glicose, apenas 1 apresentou um aumento (Pulsford et al, 2017) e 12 apresentaram redução ao longo do tempo em comportamento sedentário (Bailey et al, 2017; McCarthy et al, 2017; Homer et al, 2017; Gao et al, 2017; Champion et al, 2018; Bailey et al, 2019; Maylor et al, 2019; Peddie et al, 2021; Charlett et al, 2021; Toledo et al, 2023; Duran et al, 2023; Colvin et al, 2023). Dos estudos que analisaram insulina todos apresentaram redução ao

longo do tempo sentado (Pulsford et al, 2017; McCarthy et al, 2017; Homer et al, 2017; Champion et al, 2018; Bailley et al, 2019; Maylor et al, 2019; Peddie et al, 2021), exceto, Gao et al (2017) que mostraram um aumento dos níveis de insulina. Com relação aos triglicérides, 4 estudos mostram aumento (Homer et al, 2017; Champion et al, 2018; Maylor et al, 2019; Charlett et al, 2021) e 2 estudos indicaram diminuição ao longo do tempo em comportamento sedentário (Gao et al, 2017; Bailley et al, 2019).

Respostas cardiovasculares foram analisadas através de diversas variáveis. A pressão arterial foi analisada por 7 estudos, dos quais 5 analisaram a pressão arterial sistólica e diastólica separadamente, sendo apresentados resultados distintos. Enquanto Champion et al (2018) verificaram uma diminuição da pressão arterial sistólica, Duran et al (2023) identificaram aumento para esta variável e, Silva et al (2021) não observaram alterações na pressão arterial sistólica. Já a pressão arterial diastólica, apenas Duran et al (2023) observaram um aumento nesta variável e 2 estudos não observaram alterações na pressão arterial diastólica (Champion et al, 20218; Silva et al, 2021). Outros 2 estudos, por falta de dados, não foi possível aplicar nossa metodologia de análise e, portanto, não podemos extrair nenhuma informação quanto a pressão arterial (Peddie et al, 2021; Charlett et al, 2021). Também foi utilizada a pressão arterial média em outro dois estudos, os quais observaram um aumento nesta variável ao longo do tempo em comportamento sedentário (Carter, 2019; Stoner et al, 2019).

Já a frequência cardíaca foi mensurada por 3 estudos, dos quais 2 apresentaram redução (Carter et al, 2019; Kesch et al, 2021) e 1 não houve alteração nesta variável (Stoner et al, 2019).

Para avaliar respostas endoteliais, que também tem grande impacto na função cardiovascular, foram analisadas seis diferentes variáveis. Nos 3 estudos que analisaram o fluxo sanguíneo observou-se uma redução do mesmo ao longo do tempo sentado (Carter, 2019; Peddie et al, 2021; Silva et al, 2021; Burnet et al, 2021). Por outro lado, para a dilatação mediada por fluxo houve divergências com 2 estudos apresentando redução (Carter, 2019; Silva et al, 2021) e 1 não apresentou alterações (Peddie et al, 2021). Houve também divergências quanto aos achados da velocidade da onda de pulso. Evans (2019) observou uma redução na velocidade da onda de pulso, enquanto Kesch et al (2021) verificaram um aumento. Já a taxa de cisalhamento, em 2 estudos foram observados uma redução (Carter, 2019; Silva et al, 2021) e 1 estudo não houve alteração (Peddie et al, 2021). A acumulação venosa

aumentou ao longo do tempo sentado do estudo de Stoner et al (2019) e se manteve inalterada no estudo de Evans (2019). A perfusão cerebral reduziu nos 2 estudos que analisaram essa variável (Stoner et al, 2019; Burnet et al, 2021). Importante ressaltar que são mais de 21 tipos diferentes de protocolos encontrados nesta revisão para monitorar tamanha diversidade de variáveis que podem nos fornecer informações sobre como o sistema cardiovascular responde à exposição ao comportamento sedentário prolongado. Portanto, é importante analisar os protocolos utilizados para um entendimento mais aprofundado da variável de interesse.

Outras variáveis, essas por meios subjetivos, mensuram aspectos importantes para a saúde geral do indivíduo. A parte mental foi analisada através da função executiva por Stoner et al (2019) e Burnet et al (2021), a função cognitiva por outros 2 estudos (Charlett et al, 2021; Duran et al, 2023) e a memória por Burnet et al (2021). Fadiga e humor foram analisados no estudo de Duran et al (2023) e, concentração e bem-estar por Colvin et al (2023).

O sistema nervoso autônomo também foi estudado através das respostas da variabilidade de frequência cardíaca (Stoner et al, 2019; Silva et al, 2021), assim como a atividade mioelétrica de membros inferiores (Gao et al, 2017) e, o apetite foi analisado através de biomarcadores sanguíneos pós-prandial como a grelina e PYY (Maylor et al, 2023), encontrando um aumento e uma redução respectivamente, e a área sob a curva da percepção do apetite (Metz et al, 2018; Maylor et al, 2023).

Desse modo, esses achados evidenciam que, o comportamento sedentário prolongado pode levar a distúrbios a nível metabólico, por alterações em marcadores como glicose, insulina e triglicérides, e a nível cardiovascular, com as alterações observadas em pressão arterial e nos marcadores endoteliais. Essas condições, ainda que primárias, podem ocasionar o desenvolvimento de condições como síndrome metabólica e/ou doenças cardiovasculares que, hoje é a principal causa de morte no mundo, inclusive no Brasil. Apesar de não terem apresentado alterações, pelo menos em nosso modo de análise estabelecido por esta revisão, a análise da atividade mioelétrica e do sistema autonômico, além de respostas hormonais, devem ser consideradas importantes também neste contexto, assim como as respostas subjetivas daqueles que se expõe ao comportamento sedentário, afinal, foram peças de investigação em alguns dos estudos incluídos nessa revisão.

Tabela 2 – Análise das Características Temporais e Variáveis dos Estudos Incluídos.

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Pulsford R. M. et al (2017)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>dia 1 - protocolo sentado por 7h.</p> <p>dia 2 - protocolo sentado por 7h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 20min ficando na posição em pé por 2min dia.</p> <p>3 - Protocolo sentado por 5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 20min com 2min de caminhada na esteira em intensidade leve.</p>	Amostra de sangue intravenosa.	<p>Área sob a curva de Glicose e insulina.</p> <p>Índice de Matsuda para Glicose e Insulina.</p>	<p>↑ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p>
Bailey D. P. et al (2017)	<p>4 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 4h, após uma refeição com alto índice glicêmico.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 4h, após uma refeição com baixo índice glicêmico.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 4h, após uma refeição com alto índice glicêmico e com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 20min com 2min em intensidade moderada.</p> <p>Dia 4 - protocolo sentado por 4h, após uma refeição com baixo índice glicêmico e com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 20min com 2min em intensidade moderada.</p>	Amostras de sangue intravenosa.	<p>Área sob a curva de Glicose e insulina.</p> <p>Incruento da área sob a curva de glicose e insulina.</p>	<p>↓ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
McCarthy M. et al (2017)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 7,5h.</p> <p>Dia 2 - Sentado por 7,5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 5min de caminhada em intensidade leve.</p>	Amostras de sangue intravenosa.	<p>Área sob a curva de Glicose e insulina.</p> <p>Incruento da área sob a curva de glicose e insulina.</p>	<p>↓ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p>
Homer A. R. et al (2017)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 5h (e ao final das coletas foi realizado caminhada contínua por 30min para novas coletas).</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 5h com interrupções de comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de caminhada (e ao final das coletas foi realizado caminhada contínua por 30min para novas coletas).</p>	Amostras de sangue intravenosa.	<p>Área sob a curva de Glicose, insulina, triglicerídeos e ácidos graxos esterificados.</p> <p>Incruento da área sob a curva de Glicose, insulina, triglicerídeos e ácidos graxos esterificados.</p>	<p>↓ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p> <p>↑ Triglicerídeos</p> <p>↑ Ácido graxo esterificado</p>
Gao et al (2017)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 2h no trabalho.</p> <p>Dia 2 - protocolo em pé por 2h no trabalho.</p>	<p>Amostras de sangue intravenosa.</p> <p>Medidor de gases (Jaeger Oxycon Pro and LabManager 3.0).</p> <p>Frequencímetro (Polar Electro Oy, Finland).</p> <p>Eletromiografia de superfície (erectores da</p>	<p>Área sob a curva de Glicose, insulina, triglicerídeos, colesterol total, HDL, LDL, glicerol, FFA, cortisol.</p> <p>Incruento da área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos, colesterol total, HDL, LDL, glicerol, FFA, cortisol.</p>	<p>↓ Glicose</p> <p>↑ Insulina</p> <p>↓ Triglicerídeos</p> <p>↓ Glicerol</p> <p>↓ FFA</p> <p>= Cortisol</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
		espinha, lombar, bíceps femoral, vasto lateral, tibial anterior, gastrocnêmio medial, sóleo).	Gasto energético. Frequência cardíaca. %caminhada para ativação mioelétrica para RMS (geral, costas, coxa, perna).	Ventilação $8,5 \pm 1,3$ L/min FC $75 \pm 12,6$ bpm RMS geral $19,1 \pm 5,9$ %C RMS costas $39 \pm 16,6$ %C RMS coxa $6,9 \pm 2,1$ %C RMS perna $7,0 \pm 2,5$ %C
Mete E. M. et al (2018)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1</p> <p>G1 - 6h de protocolo sentado + 30min caminhando na esteira 60% Vo2max ao final.</p> <p>G2 - 6h de protocolo sentado com interrupções a cada 28min sentado com 2min caminhando na esteira a 60% VO2max + 30min caminhando na esteira 60% VO2max ao final .</p> <p>Dia 2</p> <p>G1 - 5h de protocolo sentado.</p> <p>G2 - 5h de protocolo sentado com interrupções a cada 28min sentado com 2min caminhando na esteira a 60% VO2max.</p>	Questionário de apetite com escala analógica visual, adaptado de Flint et al, baseado na metodologia usado por Farah & Gill.	Área sob a curva da percepção do apetite	↑ Percepção do apetite

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Champion R. B. et al (2018)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - 6,5h protocolo sentado.</p> <p>Dia 2 - 6,5h protocolo sentado com interrupções do comportamento sedentário prolongado de 20min caminhando na esteira em uma intensidade leve, nos períodos de 20min, 80min, 140min, 200min, 260min e 320min do tempo sentado.</p>	<p>Amostra de sangue por coleta capilar (método picada no dedo).</p> <p>Pressão arterial (Omron M5-I, Co. Ltd).</p>	<p>Incrumento da área sob a curva de Glicose, insulina, triglicerídeos.</p> <p>Pressão arterial sistólica.</p> <p>Pressão arterial diastólica.</p>	<p>↓ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p> <p>↑ Triglicerídeos</p> <p>↓ PAS a partir de 1,5h</p> <p>= PAD</p>
Fenemor S. P. et al (2018)	<p>4 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 7h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 6,5h seguido de 30min de caminhada na esteira.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 7h com interrupções de comportamento sedentário prolongado a cada 28min com 2min de caminhada na esteira.</p> <p>Dia 4 - protocolo sentado por 6,5h com interrupções de comportamento sedentário prolongado a cada 28min com 2min de caminhada na esteira, seguido de 30min caminhando na esteira ao final do protocolo.</p>	<p>Sistema de analisador de gases online (Cortex Metalyzer II, Leipzig, Germany), utilizado durante 5min.</p>	<p>Gasto energético</p>	<p>&lt; 2300KJ</p>
Evans W. S. (2019)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 3h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 3h com interrupções de comportamento sedentário a cada 10min com 10 repetições de flexão plantar (elevação de calcanhar).</p>	<p>Esfigmomanômetro (SphygmoCor XCEL).</p> <p>Espectrometria infravermelho (NIRS; Portalite, ArtinisMedical Systems).</p> <p>Eletrocardiograma.</p>	<p>Velocidade da onda de pulso da carótida à femoral (VOP).</p> <p>Reflexão da onda de pulso (ROP).</p> <p>Acumulação venosa.</p> <p>Controle autonômico (variabilidade FC).</p>	<p>↑ Velocidade da Onda de Pulso</p> <p>↓ Reflexão da Onda de Pulso</p> <p>= Acumulação venosa</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Carter S. E. (2019)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 4h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 4h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de caminhada na esteira de intensidade leve.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 4h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 120min com 8min de caminhada na esteira de intensidade leve.</p>	<p>Ultrassom e doppler ultrassom.</p> <p>Esfigmomanômetro.</p>	<p>Dilatação mediada por fluxo.</p> <p>Média de cisalhamento.</p> <p>Fluxo sanguíneo.</p> <p>Média de pressão arterial.</p>	<p>↑ Dilatação mediada por fluxo artéria femoral</p> <p>↓ Fluxo sanguíneo artéria femoral</p> <p>↓ Taxa de cisalhamento artéria femoral</p> <p>↑ PAM</p> <p>↓ FC</p>
Bailey D. P. et al (2019)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 6,5h.</p> <p>Dia 2 - 20min de Exercício Intervalado de Alta Intensidade (90% Vo2max) seguido de CSP por aproximadamente 6h.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 6,5h com interrupções de comportamento sedentário prolongado, nos minutos 45, 75, 105, 135, 165, 195, 225, 255, 285 e 315, com exercício de alta intensidade durante 1min (90% Vo2max).</p>	<p>Amostras de sangue por coleta capilar (método picada no dedo).</p>	<p>Área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos.</p> <p>Incruento da área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos.</p>	<p>↓ Glicose Pós-Prandial</p> <p>↓ Insulina Pós-Prandial</p> <p>↓ Triglicerídeos Pós-Prandiais</p>
Stoner L. et al (2019)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentando por 3h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentando por 3h com exercícios intermitentes de panturrilha.</p>	<p>Espectroscopia infravermelho (PortaLite, Artinis Medical Systems BV).</p> <p>Teste de Stroop.</p>	<p>Volume sanguíneo da panturrilha.</p> <p>Perfusão do córtex pré-frontal.</p> <p>Função executiva.</p> <p>Pressão arterial.</p>	<p>↑ Volume sanguíneo panturrilha</p> <p>↓ Perfusão córtex pré-frontal</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
		Aparelho oscilométrico (dispositivo SphygmoCor XCEL, AtCor Medical).  Eletrocardiograma (Powerlab 30 series).	Frequência cardíaca.  Função autonômica via variabilidade de frequência cardíaca.	↓ Função cognitiva  ↑ PAM = FC = VFC
Maylor B. D. et al (2019)	3 dias de protocolos.  Dia 1 - protocolo sentado por 7,5h.  Dia 2 - Sentado por 7,5h com interrupção do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de caminhada na esteira em intensidade moderada.  Dia 3 - protocolo sentado por 7,5h com interrupção do comportamento sedentário prolongado no minuto 0, 170 e 310 com 10min de caminhada na esteira em intensidade moderada.	Amostras de sangue intravenosa.	Área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos.  Incrumento da área sob a curva de glicose, insulina, triglicerídeos.	↓ Glicose ↓ Insulina ↑ Triglicerídeos
Evans W. S. et al (2020)	2 dias de protocolos.  Dia 1 - protocolo sentando por 3h.  Dia 2 - protocolo sentando por 3h com exercícios intermitentes de panturrilha.	Amostras de sangue intravenosa.	Micropartículas  Anexina V+/CD34+. Anexina V+/CD62E+. Anexina V+/CD31+/42b.  célula angiogênica circulante  Endotelina-1. CD14+/31+, CD3+/31+ e CD34+.	↓ ME = CAC

