

Camila Gomes Miranda e Castor

**EFEITO DA PRIVAÇÃO DE SONO NO CONTROLE POSTURAL E NA  
ESTABILIDADE DINÂMICA EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2020

Camila Gomes Miranda e Castor

**EFEITO DA PRIVAÇÃO DE SONO NO CONTROLE POSTURAL E NA  
ESTABILIDADE DINÂMICA EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências da Reabilitação.

Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca

Co-orientador: Thales Rezende de Souza

Belo Horizonte

Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional/ UFMG

2020

C354e Castor, Camila Gomes Miranda e  
2020 Efeito da privação do sono no controle postural e na estabilidade dinâmica em adultos jovens saudáveis. [manuscrito] / Camila Gomes Miranda e Castor – 2020. 48 f. enc.: il.

Orientador: Sérgio Teixeira da Fonseca  
Coorientador: Thales Rezende de Souza

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional.  
Bibliografia: f. 25-28

1. Jovens – Teses. 2. Sono – Teses. 3. Distúrbios do sono – Teses. I. 4. Ortopedia – Teses. 5. Postura humana – Teses. I. Fonseca, Sérgio Teixeira da. II. Souza, Thales Rezende. III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional. IV. Título.

CDU: 615.8

**Ficha catalográfica elaborada pelo bibliotecário Danilo Francisco de Souza Lage, CRB 6: nº 3132, da Biblioteca da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da UFMG.**



## ATA DA DEFESA DA DISSERTAÇÃO DA ALUNA CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR

Realizou-se, no dia 30 de outubro de 2020, às 13:30 horas, online, da Universidade Federal de Minas Gerais, a defesa de dissertação, intitulada *EFEITO DA PRIVAÇÃO DE SONO NA REGULARIDADE DO CONTROLE POSTURAL E NA ESTABILIDADE DINÂMICA EM ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS*, apresentada por CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR, número de registro 2018713269, graduada no curso de FISIOTERAPIA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, à seguinte Comissão Examinadora: Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca - Orientador (UFMG), Prof(a). Juliana de Melo Ocarino (UFMG), Prof(a). Thales Rezende de Souza (UFMG), Prof(a). Marco Tulio de Mello (UFMG).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada

Reprovada

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 30 de outubro de 2020.

  
Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca ( Doutor )

  
Prof(a). Juliana de Melo Ocarino ( Doutora )

  
Prof(a). Thales Rezende de Souza ( Doutor )

MARCO TULIO DE  
MELLO-51628198672

Assinado de forma digital por MARCO  
TULIO DE MELLO-51628198672  
Dados: 2020.11.20 18:26:57 -03'00'

Prof(a). Marco Tulio de Mello ( Doutor )



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO



## FOLHA DE APROVAÇÃO

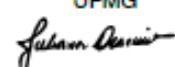
**EFEITO DA PRIVAÇÃO DE SONO NA REGULARIDADE DO  
CONTROLE POSTURAL E NA ESTABILIDADE DINÂMICA EM  
ADULTOS JOVENS SAUDÁVEIS**

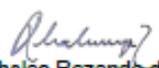
**CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR**

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, como requisito para obtenção do grau de Mestre em CIÊNCIAS DA REABILITAÇÃO, área de concentração DESEMPENHO FUNCIONAL HUMANO.

Aprovada em 30 de outubro de 2020, pela banca constituída pelos membros:

  
Prof(a). Sérgio Teixeira da Fonseca - Orientador  
UFMG

  
Prof(a). Juliana de Melo Ocarino  
UFMG

  
Prof(a). Thalés Rezende de Souza  
UFMG

MARCO TULIO DE MELLO-51628198672

Assinado de forma digital por MARCO  
TULIO DE MELLO-51628198672  
Data: 2020.11.20 18:25:47 -03'00'

Prof(a). Marco Tulio de Mello  
UFMG

Belo Horizonte, 30 de outubro de 2020.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus e seus anjos por terem proporcionado toda força e determinação para que eu conseguisse vencer mais uma etapa nesta grande jornada pelo conhecimento que ainda só começou.

A toda equipe de pesquisa do Laboratório de Análise do Movimento Humano, em especial aqueles envolvidos diretamente com este trabalho, agradeço por toda paciência, cuidado e disponibilidade. O auxílio de vocês foi essencial durante todo o processo, não só na produção deste estudo como também na minha evolução desde o meu ingresso ao mestrado. Sou eternamente grata por fazer parte deste grupo de pessoas tão acolhedoras.

Em especial, agradeço aos professores Sérgio Fonseca, Thales Souza e Andressa Mello por todas as orientações e discussões enriquecedoras e pela grande oportunidade que me deram em realizar um trabalho tão desafiador. Vocês me mostraram que eu sou capaz do que eu não imaginava ser. Gostaria também de deixar registrado minha enorme gratidão a Thiago Ribeiro Teles dos Santos e Priscila Albuquerque de Araújo pelas incontáveis vezes que me deram suporte neste processo. Vocês são uma grande inspiração para mim.

Aos meus familiares agradeço por todo incentivo, pela compreensão de muitas vezes ser ausente devido aos meus afazeres e pelas demonstrações de carinho e acolhimento principalmente nos momentos de maior cansaço. Agradeço muito ao meu companheiro Ricardo por estar sempre ao meu lado, e principalmente por permanecer e participar integralmente de todas as minhas longas coletas de privação de sono.

Deixo o meu muito obrigada para a equipe do Centro de Estudos em Psicobiologia e Exercício pela parceria, a todos os voluntários que participaram desta pesquisa e também a todos que me auxiliaram nas coletas. O protocolo desta pesquisa necessitava de um período grande de permanência ao laboratório, e sabemos que não foi fácil, mas vocês cumpriram essa tarefa com excelência e me forneceram toda assistência. A participação de vocês foi fundamental.

A CAPES agradeço por ter dado condições de me dedicar integralmente aos estudos através da concessão de bolsa. Agradeço também a todos os professores do

Programa de Pós-Graduação em Ciências da Reabilitação que contribuíram grandemente neste processo através de aulas brilhantes, dando o melhor de si para compartilharem todo o conhecimento sobre os assuntos abordados.

E por último, mas não menos importante, agradeço a todos os meus amigos que sempre estavam disponíveis a me ouvir, trocar experiências e me incentivar a ir atrás dos meus sonhos. Posso dizer que este trabalho não me trouxe apenas conhecimento intelectual, mas também um enorme crescimento e realização pessoal.