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Peddie M. C. et al (2021)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 6h.</p> <p>Dia 2 - protocolo em pé por 6h.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 6h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de caminhada na esteira em intensidade moderada/vigorosa.</p>	<p>Ultrassom Doppler.</p> <p>Impedância bioelétrica (Inbody 230).</p> <p>Esfigmomanômetro automático.</p> <p>Amostras de sangue intravenoso.</p>	<p>Dilatação mediada por fluxo da artéria poplítea.</p> <p>Média de cisalhamento na artéria poplítea.</p> <p>Fluxo sanguíneo na artéria poplítea.</p> <p>Alterações no fluido do membro inferior.</p> <p>Pressão arterial sistólica.</p> <p>Pressão arterial diastólica.</p> <p>Área sob a curva de glicose, insulina.</p> <p>Incrumento da área sob a curva de glicose, insulina.</p>	<p>= Dilatação mediada por fluxo artéria poplítea</p> <p>= Taxa de cisalhamento na artéria poplítea</p> <p>↓ Fluxo sanguíneo na artéria poplítea</p> <p>↓ Glicose</p> <p>↓ Insulina</p> <p>PAS 110,9 ± 7,7</p> <p>PAD 62,4 ± 6,9</p>
Silva G. O. et al (2021)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 3h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 3h com interrupção do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de contração isométrica bilateral de extensão de joelhos (30% da contração voluntária máxima).</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 3h com interrupção de comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de caminhada em intensidade leve.</p>	<p>Doppler ultrassom (Terason™ uSmart3200T).</p> <p>Monitor automático de pressão arterial (HEM- 742, Omro Healthcare).</p> <p>Monitor de variabilidade de frequência cardíaca (PolarV800, Polar Electro, Finland).</p>	<p>Dilatação mediada por fluxo da artéria poplítea.</p> <p>Média de cisalhamento na artéria poplítea.</p> <p>Fluxo sanguíneo na artéria poplítea.</p> <p>Pressão arterial.</p> <p>Variabilidade de frequência cardíaca.</p>	<p>↓ Dilatação mediada por fluxo artéria poplítea</p> <p>= Diâmetro da artéria poplítea</p> <p>↓ Taxa de cisalhamento</p> <p>↓ Fluxo sanguíneo</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
				= PAS
				= PAD
				↓ FC
				≠ VFC
Kelsch E. et al (2021)	2 dias de protocolos.	Manguito de pressão arterial (Vicorder, Arterial Stiffness Model).	Rigidez arterial.	↑ Velocidade da onda de pulso em todas as condições
	Dia 1 - protocolo sentado por 3h e receberam uma refeição com baixo índice glicêmico. Dia 2 - protocolo sentado por 3h e receberam uma refeição com alto índice glicêmico.	Espectroscopia de Infravermelho (avaliação do fluxo) e Espectroscopia Espacialmente Resolvida (Hemoglobina).	Velocidade de onda de pulso.	
		Eletrocardiograma (frequência cardíaca)	Frequência cardíaca.	
		Fotopletismografia Digital (Pressão Arterial contínua).	Pressão arterial.	
		Monitor contínuo de glicose.	Área sob a curva de glicose.	
Burnet K. et al (2021)	2 dias de protocolos.	Ultrassom Doppler (Logiq P6; GE Medical systems, WI).	Fluxo Sanguíneo Cerebral Total.	↓ Fluxo sanguíneo cerebral em ambas as condições em comportamento sedentário
	Dia 1 - protocolo sentado por 3h após a uma refeição com baixo índice glicêmico.	Teste de Stroop. Trail Making Test.	Função executiva.	
	Dia 2 - protocolo sentado por 3h após a uma refeição com alto índice glicêmico.	Lista de palavras Hopkins Verbal Learning Test.	Memória.	
			Confusão mental.	

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Charlett O. P. et al (2021)	<p>2 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 5h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 5h com interrupção do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 3min em exercícios com peso corporal.</p>	<p>Escala de fadiga mental (Borg Category scale with Ratio properties - CR10).</p> <p>Eletrocardiograma (frequência cardíaca) e Espectroscopia de Infravermelho (avaliação do fluxo).</p> <p>Ultrassom.</p>	<p>Velocidade da onda de pulso.</p> <p>Dilatação mediada por fluxo.</p> <p>rigidez arterial.</p>	<p>↑ Função cognitiva</p> <p>↑ memória</p> <p>= Confusão mental</p>
Maylor B. D. et al (2023)	<p>3 dias de protocolos.</p> <p>Dia 1 - protocolo sentado por 7,5h.</p> <p>Dia 2 - protocolo sentado por 7,5h e interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 2min de atividade física com intensidade moderada.</p> <p>Dia 3 - protocolo sentado por 7,5h e interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 170min com 10min de atividade física com intensidade moderada.</p>	<p>Programa computacional de avaliação psicomotora.</p> <p>Amostra de sangue por coleta capilar (método picada no dedo).</p> <p>Esfigmomanômetro (Omron Healthcare Co).</p>	<p>Função Cognitiva.</p> <p>Área sob a curva de Glicose, triglicerídeos e HDL.</p> <p>Pressão Arterial média.</p>	<p>= Função cognitiva</p> <p>↓ Glicose</p> <p>↑ Triglicerídeos</p> <p>↓ HDL</p> <p>≠ PAM</p>
		<p>Escala visual analógica (questionário de percepção de apetite, sobre fome, satisfação e consumo alimentar prospectivo).</p> <p>Amostras de sangue intravenosa.</p>	<p>Composição do apetite.</p> <p>Área sob a curva pós prandial de grelina e PYY.</p> <p>Incremento de área sob a curva pós prandial de grelina e PYY.</p>	<p>↑ Score percepção do apetite</p> <p>↑ Grelina</p> <p>↓ PYY</p>

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Toledo M. J. L. et al (2023)	3 dias de protocolos	Monitor de glicose contínuo (Freestyle Libre Pro – Abbott Laboratories).	Área sob a curva da glicose.	↓ Glicose
	Dia 1 - protocolo sentado por 7,5h		Incremento da área sob a curva da glicose.	
	Dia 2 - protocolo sentado por 7,5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 15min com 2,5min em pé.			
	Dia 3 - protocolo sentado por 7,5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada hora com 10min em pé.			
Duran A. T. et al (2023)	5 dias de protocolos.	Esfigmomanômetro (Omron Health-care Inc).	Pressão arterial.	↓ Glicose
	Dia 1 - protocolo sentado por 8h.		Amostras de sangue coletadas por monitor de glicose contínuo.	Área sob a curva da glicose.
	Dia 2 - protocolo sentado por 8h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 1min de caminhada em intensidade leve.	Incremento da área sob a curva da glicose.		↑ PAD
	Dia 3 - protocolo sentado por 8h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 5min de caminhada em intensidade leve.	Escala visual analógica para fadiga.	Fadiga.	↑ Fadiga
	Dia 4 - protocolo sentado por 8h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 60min com 1min de caminhada em intensidade leve.		Questionários para humor (Profile of Mood States - POMS) e desempenho cognitivo (Symbol Digit Modalities Test - SDMT).	Performance cognitiva.
	Dia 5 - protocolo sentado por 8h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 60min com 5min de caminhada em intensidade leve.			Humor.

Autores e Ano	Tipo de Intervenção/Exposição	Instrumento utilizado	Variável /desfecho estudada	Resultados em CSP
Colvin A. et al (2023)	3 dias de protocolos.	Amostra de sangue por coleta capilar (método picada no dedo), e foi utilizado monitor de glicose portátil (Abbott FreeStyle Libre). Escala visual analógica adaptada. Questionário inspirado em Warwick–Edinburgh Well-Being Scale.	Área sob a curva de glicose.	↓ Glicose
	Dia 1 - protocolo sentado por 7,5h.		Concentração.	↓ Concentração
	Dia 2 - protocolo sentado por 7,5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 3min de yoga.		Bem-estar.	↓ bem-estar
	Dia 3 - protocolo sentado por 7,5h com interrupções do comportamento sedentário prolongado a cada 30min com 3min de tai-chi.			

**Legenda:** CSP: Comportamento Sedentário Prolongado. FFA: Free Fatty Acids (Ácidos Graxos Livres). HDL: High-Density Lipoprotein (Lipoproteína de Alta Densidade). LDL: Low-Density Lipoprotein (Lipoproteína de Baixa Densidade). RMS: Root Mean Square (Raiz Quadrada da Média dos Quadrados). VO2max: Maximum Oxygen Consumption (Consumo Máximo de Oxigênio). PYY: Peptide YY (Peptídeo YY). CR10: Category Ratio Scale (Escala de Categoria de Razão). SDMT: Symbol Digit Modalities Test (Teste de Modalidades de Dígito e Símbolo). ↑: Aumento. ↓: Diminuição. FC: Frequência. Cardíaca. PAD: Pressão Arterial Diastólica. PAS: Pressão Arterial Sistólica. PAM: Pressão Arterial Média. ME: Micropartículas Endoteliais. CAC: Células Angiogênicas Circulantes. VFC: Variabilidade da Frequência Cardíaca. ≠: Diferente (ou diferente significativamente). =: não houve diferença significativa. ≥: maior ou igual

## DISCUSSÃO

A questão norteadora deste estudo focou especificamente nas respostas de efeito agudo decorrentes da exposição prolongada ao comportamento sedentário. Dentro dessa perspectiva, foram investigadas uma série de respostas fisiológicas, metabólicas, cardiovasculares, cognitivas e comportamentais que ocorrem imediatamente após algum período prolongado em comportamento sedentário. Vale lembrar que as informações analisadas por esta revisão foram retiradas dos dados referentes ao grupo controle que cada estudo forneceu, uma vez que, estes estudos tiveram como objetivo analisar as respostas de propostas de interrupção do comportamento sedentário. No entanto, atribuindo um método de análise, foi possível identificar alterações que decorrem do comportamento sedentário especificamente.

Uma das principais descobertas desta revisão foi a relação entre o comportamento sedentário agudo e as alterações metabólicas (Pulsford et al, 2017; Bailley et al, 2017; McCarthy et al, 2017; Homer et al, 2017; Gao et al, 2017; Champion et al, 2018; Bailley et al, 2019; Maylor et al, 2019; Peddie et al, 2021; Charlett et al, 2021; Toledo et al, 2023; Duran et al, 2023; Colvin et al, 2023). Alterações crescentes nos níveis de glicose e insulina podem levar ao desenvolvimento do diabetes tipo 2 (Poon et al, 2014). No entanto, apenas 1 dos estudos desta revisão apresentou sinais de aumento da glicose (Pulsford et al, 2017) e, também apenas 1, aumento nos níveis de insulina (Gao et al, 2017). Os demais apresentaram redução de glicose e insulina ao longo do tempo sentado, o que entraria em confronto com a literatura recorrente mostrando que a exposição excessiva ao comportamento sedentário está associada com aumento do risco para diabetes tipo 2 de acordo com metanálise apresentada por Patterson et al (2018). Uma possível explicação para este fenômeno, mesmo que analisando a longo prazo, é devido à falta de contração muscular por períodos prolongados de tempo, o que geraria um acúmulo desses substratos a nível plasmáticos (Meneguci et al, 2015; Chandrasekaran et al, 2021). Essa possível divergência entre nossos achados e o que há na literatura sobre alterações metabólicas no comportamento sedentário, pode ter sido devido ao método de análise subjetivo que pudemos fazer, uma vez que não foi encontrado estudos específicos sobre respostas agudas ao longo do comportamento sedentário prolongado induzido.

Por outro lado, o aumento dos níveis de triglicérides ao longo do tempo em comportamento sedentário apontados em 4 estudos (Homer et al, 2017; Champion et al, 2018; Maylor et al, 2019; Charlett et al, 2021) corroboram com consenso atual de que o comportamento sedentário prolongado pode gerar desordens metabólicas nesses biomarcadores, as quais estão associadas a baixa atividade muscular (Pesola et al, 2015). Essas alterações nos níveis de triglicérides se dariam, inclusive, após as alterações excessivas de glicose e insulina (Meneguci et al, 2015; Chandrasekaran et al, 2021).

Além disso, a exposição aguda ao comportamento sedentário também demonstrou impacto significativo no sistema cardiovascular. Elevações na pressão arterial (Carter, 2019; Stoner et al, 2019; Duran et al, 2023) diminuição da função endotelial (Homer et al, 2017; Champion et al, 2018; Maylor et al, 2019; Carter, 2019; Charlett et al, 2021; Peddie et al, 2021; Silva et al, 2021; Burnet et al, 2021; Stoner et al, 2019) foram relatados nos estudos analisados, sugerindo um comprometimento imediato na saúde cardiovascular dos adultos sedentários. Na metanálise proposta por Taylor et al (2022) que também investigou o efeito do comportamento sedentário na função vascular, mostrou que existe uma redução substancial na dilatação mediada por fluxo nos membros inferiores. Disfunções como estas, ao longo do tempo, poderiam ser a explicação para os aumentos dos níveis da pressão arterial devido a uma possível redução na síntese de óxido nítrico, um poderoso vasodilatador, em decorrência da redução do estresse de cisalhamento (Dempsey et al, 2018; Thosar et al, 2012; Vandercappellen et al, 2022). Todo este cenário pode levar, conseqüentemente, ao aumento do risco de morte por doença cardiovascular decorrente do excesso de tempo em comportamento sedentário ao longo do dia (Stamatakis et al, 2019).

Dentro deste contexto, observamos que alguma alteração importante, seja metabólica ou cardiovascular, acontece ao longo do comportamento sedentário prolongado. Vimos que este tempo prolongado analisado dentre os estudos variou entre 2 horas e 8 horas, com média de 5,17 horas, de tempo em exposição ao comportamento sedentário sugerindo que estratégias de interrupção deste comportamento sejam adotadas dentro deste intervalo de tempo.

Diante disso, algumas considerações para pesquisas futuras podem ser sugeridas. Primeiramente, é importante realizar estudos que abordem protocolos para

comportamento sedentário prolongado de forma mais padronizada, incluindo duração, interrupções e atividades realizadas nesse período. Também exaltamos a importância de se ter estudos que analisem especificamente as consequências do comportamento sedentário prolongado, e não somente tendo-o como controle para outras intervenções. Isto permitirá comparações mais precisas entre os estudos e uma melhor compreensão do impacto do comportamento sedentário prolongado em diferentes variáveis de desfecho.

É necessário investigar os mecanismos fisiológicos e metabólicos envolvidos nas alterações agudas durante a exposição prolongada ao comportamento sedentário, incluindo o papel das funções metabólicas, da regulação hormonal, atividade mioelétrica e da resposta cardiovascular. Estudos experimentais controlados também são necessários para avaliar os efeitos a longo prazo do comportamento sedentário prolongado e para desenvolver estratégias eficazes de intervenção e prevenção.

Outro ponto a ser considerado são as intervenções e programas que visam reduzir o comportamento sedentário prolongado e promover a atividade física regular. Avaliar a eficácia dessas intervenções, bem como seus efeitos sobre a saúde metabólica, cardiovascular, será fundamental para orientar políticas públicas e práticas clínicas voltadas para a promoção da saúde e a mitigação do tempo prolongado exposto ao comportamento sedentário.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O comportamento sedentário prolongado está associado a alterações agudas em variáveis metabólicas e cardiovasculares. A área sob a curva de glicose e insulina é destacada como a medida mais comum para avaliar as respostas metabólicas ao comportamento sedentário prolongado. Sendo a pressão arterial a variável mais utilizada pelos estudos para analisar função vascular, juntamente, com outras respostas de marcadores endoteliais.

Quanto aos instrumentos utilizados destaca-se amostras de sangue, tanto capilar quanto intravenosa, esfigmomanômetro, monitores contínuos de glicose,

espectroscopia de infravermelho, ultrassom doppler e monitores de variabilidade de frequência cardíaca.

Em relação ao tempo de exposição, os estudos incluídos variaram a duração do comportamento sedentário prolongado, desde protocolos utilizando 2 horas até protocolos utilizando 8 horas, com média de 5,17 horas. Esta heterogeneidade entre os protocolos destacam a necessidade de padronização e uma melhor compreensão dos efeitos dose-resposta do comportamento sedentário sobre as respostas agudas. A diversidade de variáveis de desfecho, instrumentos e intervenções utilizados nos estudos selecionados refletem a complexidade desse fenômeno, e destaca a necessidade contínua de pesquisa para compreender melhor seus mecanismos e desenvolver estratégias eficazes de intervenção e prevenção.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Claudio Gil. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve introdução. **Hipertensão**, v. 04, p. 78-83, 2001.

BAILEY, Daniel P. et al. Cardiometabolic response to a single high-intensity interval exercise session versus breaking up sedentary time with fragmented high-intensity interval exercise. **International journal of sports medicine**, v. 40, n. 03, p. 165-170, 2019.

BAILEY, Daniel P. et al. Effects of breaking up prolonged sitting following low and high glycaemic index breakfast consumption on glucose and insulin concentrations. **European Journal of Applied Physiology**, v. 117, p. 1299-1307, 2017.

BISWAS, A. et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults a systematic review and meta-analysis. **Annals of Internal Medicine**, v. 162, n. 2, p. 123–132, 2015

BURNET, Kathryn et al. Cerebrovascular function response to prolonged sitting combined with a high-glycemic index meal: A double-blind, randomized cross-over trial. **Psychophysiology**, v. 58, n. 8, p. e13830, 2021.