## RESUMO

O controle postural é um comportamento proveniente de um sistema (corpo humano) com características típicas de sistemas complexos<sup>1,2</sup>. Nesse contexto, alguns estudos têm empregado ferramentas que reconhecem as não-linearidades do comportamento, as quais possibilitam análises mais globais do padrão de movimento<sup>1-5</sup>. Dentre elas, a análise da regularidade do controle postural tem sido frequentemente empregada para revelar como perturbações provocam mudanças na regulação da postura<sup>1,5-7</sup>. Alguns estudos mostraram que a privação de sono (PS) é capaz de perturbar tanto o controle postural estático quanto o desempenho físico de indivíduos saudáveis<sup>8-12</sup>. Entretanto, ainda é necessário investigar se as alterações induzidas pela PS modificam a regularidade do controle postural, uma vez que esta ferramenta pode fornecer mais informações sobre este comportamento<sup>13</sup>. Além disso, é possível que a PS induza mudanças na estabilidade dinâmica de maneira distinta, já que a medida estática da postura não demonstra ter associação com a medida dinâmica<sup>14</sup>. Porém, são escassos na literatura estudos que investigam os efeitos da PS na estabilidade postural dinâmica através de instrumentos facilmente empregados na prática clínica. Portanto, o objetivo deste estudo foi de investigar os efeitos da PS de 24 horas na estabilidade dinâmica e no controle postural, por meio de variáveis clássicas de análise da postura como também pela análise da regularidade do centro de pressão.

**Método:** 17 homens jovens e saudáveis ( $23,4 \pm 3,7$  anos;  $72 \pm 13,4$  kg  $1,75 \pm 6,7$  m) participaram do estudo. Estes permaneceram 24h em PS sendo monitorados e fizeram seis coletas do controle postural em plataforma de força (centro de pressão) e duas do teste de estabilidade dinâmica *Modified Star Excursion Balance Test* (SEBTm)<sup>15</sup>. A regularidade do controle postural foi avaliada pela entropia amostral (EA)<sup>16</sup>. No SEBTm, foi utilizado o escore composto dos alcances do membro inferior<sup>15</sup>.

**Resultados/Conclusão:** Análise da variância de medidas repetidas (ANOVA) indicou diminuição da EA na comparação da primeira coleta do controle postural (8:00h) em relação a última (8:00h do dia seguinte) ( $p=0,001$ ) e na primeira (8:00h) com relação a quarta (02:00h) ( $p=0,032$ ). Houve efeito principal significativo para a área ( $p = 0,012$ ) e velocidade ( $p= 0,007$ ) do centro de pressão. Entretanto, não foram encontradas diferenças nas comparações par a par entre os horários de avaliação. Esses achados demonstram que os indivíduos passam a ter oscilações posturais mais regulares a partir das 02:00h (18h de PS), que foi capturado apenas na análise da EA. O teste t pareado identificou diferença significativa no escore composto do membro inferior não dominante ( $p = 0,033$ ), não sendo encontrada diferença no membro inferior dominante ( $p = 0,076$ ), indicando que o membro inferior não dominante parece ser mais afetado pela PS. Assim este estudo revela que a PS foi capaz de reduzir a capacidade adaptativa de indivíduos saudáveis<sup>13</sup> no controle postural e mostra que ferramentas que investigam o comportamento motor de maneira mais global podem ser mais sensíveis do que aquelas tradicionalmente utilizadas.

**Palavras-chave:** Regularidade. Entropia amostral. Controle postural. Estabilidade dinâmica.

## ABSTRACT

Postural control is a behavior that results from the contribution of many interacting systems<sup>1,2</sup>. In this context, studies have analyzed this behavior by means of tools that recognize its complexity. These tools allow a global analysis of the movement pattern<sup>1-5</sup>. Among them, the analysis of the regularity of the postural control has been widely used to reveal how disturbances affect this behavior<sup>1,5-7</sup>. Some studies have shown that sleep deprivation (SD) can disturb both static postural control and the physical performance of healthy individuals<sup>8-12</sup>. However, these studies used analysis that did not consider the complexity of the postural control in their investigations. Thus, it is still necessary to investigate whether the changes induced by PS modify postural control's regularity since this tool has the potential to provide more information about this behavior<sup>13</sup>. Also, the SD may affect the dynamic stability differently, since a static measure of posture is not related to its dynamic counterpart<sup>14</sup>. However, few studies investigate the effects of PS on dynamic postural stability. Therefore, this study aimed to investigate the effects of 24-hour SD on dynamic stability and postural control, not only through classical measures of postural control, but also through the analysis of its regularity. **Method:** Seventeen young, healthy men ( $23.4 \pm 3.7$  years;  $72 \pm 13.4$  kg  $1.75 \pm 6.7$  m) participated in the study. They remained 24h in SD, while monitored, and six postural control measurements were made on a force plate (center of pressure). In addition, the Modified Star Excursion Balance Test (SEBTm) was applied at the beginning and end of the SD period to evaluate the individual's dynamic stability<sup>15</sup>. The regularity of the postural control was measured by the sample entropy analysis (SE)<sup>16</sup>. In the SEBTm, the lower limb composite score was used<sup>13</sup>. **Results / Conclusion:** Repeated measures analysis of the variance (ANOVA) indicated a decrease in SE when comparing the first postural control measure (8:00 am) to the last one (8:00 am the following day) ( $p = 0.001$ ), and the first (8:00h am) to the fourth (02:00h am) ( $p = 0.032$ ). There was a significant main effect for the area ( $p = 0.012$ ) and speed ( $p = 0.007$ ) of the center of pressure, but no differences were found in the pairwise comparisons among the time of the measurements. These findings demonstrate that individuals increased the regularity of their postural oscillations around 02:00 am (18h of SD). This specific change in behavior was only captured by the SE analysis. The paired t-test identified a significant difference in the composite score of the left lower limb ( $p = 0.033$ ), with no difference being found in the right one ( $p = 0.076$ ), indicating that the non-dominant lower limb was more affected by SD. This study revealed that SD reduced the adaptive capacity of healthy individuals to accomplish a postural control task. This result indicates that tools that investigate the postural control more globally were more sensitive to changes than the ones classically used.