BRASIL. Guia de Atividade física para a população brasileira. 2021. Disponível em:[https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia\\_atividade\\_fisica\\_populacao\\_brasileira.pdf](https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_atividade_fisica_populacao_brasileira.pdf)

CARTER, Sophie E. et al. Effect of different walking break strategies on superficial femoral artery endothelial function. **Physiological reports**, v. 7, n. 16, p. e14190, 2019.

CHAMPION, Rachael B. et al. Reducing prolonged sedentary time using a treadmill desk acutely improves cardiometabolic risk markers in male and female adults. **Journal of sports sciences**, v. 36, n. 21, p. 2484-2491, 2018.

CHANDRASEKARAN, B.; GANESAN, T. B. Sedentarism and chronic disease risk in COVID 19 lockdown - a scoping review. **Scottish medical journal**, v. 66, n. 1, p. 3–10, 1 fev. 2021.

CHASE, J. A. D. et al. A systematic review and meta-analysis of interventions to reduce sedentary behavior among older adults. **Translational Behavioral Medicine**, v. 10, n. 5, p. 1078–1085, 1 out. 2020.

CHARLETT, Opie P.; MORARI, Victoria; BAILEY, Daniel P. Impaired postprandial glucose and no improvement in other cardiometabolic responses or cognitive function by breaking up sitting with bodyweight resistance exercises: a randomised crossover trial. **Journal of sports sciences**, v. 39, n. 7, p. 792-800, 2021.

COLVIN, Alexander et al. Effects of Breaking Up Sedentary Behavior With Short Bouts of Yoga and Tai-Chi on Glycemia, Concentration, and Well-Being. **Journal of Physical Activity and Health**, v. 1, n. aop, p. 1-8, 2023.

DURAN, Andrea T. et al. Breaking Up Prolonged Sitting to Improve Cardiometabolic Risk: Dose–Response Analysis of a Randomized Crossover Trial. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 55, n. 5, p. 847-855, 2023.

EVANS, William S. et al. Local exercise does not prevent the aortic stiffening response to acute prolonged sitting: a randomized crossover trial. **Journal of Applied Physiology**, 2019.

EVANS, William S. et al. Sitting decreases endothelial microparticles but not circulating angiogenic cells irrespective of lower leg exercises: a randomized cross-over trial. **Experimental Physiology**, v. 105, n. 8, p. 1408-1419, 2020.

FENEMOR, S. P. et al. Energy utilization associated with regular activity breaks and continuous physical activity: A randomized crossover trial. **Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases**, v. 28, n. 6, p. 557-564, 2018.

FILHO, Hugo Tourinho. Respostas morfo-fisiológicas do organismo ao treinamento aeróbio e de força. **Revista Médica HSVP**, v. 28, n. 11, p. 23-30, 2001.

GAO, Ying et al. Acute metabolic response, energy expenditure, and EMG activity in sitting and standing. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 49, n. 9, 2017.

GONZÁLEZ, K.; FUENTES, J.; MÁRQUEZ, J. L. Physical Inactivity, Sedentary Behavior and Chronic Diseases. **korean J Fam Med**, v. 38, p. 111–115, maio 2017.

HOMER, Ashleigh R. et al. Regular activity breaks combined with physical activity improve postprandial plasma triglyceride, nonesterified fatty acid, and insulin responses in healthy, normal weight adults: A randomized crossover trial. **Journal of Clinical Lipidology**, v. 11, n. 5, p. 1268-1279. e1, 2017.

JADAD, Alejandro R. et al. Assessing the quality of reports of randomized clinical trials: is blinding necessary?. **Controlled clinical trials**, v. 17, n. 1, p. 1-12, 1996.

JEFFERIS, B. J. et al. Duration and breaks in sedentary behaviour: Accelerometer data from 1566 community-dwelling older men (British Regional Heart Study). **Br J Sports Med**, v. 49, n. 24, p. 1591–1594, dez. 2015.

KELSCH, Elizabeth et al. Arterial stiffness responses to prolonged sitting combined with a high-glycemic-index meal: a double-blind, randomized crossover trial. **Journal of Applied Physiology**, v. 131, n. 1, p. 229-237, 2021.

LOH, R. et al. Effects of Interrupting Prolonged Sitting with Physical Activity Breaks on Blood Glucose, Insulin and Triacylglycerol Measures: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports medicine**, v. 50, n. 2, p. 295–330, 1 fev. 2020.

MAYLOR, Benjamin D. et al. Effects of frequency and duration of interrupting sitting on cardiometabolic risk markers. **International journal of sports medicine**, v. 40, n. 13, p. 818-824, 2019.

MAYLOR, Benjamin D. et al. Breaking up sitting with short frequent or long infrequent physical activity breaks does not lead to compensatory changes in appetite, appetite-regulating hormones or energy intake. **Appetite**, v. 182, p. 106445, 2023.

MCCARTHY, Matthew et al. Fitness moderates glycemic responses to sitting and light activity breaks. 2017.

MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160–174, 2015.

METE, Evelyn M. et al. Interrupting prolonged sitting with regular activity breaks does not acutely influence appetite: a randomised controlled trial. **Nutrients**, v. 10, n. 2, p. 125, 2018.

NONCOMMUNICABLE DISEASES COUNTRY PROFILES 2018. **World Health Organization**, 2018.

PAGE, Matthew J. et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. **Bmj**, v. 372, 2021.

PATTERSON, Richard et al. The Effects of Acute Exposure to Prolonged Sitting, with and Without Interruption, on Peripheral Blood Pressure Among Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 6, p. 1369–1383, 2022.

PEDDIE, Meredith C. et al. The effects of prolonged sitting, prolonged standing, and activity breaks on vascular function, and postprandial glucose and insulin responses: a randomised crossover trial. **Plos one**, v. 16, n. 1, p. e0244841, 2021.

PESOLA, Arto. J. et al. Muscle Inactivity Is Adversely Associated With Biomarkers In Physically Active Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 6, p. 1188–1196, 2015.

POON, Anna K. et al. Comparative associations of diabetes risk factors with five measures of hyperglycemia. **BMJ Open Diabetes Research and Care**, v.2, n. 1, 2014.

PULSFORD, Richard M. et al. Intermittent walking, but not standing, improves postprandial insulin and glucose relative to sustained sitting: a randomised cross-over study in inactive middle-aged men. **Journal of science and medicine in sport**, v. 20, n. 3, p. 278-283, 2017.

SILVA, Gustavo O. et al. Acute effects of breaking up sitting time with isometric exercise on cardiovascular health: Randomized crossover trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 31, n. 11, p. 2044-2054, 2021.

STAMATAKIS, E. et al. Sitting Time, Physical Activity, and Risk of Mortality in Adults. **JACC**, v. 73, n. 16, p. 2062–2072, 30 abr. 2019.

STONER, Lee et al. Effects of acute prolonged sitting on cerebral perfusion and executive function in young adults: A randomized cross-over trial. **Psychophysiology**, v. 56, n. 12, p. e13457, 2019.

TAYLOR, Frances C. et al. The Acute Effects of Prolonged Uninterrupted Sitting on Vascular Function: A Systematic Review and Meta-analysis. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 54, n. 1, p. 67–76, 2022.

TOLEDO, Meynard John L. et al. Does frequency or duration of standing breaks drive changes in glycemic response? A randomized crossover trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 33, n. 7, p. 1135-1145, 2023.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, 10 jun. 2017.

WHEELER, M. J. et al. Combined effects of continuous exercise and intermittent active interruptions to prolonged sitting on postprandial glucose, insulin, and triglycerides in

adults with obesity: a randomized crossover trial. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 17, n. 1, 1 dez. 2020.

WHITTEMORE, R.; Knafl, K; The integrative review: updated methodology. **Journal of Advanced Nursing**, v. 52, n. 5, 2005.

## 2.2. ARTIGO 2

### **EFEITO AGUDO DO TEMPO SENTADO PROLONGADO NA ATIVIDADE MIOELÉTRICA E NA ATIVIDADE CARDIOVASCULAR EM ADULTOS JOVENS**

#### **RESUMO**

O objetivo deste estudo foi determinar a ocorrência e o período de alterações agudas no fluxo sanguíneo, pressão arterial média e na atividade mioelétrica durante de comportamento sedentário prolongado induzido. Trata-se de um ensaio clínico não controlado em que participaram 21 adultos saudáveis ( $22,5 \pm 1,60$  anos), de ambos os sexos. Estes realizaram um protocolo de 3 horas em comportamento sedentário ininterrupto, e foram realizadas coletas a cada 20 minutos de termografia infravermelho, pressão arterial média e atividade mioelétrica. O fluxo sanguíneo foi avaliado através da termografia infravermelha por uma câmera térmica que mensurou a temperatura média do gastrocnêmio esquerdo e direito. A aferição Pressão Arterial Sistólica e Diastólica foi realizada por meio de um aparelho oscilométrico, em triplicata, e calculada a Pressão Arterial Média (PAM). A atividade mioelétrica foi mensurada por eletromiografia de superfície, e foi utilizado a frequência mediana e *Root Mean Square* como métodos de análise do sinal mioelétrico. Para análise estatística foi utilizado teste de Fridman e o teste Post-Hoc Durbin-Conover, além de uma análise subjetiva do movimento de tendência de cada variável ao longo do tempo sentado. A temperatura média tanto do gastrocnêmio direito e esquerdo apresentaram uma tendência decrescente desde o momento em que iniciou o tempo sentado, sendo estatisticamente diferente ( $p > 0,05$ ) a partir de 1 hora após sentar-se, reduzindo de  $32,06 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $31,28 \text{ }^\circ\text{C}$  no gastrocnêmio direito e, de  $32,06 \text{ }^\circ\text{C}$  para  $31,28 \text{ }^\circ\text{C}$  no gastrocnêmio esquerdo, indicando possível redução do fluxo sanguíneo em membros inferiores. A frequência mediana, apresentou um movimento com tendência decrescente desde o início do tempo sentado e foram encontradas diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) a partir de 1 hora e 20 minutos após sentar-se, tanto na análise via %CIVM, saindo de 88,69% para 79,55%, quanto na análise via %caminhada, de 161% para 135%, mostrando um indicativo para fadiga juntamente com o aumento progressivo do RMS. A pressão arterial média, apresentou uma tendência de aumento a partir de 20 minutos com uma diferença significativa ( $p > 0,05$ ) em 2 horas e 40

minutos após sentar-se, chegando a 84,40 mmHg. Todas as variáveis mostram alterações com início antes dos momentos estatisticamente significativos em suas tendências de movimento. Esses resultados parecem indicar uma possível relação entre as variáveis ao longo do tempo em comportamento sedentário. E com isso, podemos supor que intervenções de interrupção do comportamento sedentário antes desses movimentos iniciais de tendência e/ou antes dos momentos com alterações significativas, algo entre 40 e 60 minutos, seriam os mais adequados e com maior potencial de eficácia para mitigar os efeitos do comportamento sedentário prolongado.

**Palavras-chave:** comportamento sedentário; alterações agudas; atividade mioelétrica; saúde cardiovascular

## **ACUTE EFFECT OF PROLONGED SITTING ON MYOELECTRIC ACTIVITY AND CARDIOVASCULAR ACTIVITY IN YOUNG ADULTS**

### **ABSTRACT**

The aim of this study was to determine the occurrence and timing of acute changes in blood flow, mean arterial pressure and myoelectric activity during induced prolonged sedentary behavior. This is an uncontrolled clinical trial in which 21 healthy adults ( $22.5 \pm 1.60$  years) of both sexes participated. They performed a 3-hour protocol of uninterrupted sedentary behavior, and infrared thermography, mean arterial pressure and myoelectric activity were collected every 20 minutes. Blood flow was assessed using infrared thermography using a thermal camera that measured the average temperature of the left and right gastrocnemius. Systolic and Diastolic Blood Pressure measurements were performed using an oscillometric device, in triplicate, and the Mean Arterial Pressure (MAP) was calculated. Myoelectric activity was measured by surface electromyography, and the median frequency and Root Mean Square were used as methods of analyzing the myoelectric signal. For statistical analysis, the Friedman test and the Post-Hoc Durbin-Conover test were used, in addition to a subjective analysis of the trend movement of each variable over sitting time. The average temperature of both the right and left gastrocnemius showed a decreasing trend from the moment the sitting period started, being statistically different ( $p > 0.05$ ) from 1 hour after sitting, reducing by  $32.06^\circ\text{C}$  to  $31.28^\circ\text{C}$  in the right gastrocnemius and, from  $32.06^\circ\text{C}$  to  $31.28^\circ\text{C}$  in the left gastrocnemius, indicating a possible reduction in blood flow in the lower limbs. The median frequency showed a movement with a decreasing trend since the beginning of sitting time and significant differences were found ( $p > 0.05$ ) from 1 hour and 20 minutes after sitting, both in the analysis via %MVIC, leaving 88.69% to 79.55%, as in the analysis via %walking, from 161% to 135%, showing an indication of fatigue along with the progressive increase in RMS. Mean arterial pressure showed a tendency to increase after 20 minutes with a significant difference ( $p > 0.05$ ) in 2 hours and 40 minutes after sitting, reaching 84.40 mmHg. All variables show changes beginning before statistically significant moments in their movement trends. These results seem to indicate a possible relationship between the variables over time in sedentary behavior. And with this, we can assume that interventions to interrupt sedentary behavior before these initial trend movements

and/or before moments with significant changes, somewhere between 40 and 60 minutes, would be the most appropriate and with the greatest potential for effectiveness in mitigating the effects. of prolonged sedentary behavior.

**Keyword:** sedentary behavior; acute changes; myoelectric activity; cardiovascular health.

## INTRODUÇÃO

O hábito de permanecer sedentário por períodos prolongados é uma preocupação crescente, especialmente considerando que aproximadamente 30% da população adulta brasileira relata passar mais de 6 horas diárias em comportamento sedentário (Oliveira, 2023). O comportamento sedentário é caracterizado por atividades em que o indivíduo permanece sentado, reclinado ou deitado, com um gasto energético abaixo de 1,5 METs (Tremblay et al., 2017). Essa prática está fortemente associada ao aumento do risco de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), que representam as principais causas de mortalidade em nível global, conforme relatado por Biswas et al. (2015), Chandrasekaran e Ganesan (2021) e pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 2020.

Observa-se uma tendência preocupante de aumento no tempo dedicado ao comportamento sedentário, independentemente da faixa etária (Menneguci et al, 2015), por contribuir no desenvolvimento de DCNT (Menneguci et al, 2015; Biswas et al, 2015; Chandrasekaran et al, 2021) aumentando o impacto em internações, e morte, por multimorbidades associadas no quadro de saúde pública (Ministério da Saúde, 2021). Para compreender melhor os efeitos crônicos adversos à saúde decorrentes do comportamento sedentário prolongado, é útil explorar as respostas fisiológicas agudas associadas ao comportamento sedentário prolongado, especialmente nos sistemas musculoesquelético e cardiovascular.

Determinados estudos têm direcionado sua investigação para os desfechos conclusivos de variáveis relevantes após períodos prolongados de comportamento sedentário. Patterson et al. (2018) documentaram alterações metabólicas após 3 horas de comportamento sedentário, enquanto Thosar et al. (2012) identificaram mudanças agudas no fluxo sanguíneo após apenas 30 minutos de exposição, possivelmente desencadeando disfunções endoteliais, conforme discutido por Green et al. (2014). Adicionalmente, a redução da atividade mioelétrica nos membros inferiores, correlacionada com modificações nos biomarcadores metabólicos, foi relatada em estudos como o de Pesola et al. (2015).

Entretanto, ainda não está claro o momento exato em que essas alterações agudas começam a ocorrer durante a exposição prolongada ao comportamento sedentário. Há uma lacuna no conhecimento sobre se há um ponto específico no tempo de exposição ao comportamento sedentário em que tais alterações se iniciam.

Isso é relevante, considerando a variedade de estudos experimentais que propõem estratégias de interrupção do comportamento sedentário prolongado sem uma base sólida sobre o tempo ideal para essas intervenções, embora tenham demonstrado melhorias nos biomarcadores estudados. Estudos como os de Loh et al. (2020), Patterson et al. (2020, 2022) e Taylor et al. (2022) exploram diferentes pontos de corte de tempos arbitrários para essas interrupções, tendo como premissa a mitigação ou o retardamento das alterações negativas ao corpo humano decorrentes do tempo prolongado em comportamento sedentário.