**Keywords:** Regularity. Sample entropy. Postural control. Dynamic stability.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2 MÉTODO</b> .....	11
<b>2.1 Desenho do estudo</b> .....	11
<b>2.2 Participantes</b> .....	11
<b>2.3 Instrumentos</b> .....	11
<b>2.4 Procedimentos</b> .....	15
<b>2.5 Processamento dos Dados</b> .....	16
<b>2.5.1 Análise da regularidade do controle postural</b> .....	17
<b>2.5.2 Análise do controle postural por meio de medidas lineares</b> .....	17
<b>2.5.3 Análise da estabilidade dinâmica</b> .....	17
<b>2.6. Análise estatística</b> .....	18
<b>3 RESULTADOS</b> .....	18
<b>4 DISCUSSÃO</b> .....	22
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	26
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	27
<b>ANEXOS</b> .....	31

## 1 INTRODUÇÃO

O controle postural pode ser definido como a capacidade do indivíduo de manter seu centro de massa (ponto do corpo no qual sua massa está igualmente distribuída) dentro de sua base de suporte (área delimitada pelas bordas laterais dos pés)<sup>1,17</sup>. Este comportamento é fruto da interação entre inúmeros elementos que constituem o corpo, os quais sofrem constante influência do ambiente<sup>1,2,13</sup>. Além disso, esses elementos são capazes de se reorganizarem quando são expostos aos diferentes contextos para gerar ajustes posturais mais apropriados<sup>1,2,13</sup>. Dessa maneira, a própria dinâmica das funções fisiológicas como, as dos sistemas cardiovascular, respiratório e neuromusculoesquelético, assim como a interação entre fatores ambientais (contexto e atuação de forças externas como a da gravidade, atrito e de reação do solo) exercem influência e são influenciadas pelo controle postural<sup>17</sup>. Portanto, mesmo que o indivíduo esteja aparentemente estático, existe uma oscilação constante do corpo a qual representa uma busca pelo equilíbrio frente a atuação contínua desses fatores internos (funções fisiológicas) e externos (contexto)<sup>17</sup>.

Dentro dessas características do controle postural, ainda é possível salientar que além desse comportamento ser oriundo da interação constante de vários elementos que constituem o corpo, essa interação tem característica não-linear ou seja não há uma relação direta entre a causa e o efeito observado<sup>13,18</sup>. Comportamentos gerados por sistemas que possuem uma série de elementos interagindo de maneira não linear, trocando energia e matéria com o meio, evoluindo com o tempo e se adaptando com o contexto são chamados de complexos<sup>13,18,19</sup>. Portanto, o controle postural é um comportamento proveniente de um sistema (corpo humano) com características típicas de sistemas complexos. Nesse contexto, alguns estudos têm empregado ferramentas que reconhecem essa complexidade do comportamento e que possibilitam análises mais globais do padrão de movimento. Dentre as ferramentas disponíveis, a análise da regularidade dos sinais biológicos tem ganhado destaque nos estudos do comportamento motor<sup>1,2,4,5,7,20</sup>.

Existem vários tipos de sinais na natureza que apresentam diferentes comportamentos<sup>21</sup>. Esses comportamentos variam de altamente irregulares até muito regulares<sup>21</sup>. Os sinais irregulares são chamados de aleatórios e não é possível extrair

deles qualquer informação<sup>21</sup>. Por outro lado, os sinais regulares são chamados de periódicos, e são típicos de comportamentos muito previsíveis com pouca capacidade de adaptação ao contexto<sup>21</sup>. Por fim, existem sinais que estão entre os aleatórios e os periódicos, que são denominados caóticos<sup>21,22</sup>. Interessantemente, os sinais provenientes de séries temporais que analisam o comportamento motor (sinais biológicos), são classificados como caóticos<sup>21,22</sup>. Entre os sinais biológicos, aquele obtido nas análises do controle postural é amplamente investigado, uma vez que ele reflete um comportamento essencial para a realização de qualquer tarefa e que permite a manutenção do equilíbrio e orientação corporal<sup>17</sup>.

Por meio de ferramentas que possibilitam uma mensuração mais global de determinado comportamento, algumas pesquisas investigaram se alterações provenientes de condições de saúde ou do envelhecimento poderiam influenciar a regularidade de sinais biológicos<sup>1,4</sup>. Lipsitz e Goldberger<sup>23</sup> sugeriram que perturbações no sistema fisiológico resultantes do adoecimento e do envelhecimento gerariam sinais biológicos com padrões mais regulares, o que poderia caracterizar que estes sistemas são menos adaptativos. Busa et al<sup>4</sup> e Gruber et al<sup>7</sup> corroboram essa hipótese. Estes investigadores demonstraram que indivíduos com esclerose múltipla e adolescentes com escoliose idiopática apresentaram maior grau de regularidade das flutuações posturais na posição estática em comparação com indivíduos sem essas condições. Por outro lado, Duarte e Sternad<sup>1</sup> compararam o controle postural estático de indivíduos idosos com indivíduos jovens, ambos saudáveis, e não encontraram diferenças nos valores da regularidade da trajetória do centro de pressão (CP). Diferentemente, Menor et al.<sup>2</sup> compararam indivíduos idosos com déficit visual ou sensoriomotor em relação a idosos sem essas alterações e identificaram que as flutuações posturais eram mais regulares naqueles que apresentavam as condições de saúde e que essa diferença teve maior magnitude entre aqueles com déficit sensoriomotor. Esses dados sugerem que condições de saúde com comprometimento sensoriomotor tem maior contribuição para desequilíbrios posturais do que aquelas com apenas comprometimento visual<sup>2</sup>. Desta forma, esses achados demonstram que a análise da regularidade do controle postural permite revelar alterações dos estados de saúde.

Assim como a presença de uma condição de saúde, a privação de sono (PS) pode provocar alterações no comportamento do sistema e por isso, tem sido amplamente

investigada.<sup>9-12</sup>. Neste sentido, Umemura et al (2019) demonstraram que após um período de 24 horas de PS houve um aumento na distância máxima de deslocamento no sentido ântero-posterior na trajetória do CP<sup>12</sup>. Fabbri et al (2006) concluíram que a PS diminuiu a precisão do controle postural <sup>11</sup>. Além disso, uma revisão de literatura demonstrou que a PS trouxe prejuízos no desempenho físico, principalmente em tarefas que necessitavam de uma maior precisão de movimentos e coordenação motora <sup>8</sup>. Portanto, é possível que a PS atue como um fator perturbador do comportamento motor.

A maioria dos estudos que investigaram os efeitos da PS sobre o comportamento motor, tanto estático quanto dinâmico, empregaram análises que discretizam este comportamento (e.g., avaliam médias de um comportamento que ocorre ao longo de uma tarefa) em suas investigações. Considerando que a natureza do comportamento motor apresenta características de sistemas complexos, a utilização de ferramentas de análises que consideram a evolução temporal do fenômeno estudado poderiam trazer mais informações sobre as mudanças que ocorrem no CP em resposta a diferentes tipos de perturbações<sup>13</sup>. Dessa maneira, ainda é necessário investigar se as alterações induzidas pela PS modificam a regularidade do controle postural. Além disso, apesar de já ter sido reportado na literatura que alterações no controle postural estático não tem uma associação com alterações na estabilidade dinâmica, é possível que a PS induza mudanças nesse comportamento de maneira distinta<sup>14</sup>. Porém, são escassos na literatura estudos que investigam os efeitos da PS na estabilidade postural dinâmica através de instrumentos que podem ser facilmente empregados em ambientes clínicos. Portanto, o objetivo deste estudo foi o de investigar os efeitos da PS de 24 horas na estabilidade dinâmica e no controle postural.

A hipótese deste estudo foi que após o período de PS haveria redução da estabilidade dinâmica e aumento da regularidade, área de oscilação e velocidade do centro de pressão (indicativos de pior controle postural estático). A análise da regularidade do controle postural pode ser uma ferramenta capaz de capturar as mudanças sutis do padrão de funcionamento global do corpo. Potencialmente, o estudo da regularidade do controle postural frente PS poderia auxiliar na compreensão sobre a capacidade adaptativa do indivíduo em resposta a perturbações de seu sistema fisiológico<sup>13</sup>.

## **2 MÉTODO**

### **2.1 Desenho do estudo**

Trata-se de um estudo experimental, em que o controle postural e a estabilidade dinâmica dos participantes foram analisados prospectivamente durante 24h de PS. Este estudo foi realizado na Laboratório de Análise do Movimento da Universidade Federal de Minas Gerais e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da instituição sob número 19595919.4.0000.5149 (anexo 1).

### **2.2 Participantes**

A amostra deste estudo foi por conveniência e constituída por 17 indivíduos jovens e saudáveis, com idade de  $23,4 \pm 3,7$  anos, massa corporal de  $72 \pm 13,4$  kg e altura de  $1,75 \pm 6,7$  m. Os critérios de inclusão foram ser do sexo masculino, ter idade entre 18 e 35 anos, não apresentar diagnóstico prévio de distúrbios psiquiátricos ou de sono, não apresentar lesões musculoesqueléticas recentes, não ser fumante, não fazer uso de medicamentos, não ter histórico de trabalho noturno e não ter viajado por diferentes fusos horários nos três meses anteriores ao estudo. Seriam excluídos do estudo indivíduos que não concluíssem as atividades solicitadas e que não tivessem bom padrão de sono segundo os critérios da fundação nacional do sono tomando como base os dados objetivos mensurados pela actigrafia. Nenhum indivíduo foi excluído deste estudo. O tamanho amostral foi calculado a partir de estudo piloto com cinco participantes. Foi demonstrado ser necessário no mínimo 5 sujeitos no estudo considerando o nível de significância ( $\alpha$ ) de 0,05, um tamanho de efeito ( $f$ ) de 0.57 e um poder estatístico ( $\beta$ ) de 0.80. Assim, considerando o cálculo amostral, o recrutamento foi superior ao valor mínimo estabelecido. Todos os participantes assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e concordaram com os procedimentos do estudo (anexo 2).

### **2.3 Instrumentos**

O padrão de sono foi verificado por actígrafo (Actiwatch Spectrum Plus; Philips Respironics, EUA) e diário de sono (anexo 3). Essas ferramentas deram informações

sobre horários de sono e de cochilos ao longo do dia assim como a quantidade e qualidade do sono através dos parâmetros de tempo total de sono (tempo que o indivíduo permanece adormecido), latência (tempo em minutos que o indivíduo gasta para iniciar o sono), despertares após início do sono (tempo em minutos que o indivíduo desperta após o início do sono) e eficiência de sono (porcentagem do tempo total de sono em relação ao tempo na cama)<sup>24</sup>. O voluntário foi solicitado a usar o actígrafo e a preencher o diário por sete dias anteriores à coleta. A partir desses dados foi possível avaliar o padrão de sono dos indivíduos por uma semana. Para essa avaliação, foi utilizado como parâmetro as recomendações da fundação nacional de sono<sup>25,26</sup>, a qual considera uma boa qualidade de sono quando o indivíduo apresenta um tempo total de sono  $\geq 7$  horas, latência  $\leq 30$  minutos, despertares após início do sono  $\leq 20$  minutos e eficiência de sono  $\geq 85\%$ , representados na Tabela 1. Os indivíduos também utilizaram o actígrafo durante todo o período de privação de sono para a certificação de que eles ficaram em vigília.

Para caracterização da amostra do estudo, cinco questionários foram aplicados no dia da coleta: *Pittsburgh Sleep Quality Index* (anexo 4), *Morningness-Eveningness Questionnaire* (anexo 5), *Eppworth Sleepiness Scale* (anexo 6), *Beck Depression Inventory* (anexo 7) e *International Physical Activity Questionnaire Short Form* (anexo 8). Esses questionários avaliam qualidade de sono, classificação de cronótipo, sonolência diurna, risco de depressão e nível de atividade física, respectivamente, e estão representados na Tabela 2.<sup>27-31</sup>.

O controle postural em ortostatismo foi verificado pelo monitoramento do centro de pressão (CP) por meio de uma plataforma de força (AMTI OR6-7-1000, Watertown, EUA) a uma frequência de coleta de 100 Hz. Para isso, os participantes permaneceram descalços, com pés juntos sob a plataforma de força em postura estática por 120 segundos, com o olhar fixo em uma marca ao nível dos olhos à aproximadamente 1 metro de distância. O posicionamento do voluntário em relação a plataforma foi registrado em folha de papel para que fosse replicado durante as medidas subsequentes.

Tabela 1 - Dados do actígrafo para avaliação da amostra com a percentagem de indivíduos segundo a classificação da fundação nacional do sono em tempo total de sono, latência, despertares após início do sono e eficiência do sono.

<b>Variáveis</b>	<b>Porcentagem de indivíduos (%)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Porcentagem de indivíduos (%)</b>	<b>Média (DP)</b>	<b>Média (DP) total</b>
<b>Tempo total de sono (h)</b>	47% ≥ 7 h	7,7h (0,68)	53% < 7 h	6,4 h (0,42)	7,1h (0,82)
<b>Latência (min)</b>	100% ≤ 30 min	5,76 min (6,08)	--	--	--
<b>Despertares após início do sono (min)</b>	47% ≤ 20 min	14,6 min (2,24)	53% > 20 min	31,9 min (13,7)	24,9 min (13,5)
<b>Eficiência de sono (%)</b>	100% > 85%	91,7% (2,91)	--	--	--

**Legenda:** DP= desvio padrão ; min = minutos ; h= horas.

Tabela 2- Dados dos questionários de caracterização da amostra com a porcentagem de indivíduos segundo a classificação em tipo de cronótipo, nível de atividade física, qualidade de sono, sonolência diurna e índice de depressão.