Portanto, este estudo busca determinar se há alguma ocorrência de alteração aguda, e o momento dessas alterações, em biomarcadores cardiovasculares, como fluxo sanguíneo e pressão arterial média, bem como as alterações agudas na atividade mioelétrica do músculo gastrocnêmio medial, durante 3 horas de comportamento sedentário prolongado induzido. Essas informações servem para orientar o desenvolvimento de protocolos de pesquisa e intervenções para mitigar os efeitos negativos do comportamento sedentário prolongado, fornecendo também recomendações mais embasadas para profissionais da saúde em suas práticas clínicas.

## **MÉTODOS**

Os protocolos de pesquisa foram previamente submetidos para apreciação e aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa com seres humanos da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (CEP/UFTM), sob o número de registro 6.209.646.

### **CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO**

O presente estudo destinou-se a realizar um ensaio clínico não controlado com direcionalidade prospectiva, com o objetivo de identificar o tempo mínimo de exposição ao comportamento sedentário prolongado em que alterações fisiológicas agudas nos marcadores estudados começam a ocorrer.

## AMOSTRA

Os voluntários incluídos no estudo foram discentes regularmente matriculados na Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), campus Uberaba-MG. Participaram do estudo voluntários de ambos os sexos, na faixa etária de 18 a 24 anos. O recrutamento da amostra foi realizado no campus Uberaba da UFTM, através de convites pessoais e em salas de aula, portanto, uma amostra por conveniência.

Para este estudo foi realizado um cálculo amostral prévio por meio do software G\*Power 3.1.9.6 levando em consideração o desenho do estudo (braço único), o teste estatístico mais adequado para análise (ANOVA de medidas repetidas), o valor de  $\alpha$  (0,05), o poder estatístico (0,80) e os dados que o estudo piloto nos forneceu referente a quantidade de coletas que seriam realizadas (10), o tamanho de efeito (0,25) e o grau de correlação entre as medidas (0,50), chegando a um tamanho amostral de 14 voluntários.

Os critérios de inclusão foram: jovens adultos saudáveis, com idade de 18 à 24 anos, sem o diagnóstico de diabetes e hipertensão, que não realizassem o uso de medicamentos de forma contínua e/ou qualquer recurso ergogênico e não possuir nenhuma lesão ou condição que o impossibilitasse ficar tempo demasiado na posição sentada. O não cumprimento de qualquer etapa do estudo seja triagem inicial, avaliações e sessão experimental, foi considerado como critério de exclusão.

Após o voluntário ter concordado em participar do estudo, durante o primeiro contato foram detalhados os procedimentos da pesquisa. Os participantes que aceitaram, formalizaram seu consentimento assinando o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), comprometendo-se a colaborar em todas as etapas do estudo. Posteriormente, foi agendado o comparecimento dos voluntários ao laboratório para a realização dos procedimentos necessários, incluindo a verificação dos critérios de inclusão e a caracterização da amostra por meio de questionários e avaliações antropométricas, além da execução do protocolo de pesquisa propriamente dito

## **Caracterização da amostra**

A amostra foi caracterizada pelo nível de atividade física dos indivíduos bem como pelo tempo que estes ficam em comportamento sedentário ao longo dia, além de realizarmos avaliações antropométricas e de composição corporal.

### *Nível de Atividade Física e Comportamento Sedentário*

Para caracterizar o nível de atividade física do voluntário foi realizada uma entrevista, utilizando o Recordatório de 24 horas de avaliação de atividade física (Ribeiro et al, 2011).

O pesquisador realizou a entrevista fazendo perguntas de modo a conduzir o voluntário para se recordar de toda sua rotina de atividades ao longo de um dia regular dentro da última semana. As informações fornecidas pelo voluntário foram referentes ao tipo de atividade, descrevendo o que e como era realizada, e o tempo dispendido em cada uma delas (Anjos et al, 2012).

Após coletar todas as informações, o pesquisador realizou análise da quantidade do METs (Metabolic Equivalent Task – equivalente metabólico da tarefa) de cada atividade informada pelo voluntário, seguindo o modelo proposto pelo “*Compendium of Physical Activities*”, atualizado em 2024 (Herrmann et al, 2024). Com essas informações de METs foi possível classificar a atividade como atividade física de intensidade leve, moderada ou vigorosa (Meneguci et al, 2015), e o tempo total de cada uma delas ao longo de um dia regular. Com isso foi possível ter uma estimativa e classificar o voluntário como muito ativo, suficientemente ativo ou insuficientemente ativo (Camargo; Añez, 2020), bem como o quanto tempo em comportamento sedentário este dispende ao longo do dia (Tremblay et al, 2017). Vale ressaltar que, para o protocolo do estudo, não foi monitorado alimentação e nem o sono do voluntário. No entanto, foi orientado aos mesmos que mantivessem os padrões de costume para esses dois comportamentos.

### *Antropometria*

Foi realizada uma avaliação antropométrica, com as medidas de massa corporal (kg), estatura (m), circunferência de cintura (cm) e composição corporal. O

índice de massa corporal foi calculado dividindo o peso (kg) pela altura (m) elevada ao quadrado (Anjos, 1992).

Para a avaliação da massa corporal e da estatura, foi utilizada uma balança mecânica WELMY com precisão de 100g, com um estadiômetro acoplado. A circunferência da cintura foi mensurada com uma fita métrica flexível e inelástica no ponto mais estreito entre a última costela e a crista ilíaca.

A composição corporal foi avaliada pelo método da impedância bioelétrica tetrapolar, técnica segura e não invasiva, que consiste em quatro eletrodos aplicados da seguinte maneira: dois eletrodos no membro superior, sendo um no punho e outro na mão, e outros dois eletrodos colocados no membro inferior, sendo um no tornozelo e outro no pé. Uma corrente de excitação (500 $\mu$ A a 800 $\mu$ A) foi aplicada aos eletrodos fonte (distais) na mão e no pé, a queda de voltagem, devido a impedância, é detectada pelo eletrodo sensor (proximal) no pulso e no tornozelo (Eickemberg et al, 2011). Para esta coleta foi utilizado a bioimpedância da marca Sanny, modelo BIA1010 e, eletrodos descartáveis da mesma marca ou similar e, foi realizada ao final do protocolo do comportamento sedentário prolongado, respeitando as 4 horas em jejum exigida no protocolo do aparelho utilizado e ratificado por Guedes (2013). Todos os resultados foram processados pelo software oferecido pela marca da bioimpedância (Sanny).

## PROTOCOLO EXPERIMENTAL

Os voluntários foram instruídos a evitarem períodos prolongados ao sol, pelo menos 5 dias antes do protocolo (risco de queimaduras na pele), banho quente duas horas antes do protocolo e uso de pomadas ou cremes na pele, para não atrapalhar a coleta de imagem térmica (Maniar et al, 2015). Também deveriam se abster, pelo período de 24 horas antes da sessão experimental, de atividade física moderada-vigorosa - orientação tanto para bioimpedância, quanto para coleta de imagem térmica e eletromiografia (Guedes, 2013; Maniar et al, 2015) - consumo de cafeína e álcool, além de manter seus hábitos alimentares e o padrão de sono.

As sessões experimentais ocorreram no Laboratório de Análise do Movimento Humano (LAMH) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM). Para a realização da pesquisa, os voluntários chegaram ao laboratório às 7 horas da manhã, e lá permaneceram até o final do protocolo experimental, às 11 horas. Todas as marcações necessárias para os procedimentos foram feitas previamente para o

posicionamento correto do voluntário e dos pesquisadores (Figura 1), assim como todos os instrumentos que dependem de ambientação térmica, já estavam previamente preparados por pelo menos 1 hora antes de o voluntário chegar ao laboratório. A temperatura ambiente foi monitorada, porém não controlada, durante a sessão experimental de cada voluntário. Além disso, os pesquisadores foram os mesmos e desempenhando suas funções específicas em todas as coletas de dados.

Figura 1 – fotografias das marcações no chão para posicionar de voluntário e pesquisadores



Fonte: autores, 2023.

Além do momento de caracterização da amostra, que foi realizada assim que o voluntário chegou ao laboratório e ao final do estudo, para a sessão experimental, foram 2 momentos distintos: pré-protocolo experimental (basal e referências) e o protocolo experimental (3 horas em comportamento sedentário prolongado). As coletas de todas as variáveis do estudo (pressão arterial, atividade mioelétrica, fluxo sanguíneo) aconteceram nesses 2 momentos da sessão experimental.

Após serem realizadas as medidas antropométricas, os voluntários foram posicionados em decúbito dorsal, em uma maca, durante 10 minutos, antes do início dos demais procedimentos, para atingir o estado estável e preparação da pele para colocação dos eletrodos da eletromiografia, bem como para aclimatação ao ambiente (Figura 2). Ao final dos 10 minutos foi realizada a primeira coleta de dados de eletromiografia (durante 5 minutos) e pressão arterial, ambas com o voluntário ainda deitado (Figura 2).

Figura 2 – posicionamento do voluntário para estabelecer condição basal e primeiras coletas de eletromiografia e pressão arterial.



Fonte: autores, 2023

Após este momento para atingir o estado basal, os participantes foram orientados em três momentos distintos, e separadamente, para coleta de dados referenciais da eletromiografia que serviriam como formas de normalizar os dados da amostra do sinal mioelétrico. Essas condições ativas também serviram para padronização da amostra. Primeiramente o voluntário permaneceu 5 minutos na posição em pé – pois esta é a primeira postura considerada fora de comportamento sedentário (Tremblay et al, 2017). Seguido desse primeiro momento, o voluntário foi colocado em uma esteira para caminhar também ao longo de 5 minutos, durante os quais, o sinal de eletromiografia foi coletado. E por fim, o voluntário foi submetido ao um teste de CIVM (contração isométrica voluntária máxima) de flexão plantar.

Após todas as coletas referidas de pré-protocolo, os voluntários assumiram a posição sentada durante as 3 horas subsequentes, em uma cadeira padrão para todos os voluntários (48 cm de altura do acento, 44 cm de largura e comprimento do acento, e apoio das costas de 30cmx40cm) e em uma mesa padrão para todos os voluntários (75cmx60cmx120cm), sendo permitido o uso de aparelhos eletrônicos e leitura (Figura 3).

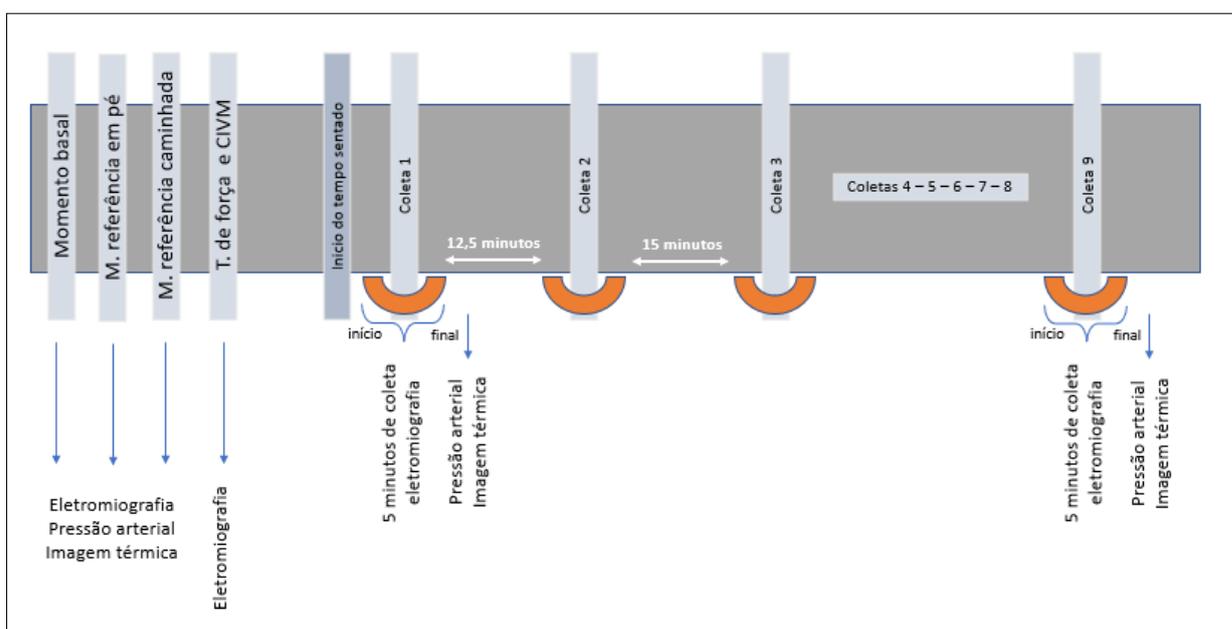
Figura 3 – Cadeira e mesa utilizadas para as 3 horas do protocolo em comportamento sedentário prolongado.



Fonte: autores, 2023.

A partir deste momento, as coletas de todas as variáveis estudadas foram realizadas a cada 20 minutos (com a primeira coleta realizada imediatamente quando o voluntário sentou-se) sendo a eletromiografia sempre coletada durante 5 minutos e, ao final deste tempo, mensurado a pressão arterial e realizadas as coletas de termografia infravermelho. A escolha do tempo entre de coleta foi inspirada nos modelos de intervenção apresentados na revisão sistemática feita por Whipple (2021), e adaptado aos objetivos deste estudo (Figura 4). Não foram realizados testes que envolvem esforço físico durante o protocolo experimental.

Figura 4 – Desenho dos momentos pré-protocolo e protocolo experimental



Fonte: autores, 2023.

Vale ressaltar que o tempo de intervalo entre cada coleta foi de 12,5 minutos entre coleta 1 e coleta 2, e 15 minutos entre as demais coletas, devido a necessidade de ajuste, em função do tempo de duração da coleta da eletromiografia (5 minutos). Ou seja, ao longo da coleta da eletromiografia, se daria o tempo de 20 minutos entre cada momento estabelecido no protocolo. As coletas das demais variáveis, sendo realizadas ao final de cada coleta da eletromiografia, não sofreu alteração nos intervalos de tempo.

## VARIÁVEIS DO ESTUDO E INSTRUMENTOS DE AVALIAÇÃO

A seguir a descrição das variáveis que foram utilizadas para realização do protocolo acima, bem como os procedimentos que foram utilizados para mensuração de cada uma delas.

### **Avaliação cardiovascular**

Para avaliar a condição cardiovascular, foi utilizada a medida do fluxo sanguíneo de membro inferior e pressão arterial.

#### *Análise de fluxo sanguíneo*

Para analisarmos o fluxo sanguíneo foi utilizada a termografia infravermelha (imagem térmica), sendo utilizado uma câmera térmica modelo *FLIR T335* com resolução térmica de 320x240 pixels.

A câmera foi posicionada no local da coleta de dados 60 minutos antes do início da coleta, para climatização, e foi determinada uma emissividade de pele constante como  $e=0,98$  de acordo com pesquisas anteriores (Maniar et al, 2015). Foram demarcadas no chão do laboratório as posições nas quais o pesquisador deveria respeitar para realizar a coleta das imagens térmicas, todas elas a uma distância de 110cm da região a ser fotografada (Maniar et al, 2015).

Para as coletas durante protocolo em comportamento sedentário prolongado, o pesquisador se posicionou por trás da cadeira onde o voluntário esteve sentado, respeitando as marcações, de modo a focar a região do músculo gastrocnêmio, tanto da perna direita como também, depois, da perna esquerda. A figura 5A mostra quais

as demarcações feitas no chão, em que a seta vermelha indica o posicionamento do pesquisador e a seta amarela o posicionamento do voluntário. A figura 5B apresenta como foi realizada a captura do termograma do momento do protocolo experimental.

Figura 5 – (a) Marcações de posicionamento do pesquisador e do voluntário para o protocolo experimental; (b) coleta do termograma durante protocolo.



Fonte: autores, 2023.

A termografia infravermelha é um instrumento de análise não invasiva e não radioativa, capaz de analisar funções fisiológicas relacionadas com o controle da temperatura da pele (Côrte; Hernandez, 2016). A termografia detecta a luz infravermelha emitida pelo corpo e visualiza mudanças de temperatura corporal relacionadas à alteração no fluxo sanguíneo (Côrte; Hernandez, 2016).