Questionários	Porcentagem de indivíduos (%)				
<b>MEQ</b>	Cronótipo Intermediário 53%	Cronótipo Matutino Moderado 23%	Cronótipo Vespertino moderado 12%	Cronótipo Matutino 53%	Cronótipo Vespertino 53%
<b>IPAQ</b>	Nível de atividade física Moderado 53%		Nível de atividade física Alto 29%		Nível de atividade física Baixo 18%
<b>PSQI</b>	Qualidade de sono Ruim 53%		Qualidade de sono Boa 41%		Qualidade de sono Presença de distúrbio 6%
<b>EPWORT</b>	Sonolência diurna Normal 35%		Sonolência diurna Anormal 35%		Sonolência diurna Média 30%
<b>BECK</b>	Índice de depressão Mínimo 94%			Índice de depressão Moderado 6%	

**Legenda:** MEQ= *Morningness-Eveningness Questionnaire*; IPAQ = *International Physical Activity Questionnaire Short Form*; PSQI= *Pittsburgh Sleep Quality Index*; EPWORT= *Eppworth Sleepiness Scale*; BECK = *Beck Depression Inventory*.

A estabilidade dinâmica foi registrada por meio do *Modified Star Excursion Balance Test* (SEBTm)<sup>15</sup>. Para isso, o voluntário foi solicitado a ficar em apoio unipodal no centro de três fitas métricas fixadas no chão no sentido anterior, pósteromedial e pósterolateral e a tentar projetar hálux do membro inferior livre à maior distância que conseguisse, fazendo primeiro o alcance do sentido anterior, seguido pelo pósteromedial e, por último, no pósterolateral<sup>15</sup>. Foram realizados seis alcances em cada direção e com cada membro para treinamento do teste. Logo após, o participante teve um descanso de 5 minutos e, em seguida, realizou-se o teste, tendo três tentativas válidas para cada membro e para cada direção<sup>32</sup>. As tentativas foram consideradas válidas quando o participante não retirou o pé de apoio do centro das três fitas, não retirou a mão da cintura enquanto realizou os alcances, não encostou qualquer parte do membro em balanço no chão e não retirou do chão o calcanhar do membro inferior de teste<sup>15</sup>. A maior distância que o voluntário atingiu em cada tentativa foi o valor considerado como resultado do teste<sup>32</sup>.

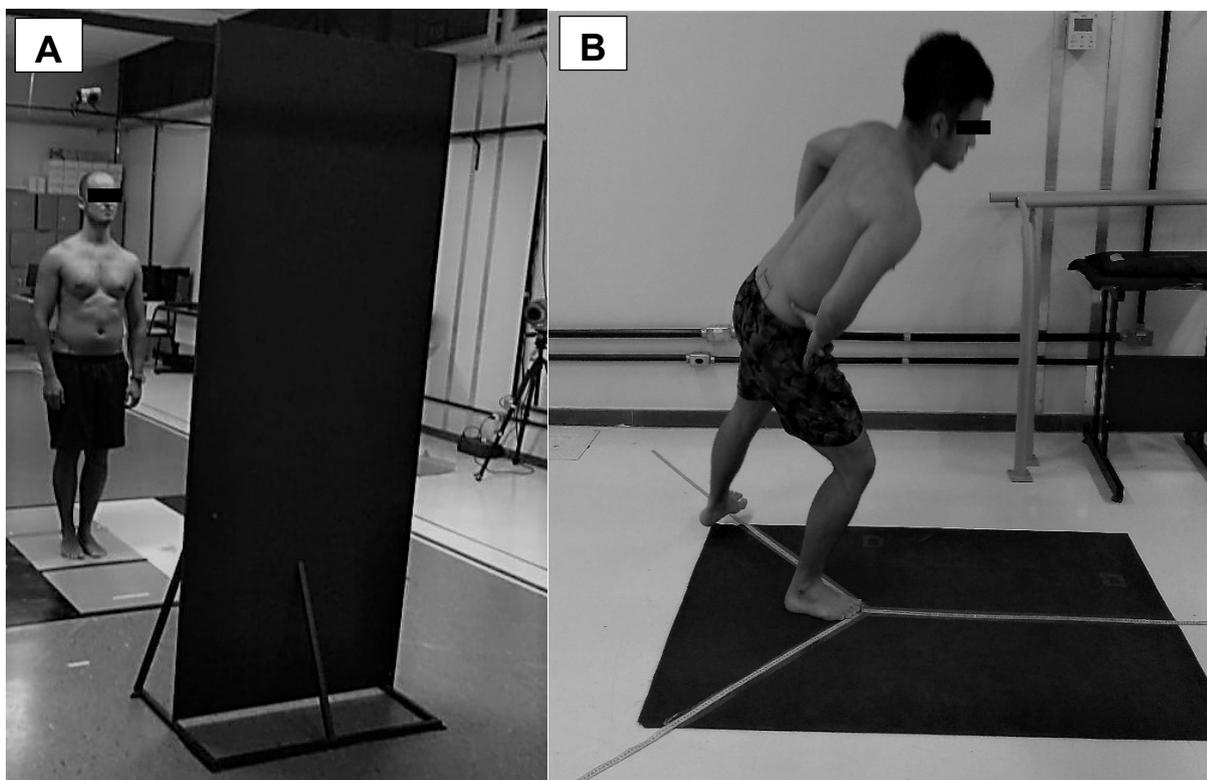
## **2.4 Procedimentos**

Na semana anterior à coleta, os participantes foram orientados a realizarem somente atividades habituais. Além disso, não foi permitida a utilização de substâncias estimulantes como cafeína, bebidas alcoólicas ou a prática de exercícios extenuantes tanto durante o período de coleta como nas 24 horas anteriores.

Durante o período de PS, os indivíduos chegaram ao laboratório com, no máximo, duas horas após terem despertado, tendo como horário limite até às 8h30 e permaneceram até completar 24 horas sem dormir. Logo após à chegada dos voluntários, foram coletados os dados referentes ao controle postural e desempenho no SEBTm. Além disso, foram mensurados a altura, massa corporal e medido o comprimento dos membros inferiores tendo como referência a espinha ílaca anterosuperior até o maléolo medial. Após estas mensurações, foram aplicados os questionários. O controle postural foi novamente coletado após 12 horas de PS e, a partir deste momento, foram realizadas novas medidas a cada 3 horas até completar as 24 horas. Essas medidas foram realizadas com o objetivo de identificar possíveis mudanças no controle postural ao longo do tempo. Portanto, foram realizadas no total seis coletas do controle postural nos seguintes horários: 8:00h, 20:00h, 23:00h, 02:00h, 5:00h e por fim, às 8:00h da manhã seguinte. Após as 24 horas sem dormir,

o SEBTm foi reaplicado. Durante todo o período de coleta foram fornecidos aos participantes lanches leves e permitido atividades de baixo gasto energético como assistir televisão, vídeo game, jogos de cartas e tabuleiro, ler livros e acessar o computador.

**Figura 1** – A) Execução da coleta de controle postural. B) Execução do SEBTm.



Fonte: elaboração própria

## 2.5 Processamento dos Dados

Os dados da plataforma de força foram processados no software Matlab® 2017<sup>a</sup> (Mathworks, Natick, MA, EUA). A trajetória do CP foi avaliada no sentido antero-posterior e médio-lateral. Os dados foram filtrados com filtro Butterworth passa-baixa de segunda ordem, frequência de corte 12,5 Hz. Posteriormente, os dados foram centralizados (subtração de cada ponto de dado pela média em cada direção) , normalizados (valor da centralização de cada ponto dividido pelo desvio padrão) e foi calculada a distância euclidiana (considerando cada ponto em relação a origem)<sup>3</sup>.

### **2.5.1 Análise da regularidade do controle postural**

A regularidade do controle postural foi mensurada por meio da entropia amostral (EA)<sup>16</sup>. A EA é calculada como logaritmo natural negativo da probabilidade de que um vetor de pontos ( $m$ ) se repita em determinada tolerância ( $r$ )<sup>16,33,34</sup>. Esta análise foi empregada nos dados de velocidade da trajetória do CP por meio da derivada dos dados de deslocamento<sup>5</sup>. Ramdani et al (2009) apontam que o uso dos dados da velocidade do CP é mais indicado do que os de deslocamento por garantir estacionariedade do comportamento. Em seguida, foi realizada a reamostragem dos dados a uma frequência de 40hz. Apesar de algumas divergências na literatura quanto a frequência amostral em dados posturais com a utilização da EA, tem sido apontado que para este tipo de análise não é recomendado o uso de frequências amostrais altas, uma vez que pode ocorrer uma superestimação no número de correspondências dos pontos de dados e provocar uma falsa impressão de aumento da regularidade<sup>35</sup>. Para avaliação do controle postural os valores de  $m = 3$  e  $r = 0,2$  foram utilizados. Este valores são estabelecidos na literatura como adequados para análise do controle postural por meio da establiometria<sup>36</sup>. Valores menores de EA indicam uma maior regularidade do CP<sup>3</sup>.

### **2.5.2 Análise do controle postural por meio de medidas lineares**

Foram calculadas as medidas de área (calculada como a elipse que abrange 95% da dispersão das oscilações posturais) e velocidade média total (calculada como a média das velocidades instantâneas ponto a ponto definidas como o deslocamento por unidade de tempo nas direções anteroposterior e médio-lateral), utilizando os dados de deslocamento do centro de pressão da plataforma de força na frequência amostral previamente coletada<sup>17</sup>.

### **2.5.3 Análise da estabilidade dinâmica**

Para os dados do SEBTm, foi calculada a média dos alcances máximos em cada direção a qual foi normalizada pelo comprimento do membro inferior correspondente<sup>15</sup>. A normalização foi calculada pela divisão da distância máxima de alcance do membro inferior pelo comprimento do mesmo, multiplicado por 100<sup>15</sup>. Além disso, foi realizado o cálculo do escore composto, correspondente à somatória dos alcances antero-

posterior, pósteromedial e pósterolateral, dividido pelo produto de três vezes o comprimento do membro inferior analisado e multiplicado por 100<sup>15</sup>.

## 2.6. Análise estatística

O teste de Shapiro Wilk foi utilizado para verificação da normalidade e homogeneidade de variância da amostra antes das estatísticas inferenciais. Foi utilizada a análise da variância de medidas repetidas (ANOVA) para verificar o efeito do fator momento de coleta (8:00h, 20:00h, 23:00h, 02:00h, 5:00h e 8:00h da manhã seguinte) nas variáveis de desfecho: EA, área e velocidade média total do CP. Na presença de efeito significativo, análise *post hoc* foi realizada considerando ajuste de Bonferroni. Teste t pareado foi realizado para comparar o escore composto do SEBTm de cada membro entre às 8:00h (basal) e 8:00h da manhã seguinte (24h de PS). Para todas as análises foi utilizado  $\alpha$  de 0,05. Todas as análises foram realizadas no software SPSS versão 22.0.0.0 (IBM Corp., Armonk, NY, EUA).

## 3 RESULTADOS

A ANOVA indicou que houve efeito principal significativo na EA ( $p = 0,001$ ;  $\eta^2 = 0,355$ ; poder: 100%), área ( $p = 0,012$ ;  $\eta^2 = 0,165$ ; poder: 86,1%) e velocidade do CP ( $p = 0,007$ ;  $\eta^2 = 0,237$ ; poder: 97,7%). Apesar do efeito principal significativo, somente EA apresentou diferença significativa nas comparações par a par. O resultado da análise *post hoc* encontra-se na Tabela 3. A variação da EA ao longo das medidas está representada na Figura 2.