Os dados coletados foram analisados em software *FLIR Tools* versão 5.13.18031.2002 sugerido pela marca da câmera térmica utilizada. Para fins de análise final foram utilizados os dados de temperatura média do gastrocnêmio em ambas as pernas.

#### *Pressão arterial (PA)*

A medida da PA sistólica (PAS) e diastólica (PAD) foi realizada por meio do aparelho oscilométrico (Omron® HEM-780-E, Japão), em triplicata, com um minuto de intervalo entre elas, todas realizadas no braço esquerdo do voluntário, sendo utilizado para as análises a média das medidas das últimas duas coletas.

No momento pré-protocolo, as medidas foram realizadas apenas no momento basal. Já no protocolo em comportamento sedentário prolongado, as coletas foram realizadas no local onde o voluntário permaneceu sentado (Figura 6).

Figura 6 – (A) Momento basal; (B) momento protocolo em comportamento sedentário prolongado



Fonte: autores, 2023.

Após obter os valores de PAS e PAD, foi realizado o cálculo de Pressão Arterial Média (PAM), dada pela seguinte equação proposta por Sesso et al (2000) :  $PAM = 1/3(PAS) + 2/3(PAD)$ .

### **Avaliação da atividade mioelétrica**

A atividade mioelétrica foi avaliada por meio da eletromiografia de superfície, com o equipamento *DELSYS® model DSY-DS-T01-8*. O software utilizado para a amostragem foi o *TRIGNO®*, realizando a coleta com uma taxa de amostragem de 2.000 Hz cada (Oliveira; Marques; Fernandes, 2023).

Para colocação do eletrodo, o preparo da pele foi realizado de acordo com Hermes e colaboradores (2000), assim como o posicionamento do mesmo no músculo gastrocnêmio medial (GM), da perna direita, pelas recomendações do SENIAM (surface electromyography for non-invasive assessment of muscles) (Hermens et al., 2000).

A escolha deste músculo se deu por se tratar de musculatura importante que pode sofrer algum tipo de alteração em sua atividade mioelétrica devido a uma possível redução no fluxo sanguíneo via artéria poplítea (Thosar et al, 2012).

Ao longo do protocolo em comportamento sedentário prolongado, a atividade mioelétrica foi coletada também durante 5 minutos, com intervalo de 15 minutos entre o final de uma coleta para o início da próxima coleta, para que fosse respeitado o intervalo médio de 20 minutos entre os momentos de cada coleta. Para as coletas realizadas ao longo deste protocolo, foi estabelecido o procedimento de avisar ao voluntário sempre do início da coleta da eletromiografia, bem como ao seu término, para que ficasse com a perna direita o mais imóvel possível durante os 5 minutos de coleta.

Após a aquisição do sinal mioelétrico, os dados foram processados seguindo a rotina estabelecida por Oliveira et al (2023) para obtenção dos dados referentes ao RMS (root mean square) e frequência mediana, sem qualquer interferência externa que pudesse influenciar o sinal eletromiográfico; rotina esta que foi realizada através do programa *Matlab*® (The MathWorks Inc., USA) e *Octave* (GNU).

As coletas do sinal eletromiográfico realizadas no protocolo experimental, foram normalizadas e a análise da atividade mioelétrica foi realizada utilizando o percentual de ativação em comparação à CIVM e, também, ao momento ativo (caminhada de 5 minutos).

#### *Normalização do sinal EMG*

Foram utilizadas duas referências para normalização do sinal EMG, a contração isométrica voluntária máxima (CIVM) de gastrocnêmio medial e a caminhada na esteira em intensidade leve.

Para CIVM o voluntário foi posicionado sentado em uma cadeira (a mesma do protocolo sentado), com 90° de flexão de quadril e com joelho estendido sobre um suporte, somente com o tornozelo livre para que não ocorresse movimentos compensatórios, e nem interferência no eletrodo colocado na região do gastrocnêmio medial para coleta da eletromiografia. Os braços ficaram estabilizados na altura dos ombros.

A estabilização do voluntário foi realizada por dois pesquisadores segurando a cadeira. Um aparato portátil esteve posicionado na planta do pé do voluntário, de modo o mesmo pudesse a estabilizá-lo contra a parede (Figura 7).

Figura 7 – procedimento de coleta da CIVM.



Fonte: autores, 2023

O voluntário recebeu estímulo verbal constantemente, com o objetivo de “empurrar” seu pé, contra o aparato, para longe do rosto, realizando a maior força possível de flexão plantar. Este teste foi realizado três vezes, durante cinco segundos, com intervalos de um minuto entre eles, somente na perna direita.

Para a caminhada, o voluntário foi posicionado em uma esteira padrão em uma velocidade de 3,5 km/h (imagem 5), sendo utilizada a Escala de Percepção de Esforço (Morishita et al, 2018) para padronização da intensidade leve. O voluntário foi orientado a caminhar de forma natural, sem auxílio dos suportes da esteira durante 5 minutos enquanto era coletado o sinal de eletromiografia (Figura 8).

Figura 8 – voluntário durante a caminhada no momento referencial pré-protocolo.



Fonte: autores, 2023

### *Métodos de processamento do sinal mioelétrico utilizados*

O RMS (root mean square) foi um dos métodos de processamento do sinal EMG, pois este é o método mais utilizado por outros autores em seus estudos sobre comportamento sedentário (Pesola et al, 2014; Gao et al, 2016; Pesola et al, 2022). Além disso é o método de processamento mais adequado para força de contração isométrica (Marchetti; Duarte, 2006), utilizada na CIVM.

Além do RMS, a frequência mediana também foi utilizada como um segundo método de análise do sinal mioelétrico. De acordo com Marchetti e Duarte (2006) e Bandpei et al (2014), frequência mediana está relacionada com fadiga.

### PROCEDIMENTOS ESTATÍSTICOS

Inicialmente, foram realizadas análises estatísticas descritivas de todas as variáveis analisadas para caracterização da amostra. Para as variáveis quantitativas foram calculadas as medidas de posição (média) e de dispersão (desvio-padrão) e descritas pela distribuição de frequência absoluta.

Apesar de ter sido aplicado teste de normalidade Shapiro-Wilk, optou-se por trabalhar com teste estatístico não-paramétrico, devido ao tamanho da amostra ser inferior a 30 voluntários.

Para análise das variáveis do estudo, as quais foram mensuradas em vários instantes entre o início e o término do tempo em comportamento sedentário prolongado, foi aplicada a Análise de Variância (ANOVA) para medidas repetidas não-paramétrica de Friedman, com o objetivo de identificar se houve alguma diferença entre as medidas de cada variável. Foi aplicado teste post-hoc Durbin-Conover para identificar em que momentos aconteceram essas alterações. Todas as análises foram realizadas considerando um nível de significância de 5%, utilizando o software *JAMOV* 2.4.8.

Além disso, também foi utilizada uma análise subjetiva do movimento do gráfico estabelecido pelas médias de cada medida para identificação da tendência daquela variável.

## RECURSOS FINANCEIROS

O material utilizado para a mensuração da atividade mioelétrica, assim como o instrumento de bioimpedância, são de uso permanente do laboratório de Fisioterapia e do laboratório de Educação Física da UFTM, respectivamente, não sendo necessário a aquisição dos mesmos. O instrumento para avaliação da termografia foi emprestado pelo Prof. Dr. Ciro Brito da Universidade Federal de Juiz de Fora. O aparelho para aferição da pressão arterial, assim como demais materiais auxiliares, como papel e caneta, foram providos por recursos dos próprios pesquisadores através da bolsa CAPES.

## RESULTADOS

Foram avaliados 21 jovens adultos, 11 homens e 10 mulheres e os dados gerais para a caracterização da amostra estão apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização da amostra.

	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>
Idade (anos)	22,5	1,60
Massa Corporal (kg)	70,9	15,0
Estatura (metros)	1,72	0,11
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	23,9	3,01
CC (cm)	78,3	9,21
RCQ	0,73	0,06
GC (%)	24,4	7,56
MM (kg)	29,3	9,73
MLG (kg)	56,0	17,5
CS (min)	540	190
AFL (min)	210	78,6
AFM (min)	159	201
AFV (min)	23,8	30,4

IMC = Índice de Massa Corporal; CC = Circunferência da Cintura; CQ = Circunferência do Quadril; RCQ = Razão Cintura-Quadril; GC = Gordura Corporal; MM = Massa Magra; MLG = Massa Livre de Gordura; CS = Comportamento Sedentário; AFL = Atividade Física Leve; AFM = Atividade Física Moderada; AFV = Atividade Física Vigorosa.

Os valores médios da temperatura média ao longo das três horas comportamento sedentário prolongado do gastrocnêmio direito e esquerdo estão apresentados na figura 9. Tanto gastrocnêmio direito quanto o esquerdo apresentaram um movimento de tendência decrescente, desde o momento em que se iniciou o comportamento sedentário prolongado até 1 hora e 40 minutos e, após este

movimento, houve uma tendência de estabilização até o final das 3 horas em comportamento sedentário prolongado.

Para o gastrocnêmio direito (figura 9A) foi encontrado diferença significativa na temperatura entre o minuto 0 ( $32,06 \pm 0,58$  °C) e os minutos 60 ( $31,28 \pm 1,05$  °C), 80 ( $31,27 \pm 0,96$  °C), 100 ( $31,05 \pm 1,00$  °C), 120 ( $31,15 \pm 0,89$  °C), 140 ( $31,16 \pm 0,90$  °C), 160 ( $31,03 \pm 0,90$  °C) e 180 ( $31,05 \pm 0,94$  °C).

Para o gastrocnêmio esquerdo (figura 9B) foi encontrado diferença significativa na temperatura entre o minuto 0 ( $32,06 \pm 0,58$  °C) e os minutos 60 ( $31,28 \pm 1,05$  °C), 80 ( $31,27 \pm 0,96$  °C), 100 ( $31,05 \pm 1,00$  °C), 120 ( $31,15 \pm 0,89$  °C), 140 ( $31,16 \pm 0,94$  °C), 160 ( $31,03 \pm 0,90$  °C) e 180 ( $31,05 \pm 0,94$  °C).

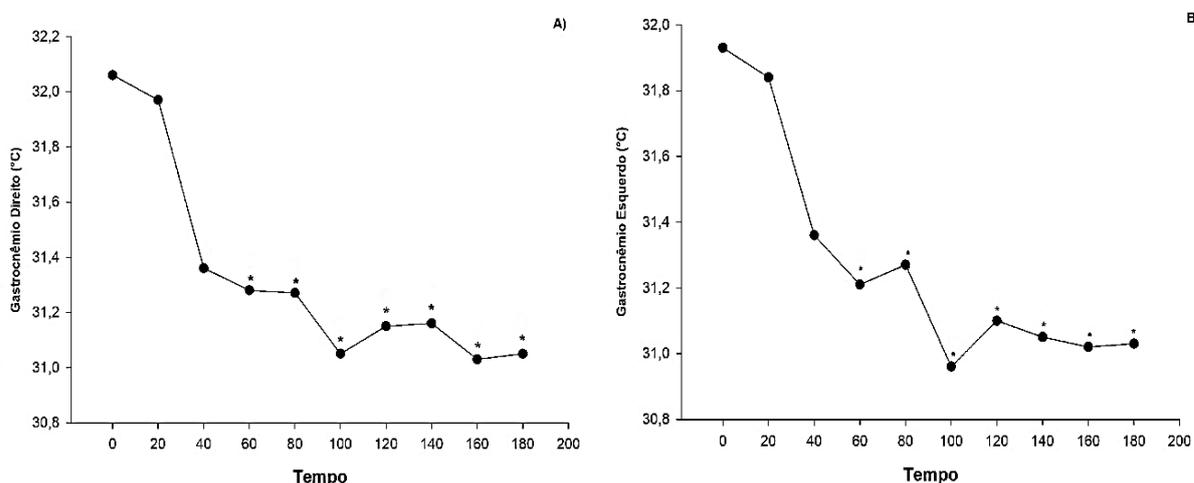


Figura 9 – (A) Valores médios da temperatura média do gastrocnêmio medial direito e (B) esquerdo, ao longo de 3 horas em comportamento sedentário prolongado. \*Diferença significativa em comparação ao minuto 0 ( $p < 0,05$ ).

Na figura 10 estão apresentadas as comparações dos valores médios da PAM (pressão arterial média) ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado. Quando comparado ao momento em que o voluntário sentou-se, foram encontradas diferenças significativas entre o minuto 0 ( $84,31 \pm 6,84$  mmHg) e entre o minuto 20 ( $81,40 \pm 7,79$  mmHg), minuto 40 ( $81,60 \pm 7,46$  mmHg), minuto 60 ( $82,63 \pm 7,18$  mmHg), minuto 80 ( $82,30 \pm 7,53$  mmHg) e minuto 120 ( $82,26 \pm 7,33$ ). Já quando comparado ao minuto 20 foram encontradas diferenças significativas comparadas ao minuto 160 ( $84,40 \pm 7,75$  mmHg) e 180 ( $84,92 \pm 7,69$ ).

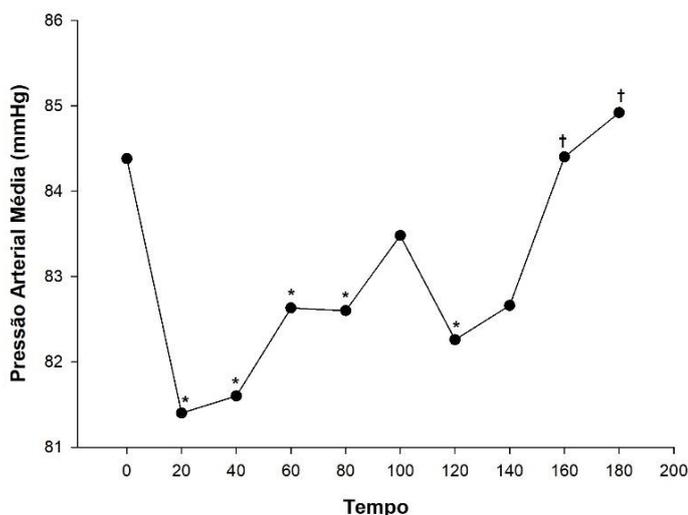


Figura 10 – Valores médios de pressão arterial média ao longo de 3 horas comportamento sedentário prolongado. \*Diferença significativa em comparação ao minuto 0 ( $p < 0,05$ ). †Diferença significativa em comparação ao minuto 20 ( $p < 0,05$ ).

A atividade muscular do gastrocnêmio medial direito foi avaliada pela frequência mediana e RMS (Figura 11 e 12, respectivamente). A frequência mediana e RMS estão apresentadas como porcentagem em relação à ativação da CIVM e em relação a ativação durante a caminhada.

A figura 11A apresenta o percentual de ativação, ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado, da frequência mediana em relação à CIVM, que apresenta uma tendência de queda já no minuto 40, porém só foram encontradas diferenças significativas comparadas ao minuto 0 ( $88,69\% \pm 37,37\%$ ), nos minutos 80 ( $78,82\% \pm 39,05\%$ ;  $p = 0,039$ ), 100 ( $76,95\% \pm 47,48\%$ ;  $p = 0,006$ ), 120 ( $76,55\% \pm 42,94\%$ ;  $p = 0,005$ ), 140 ( $77,76\% \pm 42\%$ ;  $p = 0,005$ ), 160 ( $73,69\% \pm 40,93\%$ ;  $p < 0,001$ ), 180 ( $77,37\% \pm 40,83\%$ ;  $p = 0,005$ ).

Os valores do percentual de ativação da frequência mediana em relação a caminhada (Figura 11B) também apresenta uma tendência de queda já minuto 40 e, também, só foram encontradas diferenças significativas comparadas ao minuto 0 ( $161\% \pm 84,7\%$ ), nos minutos 80 ( $135\% \pm 126\%$ ;  $p = 0,030$ ), 100 ( $131\% \pm 128\%$ ;  $p = 0,007$ ), 120 ( $126\% \pm 124\%$ ;  $p = 0,004$ ), 140 ( $133\% \pm 115\%$ ;  $p = 0,004$ ), 160 ( $122\% \pm 118\%$ ;  $p < 0,001$ ), 180 ( $133\% \pm 65,10\%$ ;  $p = 0,005$ ), sendo um movimento muito similar ao movimento do percentual de ativação da CIVM.