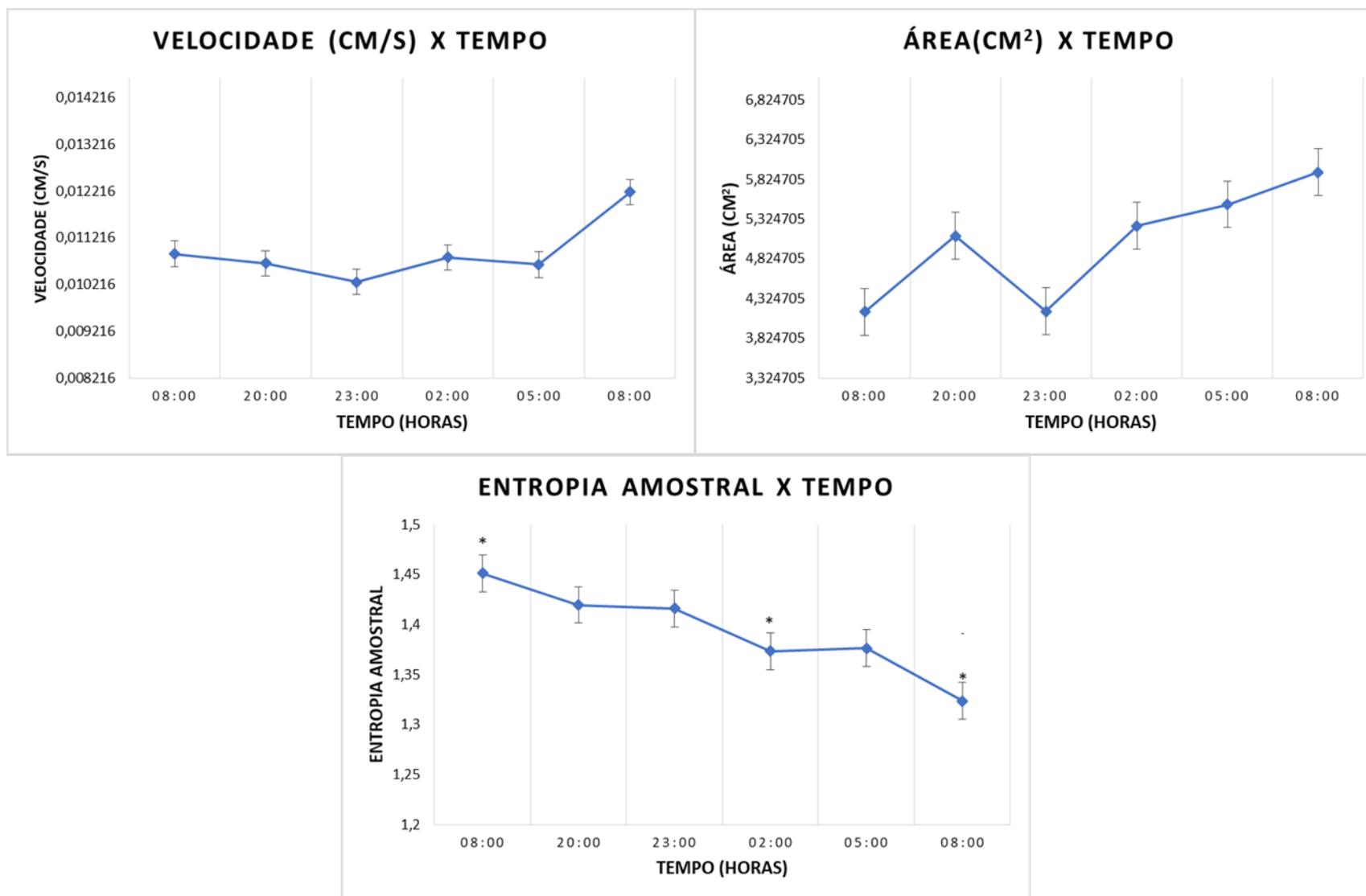
O teste t pareado identificou diferença significativa no escore composto do membro inferior não dominante ( $p = 0,033$ ), não sendo encontrada diferença no membro inferior dominante ( $p = 0,076$ ). Estes dados estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 3- Estatísticas inferenciais da ANOVA de medidas repetidas e valores de p dos contrastes das variáveis entropia amostral, área e velocidade do centro de pressão da plataforma de força.

Variáveis	Média (DP)						ANOVA		
	8:00h (basal)	20:00h	23:00h	02:00h	05:00h	8:00h (24h)	Valores de P	Tamanho de efeito (f)	Intervalo de confiança
<b>Entropia Amostral</b>	1,451	1,419	1,416	1,373	1,376	1,323	8hx20h (1,000)	8hx20h (0,094)	8hx20h (-0,039 – 0,103)
	(0,317)	(0,351)	(0,332)	(0,324)	(0,355)	(0,354)	8hx23h (0,945)	8hx23h (0,108)	8hx23h (-0,025 – 0,096)
							8hx02h (0,032)*	8hx02h (0,243)	8hx02h ( 0,004 – 0,152)
							8hx05h (0,080)	8hx05h (0,222)	8hx05h (-0,005 – 0,155)
							8hx24h (0,001)*	8hx24h (0,484)	8hx24h ( 0,049 – 0,206)
<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	4,156	5,113	4,162	5,238	5,506	5,913	8hx20h (0,767)	8hx20h (0,409)	8hx20h (-2,520 – 0,606)
	(2,379)	(2,297)	(2,199)	(2,396)	(2,452)	(3,419)	8hx23h (1,000)	8hx23h (0,002)	8hx23h (-1,609 – 1,596)
							8hx02h (0,903)	8hx02h (0,453)	8hx02h (-2,925 – 0,761)
							8hx05h (0,212)	8hx05h (0,558)	8hx05h (-3,040 – 0,339)
							8hx24h (0,399)	8hx24h (0,596)	8hx24h (-4,235 – 0,722)
<b>Velocidade (cm/s)</b>	0,0109	0,0107	0,0103	0,0108	0,0106	0,0123	8hx20h (1,000)	8hx20h (0,076)	8hx20h (-0,001 – 0,001)
	(0,003)	(0,0027)	(0,0021)	(0,0024)	(0,0026)	(0,0035)	8hx23h (1,000)	8hx23h (0,255)	8hx23h (-0,001 – 0,002)
							8hx02h (1,000)	8hx02h (0,032)	8hx02h (-0,001 – 0,002)
							8hx05h (1,000)	8hx05h (0,089)	8hx05h (-0,001 – 0,002)
							8hx24h (0,433)	8hx24h (0,430)	8hx24h (-0,003 – 0,001)

Legenda: \* Indica diferença significativa ( $p < 0,05$ ); DP= desvio padrão.

Figura 2- Velocidade média total, Área e Entropia amostral do centro de pressão da plataforma de força em relação ao tempo.



**Legenda:** \* Indica diferença significativa entre 8:00h (basal) com 2:00h e 8:00h (24h PS). Neste gráfico é possível observar uma queda nos valores entropia amostral em relação ao tempo de privação de sono (PS), indicando aumento da regularidade da velocidade do centro de pressão com o aumento do tempo de PS.

Tabela 4 - Estatísticas inferenciais do Teste T pareado com valores de p das variáveis do escore composto dos membros inferiores (dominante e não dominante) no SEBTm

Variáveis	Média (DP)		Teste T pareado (valores de p)	
	8:00h (Basal)	8:00h (24h de PS)	8:00h (Basal)	X 8:00h (24h de PS)
<b>E. composto D</b>	86,77 (6,78)	84,26 (6,57)	p= 0,076	
<b>E. composto ND</b>	85,48 (8,87)	82,21 (7,81)	p= 0,033*	

**Legenda:** DP= desvio padrão; D= dominante; ND= não dominante; \* Indica diferença significativa ( $p < 0,05$ )

## 4 DISCUSSÃO

Este estudo investigou o efeito da PS de 24 horas no controle postural e na estabilidade dinâmica de indivíduos jovens e saudáveis. Os resultados encontrados indicam que a privação de sono provocou aumento na regularidade do controle postural, demonstrado pela redução da entropia amostral. No entanto, as medidas de área e velocidade de oscilação do centro de pressão, apesar de indicar aumentos significativos, não foram capazes de capturar mudanças ao longo do tempo. Além disso, os resultados indicam que houve uma redução na performance durante o teste de estabilidade dinâmica. Esses achados dão suporte a hipótese de que a privação de sono produziria um aumento da regularidade do CP e diminuição da estabilidade dinâmica. Assim, este estudo revelou que a PS afeta a estabilidade dinâmica e a capacidade adaptativa de indivíduos saudáveis em tarefas de controle postural e mostra que ferramentas que investigam o comportamento motor de maneira mais global são mais sensíveis a estes efeitos.