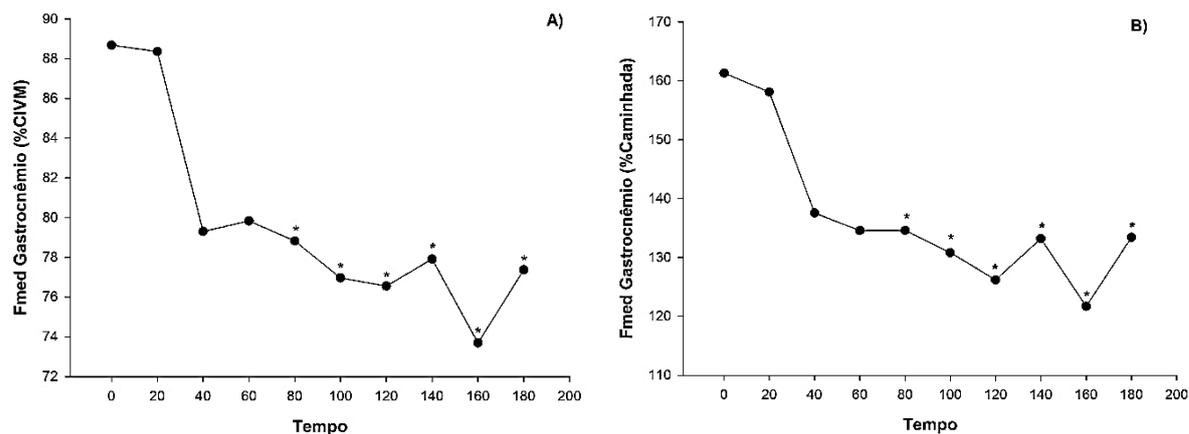


Figura 11 – (A) Valores médios da porcentagem de Frequência Mediana (Fmed) em relação à CIVM e (B) em relação à caminhada, ao longo de 3 horas de em comportamento sedentário prolongado. \*Diferença significativa em comparação ao minuto 0 ( $p < 0,05$ ). †Diferença significativa em comparação ao minuto 20 ( $p < 0,05$ ).

As porcentagens de ativação do RMS em relação a CIVM e em relação a caminhada, não apresentam diferença significativa durante as três horas em comportamento sedentário prolongado quando comparados ao minuto 0, porém apresentam tendências de aumento já aos 20 minutos (Figura 12A e 12B. respectivamente).

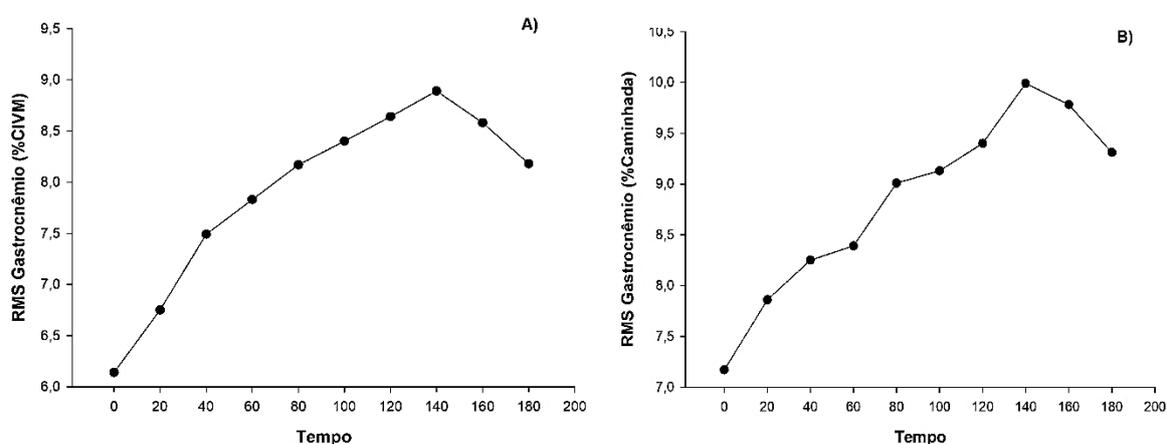


Figura 12 – (A) Valores médios da porcentagem de *Root Mean Square* (RMS) em relação CIVM e (B) em relação à caminhada, ao longo de 3 horas comportamento sedentário prolongado.

## DISCUSSÃO

Com os resultados obtidos é possível inferir que a diminuição do fluxo sanguíneo, dado pela análise da diminuição da temperatura no gastrocnêmio, parece desencadear uma reação a nível vascular, aumentando a pressão arterial média e

nível muscular, com a diminuição da frequência mediana e aumento do RMS, sendo estes um indicativo de fadiga muscular. Estes resultados corroboram para a hipótese central do estudo, em que o tempo em comportamento sedentário prolongado poderia levar a uma diminuição do fluxo sanguíneo e por consequência alterar atividade muscular e vascular.

Para a análise dos dados e a consequente conclusão, além dos procedimentos estatísticos inferenciais, também foram realizadas análises subjetivas, tendo como referências os dados descritivos do movimento apresentado por gráfico, mostrando a tendência geral daquela variável ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado.

Um dos principais achados desse estudo foi a redução da temperatura no músculo gastrocnêmio, pois esta foi a primeira variável a mostrar alguma alteração significativa prejudicial, em ambas as pernas. Esta alteração se deu em até 1 hora (1h) e, mesmo antes, o gráfico já apresentava movimento decrescente importante. O controle da temperatura da pele depende, dentre outros fatores, da taxa de fluxo sanguíneo (Côrte; Hernandez, 2016). Além disso, existe uma relação entre o fluxo sanguíneo e o mecanismo de termorregulação (controle da temperatura do corpo com relação ao ambiente) em que, com aumento da temperatura ambiente existe uma vasodilatação e consequente aumento do fluxo sanguíneo, e vice-versa (Côrte; Hernandez, 2016). No presente estudo, mesmo com a temperatura ambiente não ter diminuído ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado (e por vezes tivemos uma amplitude térmica positiva), a termografia apresentou uma diminuição ao longo do tempo, mostrando o efeito importante que o comportamento sedentário prolongado tem no sistema vascular.

Depois de uma vasta pesquisa na literatura, não foi identificado nenhum estudo que usou a termografia para avaliar o fluxo sanguíneo ao longo do comportamento sedentário prolongado. Já em outras condições, a termografia foi validada, com relação ao doppler (padrão ouro para mensuração de função endotelial), mostrando que a redução da temperatura está associada a quadros de redução do fluxo sanguíneo na região corporal estudada, comprometendo inclusive a perfusão tecidual (Santos et al, 2014; Batista et al, 2016; Passos et al, 2022). Por este motivo, e por ser de mais fácil acesso, a termografia foi escolhida como instrumento para aquisição da informação sobre o fluxo sanguíneo neste estudo.

Outros trabalhos que estudaram fluxo sanguíneo e/ou função endotelial em comportamento sedentário, o fizeram com instrumentos como ultrassom doppler (Thosar et al, 2015; Ballard et al, 2017; Carter et al, 2019; Cho et al, 2020; Horiuchi; Stoner, 2021; Okino et al, 2021; Silva et al, 2021; Peddie et al, 2021) e espectrometria infravermelho (Evans et al, 2019; Headid et al, 2020; Horiuchi; Stoner, 2021). As variáveis mais estudadas para estes fins, foram a dilatação mediada por fluxo, taxa de cisalhamento e o fluxo sanguíneo da artéria poplítea (Thosar et al, 2015; Ballard et al, 2017; Carter et al, 2019; Cho et al, 2020; Headid et al, 2020; Horiuchi; Stoner, 2021; Okino et al, 2021; Silva et al, 2021; Peddie et al, 2021) e, alguns (Evans et al, 2019; Horiuchi; Stoner, 2021), acumulação venosa no membro inferior. Em todos estes trabalhos que avaliaram dilatação mediada por fluxo, taxa de cisalhamento e fluxo sanguíneo, constataram uma redução nos valores destes biomarcadores quando em comportamento sedentário prolongado.

Apesar dos resultados obtidos em nosso trabalho corroborar com estes resultados acima, vale ressaltar que estes trabalhos não tiveram como foco essencial a análise específica das respostas do comportamento sedentário prolongado, pois esta situação foi tida apenas como controle em pesquisas que avaliaram benefícios da interrupção do comportamento sedentário prolongado. Além disso estudos de metanálise em que analisaram o efeito agudo do comportamento sedentário na função vascular, mostraram alterações que também ratificam nossos achados, porém estes fizeram apenas analisando dados pré e pós do tempo sentado (Patterson et al, 2020; Taylor et al, 2022).

Analisando essas respostas decorrentes do comportamento sedentário prolongado, o fluxo sanguíneo tem impacto direto na saúde endotelial, sendo possível a sua mensuração pela imagem térmica de forma mais prática e acessível. Além disso, ao analisar tais respostas ao longo do tempo em comportamento sedentário a cada 20 minutos foi possível obter uma precisão ainda maior de quando estas respostas se iniciam ao longo do tempo sentado.

Na avaliação de normalidade de um termograma, é importante analisar a simetria entre as partes do corpo estudadas, e que variação maior que 1 grau Celsius (°C) pode indicar um processo patofisiológico (Côrte; Hernandez, 2016). Levando em consideração esta informação, podemos inferir que variações acima de 1 °C, para mais ou para menos, para uma mesma parte do corpo ao longo do tempo, também podem indicar algum risco à saúde. Nos resultados, no momento da primeira diferença

significativa (ou seja, 1 hora após sentar-se), a diferença de temperatura chegou a 0,78 °C no gastrocnêmio direito e, 0,72 °C no gastrocnêmio esquerdo. No entanto, 40 minutos mais tarde, apresentou 1,01 °C no gastrocnêmio direito e, 0,97 °C no gastrocnêmio esquerdo. Esses dados podem sugerir haver uma condição deletéria para a saúde, no caso endotelial/vascular, ao se submeter excessivamente, e de forma crônica, a esta mesma condição.

É possível associar esse achado ao outro desfecho encontrado por este estudo, a elevação da pressão arterial média ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado. Apesar da diferença significativa aparecer apenas em 2 horas e 40 minutos após sentar-se, o desenho do movimento do gráfico mostra uma elevação da pressão arterial média a partir do minuto 40 e, com um primeiro pico em 1 hora. Vale ressaltar que para a análise da pressão arterial média foi descartada a primeira medida, diferentemente das outras variáveis, isso porque a pressão arterial média parece ter sido mais sensível aos testes iniciais, tendo um pico em seu valor assim que o voluntário sentou após os testes. No entanto, a partir de 20min a hemodinâmica da pressão arterial média tem uma tendência ascendente e, ao final de 3 horas, se mostrou inclusive maior do que o momento inicial. Isso parece indicar que ao longo de, pelo menos, 3 horas em posição sentada ininterrupta a pressão arterial média tende a ir a níveis iguais, ou maiores, aos níveis pós-exercício de intensidade leve-moderado, o que seria um fator “de risco”, uma vez que o sujeito está em repouso.

Vale ressaltar que apesar de outros estudos terem mostrado resultados similares aos nossos, como apresentado em metanálise sobre as respostas da pressão arterial decorrente do comportamento sedentário (Patterson et al, 2022) e também nos estudo experimental proposto por Duran et al (2023) e, alguns não terem apresentado nenhuma alteração na pressão arterial média (Ballard et al, 2017; Headid et al, 2020; Horiuchi; Stoner, 2022), todos esses estudos (inclusive aqueles da metanálise) ou utilizaram o comportamento sedentário apenas como controle de outras intervenções estudadas (interrupção do comportamento sedentário) ou analisaram apenas as medidas pré e pós tempo sentado. Nosso estudo foi mais aprofundado e analisou o movimento da pressão arterial média ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado a cada 20 minutos, o que nos proporcionou observar o início deste movimento, mesmo que ainda não apresentasse um valor significativamente alterado.

As diferentes respostas fisiológicas que a pressão arterial pode apresentar depende de vários fatores psicológicos/emocionais (Fonseca et al, 2009), biológicos e/ou fisiológicos (Freire et al, 2020) como por exemplo, disfunções endoteliais (Thosar et al, 2012; Dempsey et al, 2018). Além disso, alterações aumentadas de pressão arterial de forma crônica, são responsáveis pelo desenvolvimento de doenças cardiovasculares (Thosar et al, 2012; Dempsey et al, 2018; Stamatakis et al, 2019), que é a principal causa de morte no mundo e no Brasil (OMS, 2018).

Essa hemodinâmica ascendente da pressão arterial média, ao longo e ao final de 3 horas, pode ser explicada, ao menos teoricamente, pela possível redução da síntese e disponibilidade de óxido nítrico. O óxido nítrico é um poderoso vasodilatador e sua síntese se dá, principalmente, pela taxa de cisalhamento do sangue na parede do vaso (Carter et al, 2017; Dempsey et al, 2018; Thosar et al, 2012; Vandercappellen et al, 2022). Como mostrado anteriormente, nossos resultados indicam que a diminuição na temperatura da pele está associada a redução do fluxo sanguíneo naquela região (Santos et al, 2014; Côrte; Hernandez, 2016; Batista et al, 2016; Passos et al, 2022). Portanto, com uma possível redução do fluxo sanguíneo, a taxa de cisalhamento diminui e impactaria diretamente na síntese e disponibilidade de óxido nítrico (Thosar et al, 2012; Carter et al, 2017; Dempsey et al, 2018; Vandercappellen et al, 2022). Com menos óxido nítrico disponível na circulação, a parede dos vasos e artérias ficam mais rígidos (Thosar et al, 2012; Green et al, 2014; Dempsey et al, 2018), aumentando a pressão arterial por prejudicar a adaptabilidade do sistema vascular aos diferentes níveis de pressão sanguíneo induzido pelo bombeamento do coração.

Ainda dentro desta hipótese, a diminuição do fluxo sanguíneo, mostrada pela redução da temperatura, levaria a uma diminuição da atividade mioelétrica. Para análise da atividade muscular, utilizamos o sinal adquirido pela eletromiografia de superfície na musculatura de gastrocnêmio medial direito. Após obter o sinal bruto da eletromiografia durante a sessão de comportamento sedentário prolongado, a interpretação para esta variável se deu após o processamento dos dados, que é realizado basicamente em duas importantes características para representar as informações contidas no sinal bruto, o domínio temporal e o domínio das frequências (Marchetti; Duarte, 2006). A análise do domínio temporal se refere a informação do momento em que ocorre algum sinal eletromiográfico e o tamanho de sua amplitude, RMS e linha da envoltória são comumente utilizados (Marchetti; Duarte, 2006). Já a

análise do domínio da frequência diz respeito a quantidade de disparos em um determinado sinal, sendo a frequência mediana a mais utilizada (Marchetti; Duarte, 2006).

Inicialmente foi determinado o RMS (root means square) como principal método de análise eletromiográfico para nosso estudo porque os autores que estudam a atividade mioelétrica em comportamento sedentário utilizaram esse mesmo método de processamento para identificar e quantificar a amplitude do sinal mioelétrico em seus estudos (Pesola et al, 2014; Pesola et al, 2015; Gao et al, 2016; Gao et al 2017; Pesola et al, 2017; Pesola et al, 2022), mostrando uma redução deste sinal decorrente do comportamento sedentário em músculos de membros inferiores. No entanto, ao analisar nossos dados da eletromiografia, verificamos uma alteração ascendente no RMS.

Apesar das análises iniciais apontarem para uma não confirmação da nossa hipótese (em que o tempo sentado prolongado reduziria o sinal mioelétrico) devido ao aumento contínuo do RMS ao longo do tempo em comportamento sedentário prolongado, mesmo que sem alguma diferença significativa entre as medidas, Dias da Silva e Gonçalves (2003) mostra que quando analisado sozinho, em diversas coletas ao longo do tempo em protocolos de intensidade progressiva, o aumento do RMS foi indicativo de fadiga (Hagberg, 1979; Maton, 1981). Então passamos a olhar também para frequência mediana como método de análise da eletromiografia para nosso estudo, pois de acordo com Marchetti e Duarte (2006), em contrações até a fadiga tem-se uma diminuição dos valores de frequência mediana.

Estudos que analisaram atividade mioelétrica, mesmo que em outros tipos de protocolos e grupamentos musculares diferentes do nosso estudo, encontraram diminuição da frequência mediana (Jia, 2020; Lima, 2020; Corvini, 2022) ou manutenção (Katoka et al, 2022) do RMS, concluindo serem os sinais da atividade mioelétrica característicos da fadiga muscular. Destes, Jia (2020) foi o único que estudou estes efeitos em comportamento sedentário prolongado, observando esta redução da frequência mediana e o aumento do RMS na musculatura do tronco, após 2 horas em tarefa sentada.

Analisando os dados obtidos em nosso estudo da atividade mioelétrica do gastrocnêmio, resultados mostraram além deste aumento contínuo do RMS ao longo tempo, também há uma redução considerável na frequência mediana, inclusive com uma diferença significativa em 1 hora e 20 minutos após iniciado o comportamento

sedentário prolongado, mostrando um indicativo ainda maior de fadiga muscular quando esses dois domínios da eletromiografia são analisados se movimentam em sentidos opostos. E este dado vem justamente após a redução significativa da temperatura (que se deu em 1 hora após sentar-se), indicando uma possível relação de causa e efeito entre a redução no fluxo sanguíneo e fadiga muscular, o que ratificaria a hipótese inicial, uma vez que fadiga é uma resposta fisiológica a nível muscular.

Existem diferentes perspectivas para conceituarmos fadiga, como é discutido por Aaronson et al (1999) em seu estudo de revisão. Neste estudo os autores trazem que, sob uma ótica fisiológica, a fadiga é conceituada como uma falência funcional de órgãos, podendo desencadear condições patológicas. Por outro lado, sob um prisma psicológico, a fadiga é caracterizada como uma sensação de cansaço associada à redução da motivação, frequentemente correlacionada ao estresse, depressão e ansiedade. Além disso, os autores diferenciam a fadiga em central e periférica. A fadiga central está relacionada ao mau funcionamento do sistema nervoso central, enquanto a fadiga periférica refere-se ao funcionamento deficitário do sistema nervoso periférico na transmissão do sinal muscular. Outro ponto relevante abordado nesta revisão é a distinção entre fadiga aguda e crônica. A fadiga aguda é caracterizada por uma causa singular, geralmente de curta duração, sendo considerada normal e controlável por meio de repouso, manejo do estresse e adoção de hábitos de vida saudáveis. A fadiga crônica, não é atribuída a uma causa específica, mas está associada a múltiplos fatores e afeta principalmente indivíduos doentes, independentemente do esforço físico empregado.

Particularmente, para fins de contextualizar e explicar nossos resultados, analisando todas as possíveis definições aceitas para fadiga, a definição da fadiga fisiológica, periférica e aguda seriam as que mais explicariam o fenômeno que identificamos em nosso estudo. Outros estudos que fizeram algum tipo de avaliação da fadiga em condição de comportamento sedentário, o fizeram apenas com mensurações subjetivas, usando questionários, (Bergouignan et al, 2016; Heiland et al, 2021; Colvin et al, 2023; Duran et al, 2023), e talvez muitas delas mais inclinadas para o conceito de fadiga central.

Devido a uma escassez na literatura de estudos que expliquem os mecanismos da fadiga muscular decorrente do tempo em exposição ao comportamento sedentário prolongado, tivemos a liberdade de fazer uma inferência/associação, não só dos

conceitos de definição trazidos acima, como inclusive sobre os mecanismos propostos para instalação da fadiga muscular, mesmo que para isso utilizemos de outros estudos tenham sido propostos em situações de exercício físico. Por exemplo, estudos feitos com exercício de contração isométrica mostram que ao reduzir o fluxo sanguíneo em determinada região, além de suprimir a oxigenação e o fornecimento de substratos energéticos para aquele músculo, também prejudica a remoção de metabólitos produzidos pelo músculo, levando a instauração da fadiga muscular aguda por atrapalhar o mecanismo contrátil do músculo (Kahn e Monod, 1989; Moreira et al, 2008; Nugent et al, 2020). Esses resultados convergem para a conclusão trazida por Aaronson et al (1999) para o conceito de fadiga, sendo: *“a consciência de uma diminuição da capacidade para atividade física e/ou mental devido a um desequilíbrio na disponibilidade, utilização e/ou restauração dos recursos necessários para realizar a atividade”*.

Portanto, associando essas informações aos nossos achados, podemos inferir que a redução do fluxo sanguíneo no membro inferior, mostrado pela redução da temperatura do gastrocnêmio, ocasionado pelo comportamento sedentário prolongado, poderia atrapalhar o funcionamento desses mecanismos (circulatórios e musculares) provocando a alteração a nível mioelétrico indicativo de fadiga (redução da frequência mediana e aumento do RMS), seja pela falta de disponibilidade de oxigênio necessário para aquele músculo, ou pela falta de remoção dos metabólitos produzido pelo músculo, o que levaria a uma perda de função de forma aguda daquele músculo, ou seja, dentre outras funções, a capacidade de realizar força (Moreira et al, 2008; Nugent et al, 2020). Uma possível explicação para a identificação deste processo de fadiga localizada nesta musculatura analisada é devido a função importante do gastrocnêmio em manter o retorno venoso (De Jesus; Peruchi; Souza, 2018). No caso de estar na posição sentada, em repouso, este processo do retorno venoso é possível devido a trabalho continuado do tonus muscular que também necessita de todos esses mecanismos acima citados (Marsura et al, 2013) e, uma vez prejudicados, o gastrocnêmio apresentaria esses sinais de fadiga localizada, prejudicando inclusive o próprio mecanismo de retorno venoso (Lima et al, 2002).

Importante destacar que a diferença significativa dos resultados da pressão arterial média se deu apenas 1 hora e 20 minutos após as demais variáveis, indicando uma possível relação de causa e efeito entre elas, sem conduto, poderemos afirmar essa possibilidade. Analisando os tempos em que foram estabelecidas essas

diferenças significativas, primeiro houve uma possível redução do fluxo sanguíneo, visto pela redução da temperatura de gastrocnêmios. Depois, houve uma alteração na atividade mioelétrica deste músculo, apresentando sinais de fadiga muscular. Após observados estes dois primeiros eventos, houve um aumento da pressão arterial média.

Como apresentado anteriormente, um dos fatores que caracterizam a fadiga muscular é a remoção deficitária de metabólitos naquele músculo (Aaronsen et al, 1999) ocasionada por baixo fluxo sanguíneo (Kahn e Monod, 1989; Moreira et al, 2008; Nugent et al, 2020). O óxido nítrico, além de um poderoso vaso dilatador, também tem função importante na redução do estresse oxidativo (Thosar et al, 2012; Carter et al, 2017). Além disso, de acordo com Sanjuliani (2002), outro fator que pode contribuir com a hipertensão arterial é o retorno venoso prejudicado. Portanto parece haver alguma ligação também entre redução de fluxo sanguíneo, o desenvolvimento de fadiga muscular e aumento da pressão arterial média, através de possíveis reduções na disponibilidade de óxido nítrico. Mas para essa afirmação demandaria maiores investigações para ratificar essa hipótese.

Por fim, o tempo sentado prolongado por várias horas ao longo do dia, e ao longo de dias seguidos, está intrínseco na vida da sociedade atual e, em uma tendência de alta nas últimas décadas (Meneguci et al, 2015) e, talvez seja até uma ilusão pensarmos em propor algo que acabe com esse comportamento. No entanto, podemos pensar em estratégias que viabilizem um meio de minimizar estes efeitos deletérios à saúde decorrente do comportamento sedentário prolongado. Outros pesquisadores já estão se movimentando neste sentido, propondo estratégias diversas de interrupção comportamento sedentário prolongado (Loh et al, 2020; Taylor et al, 2022). Porém estas propostas de interrupção de comportamento sedentário prolongado, apesar de mostrarem efeitos positivos na maioria dos marcadores estudados, nenhum destes estudos traz uma justificativa do porquê estão propondo aquele momento para interromper o comportamento sedentário, sendo apenas uma proposição escolhida arbitrariamente ao que parece.

Portanto, nosso estudo teve como objetivo analisar as respostas agudas cardiovasculares e musculares decorrentes da exposição ao comportamento sedentário prolongado, para ter condições de verificar a ocorrência e o período das alterações nesses marcadores e, com isso, propor um ponto de corte no tempo como fator de risco para saúde, direcionando para se fazer algum tipo de intervenção antes

que se inicie essas alterações fisiológicas deletérias. Ainda é escasso na literatura estudos que abordem este tipo de proposta de investigar os detalhes das respostas em comportamento sedentário prolongado. Porém em estudo de revisão sistemática com metanálise para desfechos cardiovasculares decorrente do comportamento sedentário prolongado, foi sugerido um ponto de corte no tempo para se fazer uma interrupção em 2 horas após sentar-se (Taylor et al, 2022).

No entanto, diferentemente do nosso estudo, os estudos analisados por esta metanálise verificaram pré e pós-protocolo sentado, e propostas de interrupção de comportamento sedentário prolongado. Em nosso estudo fomos a fundo observando o comportamento sedentário prolongado em si, buscando encontrar os detalhes das possíveis alterações que este comportamento poderia exercer na fisiologia humana. E de acordo com nossos achados, analisando as repostas das variáveis cardiovascular e muscular, visualmente/tendência e estatisticamente, podemos propor possível ponto de corte de tempo para se fazer uma interrupção do comportamento sedentário prolongado mais assertivo a fim de minimizar os efeitos deletérios na saúde endotelial, muscular e cardiovascular. Algum tempo entre 40 minutos e 1 hora (quando olhamos para os resultados estatisticamente significativos) e, algo em entre 20 e 40 minutos (quando analisamos o movimento de tendência do gráfico), seriam pontos de corte interessantes a serem investigados pela comunidade científica e, também algo plausível para a população como um todo implementar em seu dia a dia, com a intenção de minimizar os efeitos deletérios na saúde cardiovascular e muscular decorrente do tempo exposto em comportamento sedentário prolongado.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Depois de analisar os dados referentes a termografia infravermelho, eletromiografia e pressão arterial média, podemos observar uma alteração inicial significativa a partir de 1 hora em comportamento sedentário vinda da redução da temperatura em membro inferior, o que inferimos ser devido a uma redução do fluxo sanguíneo decorrente da posição sentada. No entanto, ao observarmos o movimento de tendência desta variável, este apresenta um movimento decrescente acentuado entre 20 e 40 minutos. O que nos permite afirmar que existe uma alteração aguda ao se manter em comportamento sedentário prolongado e que esta, pode estar ligada a

outras respostas em sequência. Isso porque as demais variáveis analisadas têm suas alterações significativas apresentadas após este movimento inicial do fluxo sanguíneo, sendo a atividade mioelétrica em 1 hora e 20 minutos e, a pressão arterial média em 2 horas e 40 minutos. Dados que nos ajudam a propor um modelo de interrupção de comportamento sedentário, seja para novos protocolos de pesquisa ou para prática de profissionais da saúde, sendo algo em torno de 30 a 50 minutos, momentos estes que antecedem acontecimentos importantes nas variáveis estudadas.

## REFERÊNCIAS

AARONSON, Lauren S. et al. Defining And Measuring Fatigue. **Journal Of Nursing Scholarship**, v. 31, n. 1, p. 45–50, 1999.

ANJOS, Luiz Antonio. Índice de massa corporal (massa corporal.estatura-2) como indicador do estado nutricional de adultos: revisão da literatura. **Ver. Saúde Públ. S. Paulo**, v. 26, n. 6, p. 431–436, 1992.

ANJOS, Luiz Antonio et al. Padrão de Atividade Física em um Dia Típico de Adultos de Niterói, Rio De Janeiro, Brasil: Resultados da Pesquisa de Nutrição, Atividade Física e Saúde (PNAFS). **Cad. Saúde Pública**, v. 28, n. 10, p. 1893–1902, 2012.

ARAUJO, Claudio Gil. Fisiologia Do Exercício Físico E Hipertensão Arterial: Uma Breve Introdução. **Hipertensão**, v. 04, p. 78-83, 2001.

BAYLEY, Daniel P.; LOCKE, Christopher D. Breaking Up Prolonged Sitting With Light-Intensity Walking Improves Postprandial Glycemia, But Breaking Up Sitting With Standing Does Not. **Journal Of Science And Medicine In Sport**, v. 18, n. 3, p. 294-298, 2015.

BANDPEI, Mohammad A. Mohseni et al. Reliability Of Surface Electromyography In The Assessment Of Paraspinal Muscle Fatigue: An Updated Systematic Review. **Journal Of Manipulative And Physiological Therapeutics**, v. 37, n. 7, p. 510–521, 2014.

BATISTA, E. et al. Infrared Thermography And Flow Mediated Dilation Measure By Ultrasound As Predictors Of Cardiovascular Risk. **PAN AMERICAN JOURNAL OF MEDICAL THERMOLOGY**, v. 3, p. 11–17, 2016.

BELLARD, Kevin D. et al. E. et al. Effects Of Prior Aerobic Exercise On Sitting-Induced Vascular Dysfunction In Healthy Men. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 117, n. 12, p. 2509–2518, 2017.

BERGOUIGNA, Aldrey et al. Effect Of Frequent Interruptions Of Prolonged Sitting On Self-Perceived Levels Of Energy, Mood, Food Cravings And Cognitive Function. **International Journal Of Behavioral Nutrition And Physical Activity**, v. 13, n. 1, 2016.

BISWAS, Aviroop et al. Sedentary Time And Its Association With Risk For Disease Incidence, Mortality, And Hospitalization In Adults A Systematic Review And Meta-Analysis. **Annals of Internal Medicine**, v. 162, n. 2, 2015.

CAMARGO, Edina Maria; AÑEZ, Ciro Romelio. Diretrizes da Oms Para Atividade Física e Comportamento Sedentário. **Num Piscar De Olhos**, 2020.

CARTER, Sophie et al. Sedentary Behavior And Cardiovascular Disease Risk: Mediating Mechanisms. **Exercise And Sport Sciences Reviews**, v. 45, n. 2, p. 80-86, 2017.

CARTER, Sophie E. et al. Effect Of Different Walking Break Strategies On Superficial Femoral Artery Endothelial Function. **Physiological Reports**, v. 7, n. 16, p. e14190, 2019.

CHANDRASEKARAN, B.; GANESAN, T. B. Sedentarism And Chronic Disease Risk In COVID 19 Lockdown - A Scoping Review. **Scottish Medical Journal**, v. 66, n. 1, p. 3–10, 1 fev. 2021.

CHO, Min Jeong et al. The Acute Effects Of Interrupting Prolonged Sitting With Stair Climbing On Vascular And Metabolic Function After A High-Fat Meal. **European Journal Of Applied Physiology**, v. 120, n. 4, p. 829-839, 2020.

COLVIN, Alexander et al. Effects Of Breaking Up Sedentary Behavior With Short Bouts Of Yoga And Tai-Chi On Glycemia, Concentration, And Well-Being. **Journal Of Physical Activity And Health**, v. 1, p. 1-8, 2023.

CÔRTE, A. C. R.; HERNANDEZ, A. J. Termografia Médica Infravermelha Aplicada À Medicina Do Esporte. **Revista Brasileira De Medicina Do Esporte**, v. 22, n. 4, p. 315–319, 2016.

CORVINI, Giovanni; CONFORTO, Silva. A Simulation Study To Assess The Factors Of Influence On Mean And Median Frequency Of EMG Signals During Muscle Fatigue. **Sensors**, v. 22, n. 17, 2022.

DE JESUS, Valdineide Maria da Silva; PERUCHI, Luiz Henrique; SOUZA, Glauca Pereira. O Conhecimento Da Bomba Muscular Da Panturrilha Em Praticantes De Musculação. **Revista Científica UMC**, 2018.

DEMPSEY, P. C. et al. Sitting Less And Moving More Implications For Hypertension. **Hypertension**, v. 72, n. 2, p. 1037-1076, 2018.

DIAS DA SILVA, S; GONÇALVES, M. Análise Da Fadiga Muscular Pela Amplitude Do Sinal Eletromiográfico. **R. Bras. Ci. E Mov.**, v. 11, n. 1, p. 15-20, 2003.

DURAN, Andrea T. et al. Breaking Up Prolonged Sitting To Improve Cardiometabolic Risk: Dose–Response Analysis Of A Randomized Crossover Trial. **Medicine & Science In Sports & Exercise**, v. 55, n. 5, p. 847-855, 2023.

EICKEMBERG, Michaela et al. Bioelectric Impedance Analysis And Its Use For Nutritional Assessments. **Rev. Nutr. Campinas**, v. 24, n. 6, p. 883-893, 2011.

ENOKA, Roger M.; STUART, Douglas G. Neurobiology Of Muscle Fatigue. **J. Appl. Physiol**, v. 72, n. 5, p. 1631-1648, 1992.

EVANS, William S. et al. Local Exercise Does Not Prevent The Aortic Stiffening Response To Acute Prolonged Sitting: A Randomized Crossover Trial. **Journal Of Applied Physiology**, 2019.

FILHO, Hugo Tourinho. Respostas Morfofisiológicas Do Organismo Ao Treinamento Aeróbio E De Força. **Revista Médica HSVP**, v. 28, n. 11, p. 23-30, 2001.

FONSECA, Fabiana de Cassia Almeida et al. The Influence Of Emotional Factors On The Arterial Hypertension. **J Bras Psiquiatr**, v. 58, n. 2, p. 128-134, 2009.

FREIRE, Rafael Silveira et al. Analysis Of The Interrelationships Between Factors Influencing Blood Pressure In Adults. **Revista De Saude Publica**, v. 54, p. 12-54, 2020.

GAO, Ying et al. Acute Metabolic Response, Energy Expenditure, And EMG Activity In Sitting And Standing. **Medicine And Science In Sports And Exercise**, v. 49, n. 9, 2017.

GAO, Ying et al. Muscle Activity Patterns And Spinal Shrinkage In Office Workers Using A Sit–Stand Workstation Versus A Sit Workstation. **Ergonomics**, v. 59, n. 10, p. 1267-1274, 2016.

GONZÁLEZ, K.; FUENTES, J.; MÁRQUEZ, J. L. Physical Inactivity, Sedentary Behavior And Chronic Diseases. **Korean J Fam Med**, v. 38, p. 111–115, 2017.

GUEDES, Dartagnan Pinto. Clinical Procedures Used For Analysis Of The Body Composition. **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 15, n. 1, p. 113–129, 2013.

GREEN, D. J. et al. Is Flow-Mediated Dilation Nitric Oxide Mediated?: A Meta-Analysis. **Hypertension**, v. 63, n. 2, p. 376-382, 2014.

HAGBERG, M. The Amplitude Distribution of Surface EMG in Static and Intermittent Static Muscular Performance. **Eur. J. Appl. Physiol**, v. 40, p. 265-272, 1979.

HEADID, Ronald J. et al. Impacts Of Prolonged Sitting With Mild Hypercapnia On Vascular And Autonomic Function In Healthy Recreationally Active Adults. **Am J Physiol Heart Circ Physiol**, v. 319, p. 468-480, 2020.

HEILAND, Emerald G. et al. Frequent, Short Physical Activity Breaks Reduce Prefrontal Cortex Activation But Preserve Working Memory In Middle-Aged Adults: Abbah Study. **Frontiers In Human Neuroscience**, v. 15, 2021.

HERMENS, Hermie. J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 10, p. 361–374, 2000.

HERRMANN, Stephen D. et al. 2024 Adult Compendium of Physical Activities: A third update of the energy costs of human activities. **Journal of Sport and Health Science**, v. 13, p. 6-12, 2024.

HORIUCHI, Masahiro; STONER, Lee. Effects Of Compression Stockings On Lower-Limb Venous And Arterial System Responses To Prolonged Sitting: A Randomized Cross-Over Trial. **Vascular Medicine**, v. 26, n. 4, p. 386-393, 2021.

JIA, Bochen. The Application of EMG-Based Methods in Evaluating the Impact of Prolonged Sitting on People's Health. **Sedentary Behaviour - A Contemporary View**, IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.91074.

KAHN, J. F.; MONOD, H. Fatigue Induced By Static Work. **Ergonomics**, v. 32, n. 7, p. 839-846, 1989.

KATOKA, Ryo et al. Is there Evidence for the Suggestion that Fatigue Accumulates Following Resistance Exercise?. **Sports Med.**, v. 2, n. 1, p. 25-36, 2022.

LIMA, Renata Cristina et al. Efeitos do fortalecimento muscular da panturrilha na hemodinâmica venosa e na qualidade de vida em um portador de insuficiência venosa crônica. **J Vasc Br**, v. 1, n. 3, 2002.

LIMA, Fernando Max et al. Is The 10-RM Test Ideal For Evaluating Trained And Untrained Individuals?. **Motricidade**, v. 16, n. 3, p. 235-244, 2020.

LOH, Roland et al. Effects of Interrupting Prolonged Sitting with Physical Activity Breaks on Blood Glucose, Insulin and Triacylglycerol Measures: A Systematic Review and Meta-analysis. **Sports medicine**, v. 50, n. 2, p. 295-330, 2020.

LUNDBERG, Jon O.; WEITZBERG, Eddie; GLADWIN, Mark T. The Nitrate-Nitrite-Nitric Oxide Pathway In Physiology And Therapeutics. **Nature Reviews Drug Discovery**, v. 7, n. 2, p. 156-167, 2008.

MANIAR, Nirav et al. The Effect of Using Different Regions of Interest on Local And Mean Skin Temperature. **Journal of Thermal Biology**, v. 49, p. 33-38, 2015.

Marchetti P H, Duarte M. Laboratório de Biofísica. Instrumentação em Eletromiografia; Escola de Educação Física e Esporte. São Paulo: Universidade de São Paulo. 2006;29. Retrieved June 30, 2022, from <http://files.neo43.webnode.com/200000027-038f504899/Instrumenta--o%20em%20eletromiografia.pdf.pdf>.

MARSURA, A. et al. A Interferência Da Alteração De Tônus Sobre A Reabilitação Fisioterapêutica Após Lesões Neurológicas. **Saúde em Foco**, n. 6, p. 1-6, 2013.

MATON, B. Human Motor Unit Activity During The Onset Of Muscle Fatigue In Submaximal Isometric Isotonic Contraction. **European Journal Of Applied Physiology And Occupational Physiology**, v. 45, p. 271-281, 1981.

MENEGUCI, Joilson et al. Comportamento Sedentário: Conceito, Implicações Fisiológicas E Os Procedimentos De Avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160-174, 2015.

MOREIRA, Pedro Vieira Sarmet et al. Bases Neurais E Metabólicas Da Fadiga Durante O Exercício Neural And Metabolic Bases Of The Fatigue During The Exercise. **Biosci. J.**, v. 24, n. 1, p. 81-90, 2008.

MORISHITA, Shinichiro. et al. Face Scale Rating Of Perceived Exertion During Cardiopulmonary Exercise Test. **BMJ Open Sport & Exercise Medicine**, v. 4, 2018.

NUGENT, Nicole S. et al. Investigating The Effect Of Fatigue On Muscle Microvasculature Blood Flow During Intermittent Isometric Contraction. **Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc.**, p. 81-90, 2020.

OMS. Noncommunicable Diseases Country Profiles 2018. **World Health Organization**, 2018.

OKINO, Kumuko et al Nicole S. et al. Effect Of Prolonged Sitting Immobility On Shear Wave Velocity Of The Lower Leg Muscles In Healthy Adults: A Proof-Of-Concept Study. **Plos ONE**, v. 16, n 5, 2021.

OLIVEIRA, Hugo. B.; MARQUES, Vinicius. A. S.; FERNANDES, Luciane. F. R. M. Analysis Of The Force–Time Curve And Median Frequency Of Surface Electromyographic Signals During Isometric Hand Grip Test For Estimation Of A Temporal Pattern For Muscle Strengthening. **Research on Biomedical Engineering**, v. 39, p. 179–187, 2023.

PASSOS, Mauro de Deus; ROCHA, Adson Ferreira da Rocha. Atherosclerosis Evaluation Of Infrared Thermography With A Portable Camera As A Diagnostic Tool For Peripheral Arterial Disease Of The Lower Limbs Compared With Color Doppler Ultrasonography. **Arch Med Sci Atheroscler Dis**, v. 7, p. 66–72, 2022.

PATTERSON, Richard et al. Sedentary Behaviour And Risk Of All-Cause, Cardiovascular And Cancer Mortality, And Incident Type 2 Diabetes: A Systematic Review And Dose Response Meta-Analysis. **European Journal of Epidemiology**, v. 33, n. 9, p. 811–829, 2018.

PATTERSON, Richard et al. The Effects Of Acute Exposure To Prolonged Sitting, With And Without Interruption, On Vascular Function Among Adults: A Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 50, n. 11, p. 1929–1942, 2020.

PATTERSON, Richard et al. The Effects of Acute Exposure to Prolonged Sitting, with and Without Interruption, on Peripheral Blood Pressure Among Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Sports Medicine**, v. 52, n. 6, p. 1369–1383, 2022.

PEDDIE, Meredith C. et al. The Effects Of Prolonged Sitting, Prolonged Standing, And Activity Breaks On Vascular Function, And Postprandial Glucose And Insulin Responses: A Randomised Crossover Trial. **Plos One**, v. 16, n. 1, p. e0244841, 2021.

PESOLA, Arto. J. et al. Muscle Inactivity And Activity Patterns After Sedentary Time-Targeted Randomized Controlled Trial. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 46, n. 11, p. 2122–2131, 2014.

PESOLA, Arto. J. et al. Muscle Inactivity Is Adversely Associated With Biomarkers In Physically Active Adults. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 6, p. 1188–1196, 2015.

PESOLA, Arto. J. et al. Acute Metabolic Response, Energy Expenditure, And EMG Activity In Sitting And Standing. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 49, n. 9, p. 1927–1934, 2017.

PESOLA, Arto J. et al. Responsiveness Of Electromyographically Assessed Skeletal Muscle Inactivity: Methodological Exploration And Implications For Health Benefits. **Scientific Reports**, v. 12, n. 1, 2022.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Panorama Da Mortalidade Por Doenças Crônicas Não Transmissíveis E Fatores De Risco Associados No Brasil. **Plano de Ações Estratégicas para o Enfretamento das Doenças Crônicas e Agravos não Transmissíveis no Brasil 2021-2030**, n. 1, 2021.

RIBEIRO, Evelyn E. et al. Desenvolvimento e Validação de um Recordatório de 24 Horas de Avaliação da Atividade Física. **Rev. Bras. Ativ. Fís. Saúde**, v. 16, n. 2, p. 132–137, 2012.

SANJUNLIANI, Antonio Felipe. Fisiopatologia da hipertensão arterial: conceitosteoricos úteis para a prática clínica. **Revista da SOCERJ**, v. 15, n. 4, 2002.

SANTOS, Edmar. et al. Risco de Acidente Vascular Encefálico: Avaliação pela Termografia Cutânea por Radiação Infravermelha. **Pan Am J Med Thermol**, v. 1, n. 1, p. 23–30, 2014.

SESSO, Howard D. et al. Systolic and Diastolic Blood Pressure, Pulse Pressure, and Mean Arterial Pressure as Predictors of Cardiovascular Disease Risk in Men. **Hypertension**, v. 36, n. 5, p. 801–807, 2000.

SILVA, Gustavo O. et al. Acute Effects Of Breaking Up Sitting Time With Isometric Exercise On Cardiovascular Health: Randomized Crossover Trial. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 31, n. 11, p. 2044-2054, 2021.

STAMATAKIS, Emmanuel. et al. Sitting Time, Physical Activity, and Risk of Mortality in Adults. **JACC**, v. 73, n. 16, p. 2062–2072, 30 abr. 2019.

TAYLOR, Frances C. et al. The Acute Effects of Prolonged Uninterrupted Sitting on Vascular Function: A Systematic Review and Meta-analysis. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 54, n. 1, p. 67–76, 2022.

THOSAR, Saurabh S. et al. Sitting And Endothelial Dysfunction: The Role Of Shear Stress RA173. **Med Sci Monit**, v. 18, n. 12, p. 173–180, 2012.

THOSAR, Saurabh S. et al. Effect Of Prolonged Sitting And Breaks In Sitting Time On Endothelial Function. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 47, n. 4, p. 843–849, 2015.

THOSAR, Saurabh S. et al. Antioxidant Vitamin C Prevents Decline In Endothelial Function During Sitting. **Medical Science Monitor**, v. 21, p. 1015–1021, 2015.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project Process And Outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, 2017.

VANDERCAPPELLEN, Evelien J. et al. Sedentary Behaviour And Physical Activity Are Associated With Biomarkers Of Endothelial Dysfunction And Low-Grade Inflammation-Relevance For (Pre)Diabetes: The Maastricht Study. **Springer Nature**, v. 65, p. 777–789, 2022.

WHIPPIE, Mary O. et al. Acute Effects Of Sedentary Breaks On Vascular Health In Adults At Risk For Type 2 Diabetes: A Systematic Review. **Vasc Med**, v. 26, n. 4, p. 448-458, 2021.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos apresentados nesta dissertação destacam que o comportamento sedentário de fato desencadeia alterações agudas nas variáveis a que se propuseram a estudar. O primeiro artigo nos mostra que as variáveis mais estudadas durante o comportamento sedentário são as variáveis metabólicas e cardiovasculares, sendo esta última corroborada pelos achados do segundo artigo onde conseguimos apresentar respostas agudas a nível vascular com a redução no fluxo sanguíneo em membros inferiores, através da redução da temperatura localizada em gastrocnêmios, e aumento da pressão arterial média.

Apesar do artigo de revisão não trazer muitas evidências sobre a atividade mioelétrica durante exposição ao comportamento sedentário, nossa hipótese inicial para o segundo artigo era que esta redução do fluxo sanguíneo pudesse alterar também a atividade mioelétrica de membros inferiores. E com isso, conseguimos destacar também como resposta aguda ao comportamento sedentário uma alteração mioelétrica, com resposta para fadiga muscular, logo após a alteração do fluxo sanguíneo nos membros inferiores.

Outro ponto importante é que o primeiro artigo nos traz, dos estudos analisados, que houve uma média de 5,17 horas em exposição induzida ao comportamento sedentário, mesmo que este não tenha sido objeto de estudo especificamente. Porém em nosso segundo artigo conseguimos observar essas alterações iniciais a partir de 40 minutos, na temperatura de gastrocnêmios, e alterações significativas ainda dentro de 3 horas em comportamento sedentário quando olhamos para pressão arterial média com aumento estatisticamente significativo em 2 horas e 40 minutos após sentar-se. Isso deixa claro que alterações agudas podem se manifestar com menos de 3 horas em comportamento sedentário induzido. Essa é uma informação importante tanto para os profissionais melhor orientar a população, quanto para o desenvolvimento de novos protocolos de pesquisa sobre este tema.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, Claudio Gil. Fisiologia do exercício físico e hipertensão arterial: uma breve introdução. **Hipertensão**, v. 04, p. 78-83, 2001.

BISWAS, A. et al. Sedentary time and its association with risk for disease incidence, mortality, and hospitalization in adults a systematic review and meta-analysis. **Annals of Internal Medicine**, v. 162, n. 2, p. 123–132, 2015.

CAMARGO, Edina Maria; AÑEZ, Ciro Romelio. Diretrizes sa Oms Para Atividade Física e Comportamento Sedentário. **Num Piscar de Olhos**, 2020.

FILHO, Hugo Tourinho. Respostas Morfofisiológicas Do Organismo Ao Treinamento Aeróbio E De Força. **Revista Médica HSVP**, v. 28, n. 11, p. 23-30, 2001.

HAMILTON, Mare T.; HAMILTON, Deborah G.; ZDERIE, Theodore W. Role Of Low Energy Expenditure And Sitting In Obesity, Metabolic Syndrome, Type 2 Diabetes, And Cardiovascular Disease. **Diabetes**, v. 56, n. 11, p. 2655-2667, 2007.

KATZMARZYK, Peter T.; LEE, I-Min. Sedentary Behaviour And Life Expectancyin The Usa: A Cause-Deleted Life Tableanalysis. **BMJ Open**, v. 2, p. e000828, 2012.

MENEGUCI, J. et al. Comportamento sedentário: conceito, implicações fisiológicas e os procedimentos de avaliação. **Motricidade**, v. 11, n. 1, p. 160–174, 2015.

OLIVEIRA, A. B. et al. Profile Of Leisure-Time Physical Activity And Sedentary Behavior In Adults In Brazil: A Nationwide Survey, 2019. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 32, n. 2, 2023.

STAMATAKIS, E. et al. Sitting Time, Physical Activity, and Risk of Mortality in Adults. **JACC**, v. 73, n. 16, p. 2062–2072, 30 abr. 2019.

TREMBLAY, M. S. et al. Sedentary Behavior Research Network (SBRN) - Terminology Consensus Project process and outcome. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 14, n. 1, 10 jun. 2017.

WHO. Noncommunicable Diseases Country Profiles 2018. **World Health Organization**, 2018.