Neste sentido foi visto que a partir de 18h de privação de sono (i.e., 2:00h), ocorreu uma redução no valor da entropia amostral em comparação com a medida inicial, indicando que neste momento os indivíduos passaram a ter um comportamento mais regular das oscilações posturais. Entretanto, 24h de privação de sono (i.e., 8:00h do dia seguinte) produziu o menor valor da entropia amostral, apontando um aumento significativo da regularidade do CP neste momento. No total, esses achados indicam que a partir de 18h de privação de sono os indivíduos apresentaram um padrão de comportamento menos flexível, ou seja, demonstraram um controle postural indicativo de uma resposta menos adaptativa às demandas do ortostatismo. Esse comportamento, mesmo após uma estabilização transitória, persistiu até 24h de privação de sono<sup>13</sup>.

Algumas características fisiológicas podem contribuir com a mudança no padrão de movimento identificada no período de 24h de privação de sono. Uma dessas características é em relação a influência do processo homeostático de regulação do sono<sup>37</sup>. Esse processo fornece o impulso para o início do sono ao longo do dia, em que ele cresce de maneira exponencial até atingir um limiar onde o sono é acionado<sup>37</sup>. Robillard e colaboradores<sup>38</sup> demonstraram que o aumento da pressão homeostática do sono, quando os indivíduos estão em PS, está diretamente relacionada com aumento

nas oscilações posturais. Esses autores sugerem que o aumento da pressão homeostática pode contribuir para redução da percepção sensorial do indivíduo. Aguiar e Barela<sup>39</sup> encontraram achados semelhantes e sugeriram que a privação do sono impactou na percepção de informações vindas do ambiente, gerando ajustes posturais menos eficientes. Outra alteração fisiológica que pode ter contribuído para o aumento da regularidade do centro de pressão é a influência do ciclo circadiano nas funções fisiológicas<sup>37,40</sup>. Assim, uma explicação para a mudança no padrão de comportamento a partir das 18 horas de PS pode ser devido a interferência do ciclo circadiano da temperatura corporal. Apesar de não ter sido mensurada neste estudo, aproximadamente às 2:00, horário que coincidiu com 18 horas de privação de sono, a temperatura corporal começa a cair. Esta queda está associada à diminuição da função muscular o que pode ter contribuído para as mudanças observadas no controle postural<sup>37,40</sup>. Dessa forma, a junção da queda da temperatura corporal e seu impacto sobre o sistema musculoesquelético com a diminuição da percepção sensorial podem ser as principais mudanças fisiológicas responsáveis pelo aumento progressivo da regularidade do controle postural.

Apesar do efeito principal da privação do sono sobre a área e velocidade do centro de pressão, não foi possível identificar quando as mudanças nestas variáveis ocorreram. Alguns estudos demonstraram que privações de sono de 19 e 48 horas provocaram aumento na velocidade e na área do centro de pressão. Estas mudanças foram associadas a uma piora no controle da postura dos indivíduos submetidos à privação do sono<sup>9,10</sup>. Ainda que nossos resultados também apontam uma piora no controle postural, vale ressaltar que estes estudos apresentaram diferentes protocolos experimentais, tanto na mensuração da postura quanto nas atividades permitidas durante o processo de PS e também nos critérios de seleção dos participantes. Dentre essas diferenças, podemos identificar que nesses estudos foram incluídos indivíduos de ambos os sexos, porém é documentado na literatura que há diferenças no padrão de sono entre mulheres e homens<sup>41</sup>. Essas distinções são atribuídas as variações hormonais presentes em indivíduos do sexo feminino influenciadas pelos ciclos menstruais, o que possivelmente pode impactar nas tarefas motoras investigadas<sup>42</sup>. Portanto, no caso de inclusão de mulheres em estudos que investigam o sono seria relevante incluir ferramentas que avaliam a atividade hormonal para eliminar possíveis vieses nos desfechos analisados. Outra diferença reside no protocolo experimental

utilizado. Enquanto Nakano (2001) não reportou quais atividades foram permitidas no período de privação de sono, Gribbe (2004) relatou que os participantes do estudo permaneceram de pé durante todo o período de privação. O monitoramento dessas atividades pode evitar que elas atuem como uma fonte de confusão do estudo. Por exemplo, a presença da fadiga muscular devido aos indivíduos permanecerem ativos durante a privação pode influenciar o controle postural.

Diferente de outros estudos, o presente estudo utilizou uma técnica de análise (entropia amostral) que captura o comportamento do centro de pressão ao longo do tempo. Os achados revelaram que esta medida trouxe mais informações sobre as mudanças do comportamento do centro de pressão em ortostatismo do que as medidas clássicas relacionadas com a média do comportamento observado. Assim, a entropia amostral foi capaz de identificar em qual momento, dentro das 24h de privação de sono, ocorreu mudança no padrão de comportamento. Considerando esses achados, é recomendado que técnicas apropriadas para análise de séries temporais de sistemas complexos sejam utilizadas para investigar o comportamento motor em estudos futuros. Por avaliar o comportamento ao longo do tempo e não apenas a média deste comportamento, estas técnicas têm um maior potencial para auxiliar o entendimento do comportamento motor.

A estabilidade dinâmica, determinada pelo SEBT<sub>m</sub>, reduziu após 24h de privação de sono somente no membro inferior não dominante. Este resultado indica que além das alterações observadas no controle postural, a privação de sono também afeta a estabilidade dinâmica dos indivíduos. É importante ressaltar que, além de depender do controle postural, a tarefa utilizada para avaliar a estabilidade dinâmica exige que o voluntário possua boa capacidade muscular para estabilização, além de uma amplitude de movimento adequada. Assim, uma explicação para o efeito encontrado somente no membro inferior não dominante é que este possui menor força muscular que o membro dominante<sup>43</sup>, então possivelmente a privação de sono reduziu ainda mais a capacidade deste membro para lidar com a demanda imposta pela tarefa<sup>43</sup>. Dessa maneira o membro inferior não dominante parece ser mais afetado após um período de privação de sono de 24h.

Os resultados deste estudo se aplicam a adultos jovens e saudáveis do sexo masculino. A PS pode influenciar diferentemente outras populações, como por

exemplo, indivíduos que possuam horas de sono irregulares ou que sejam constantemente expostos à privação de sono. Além disso, neste estudo foi explorado os efeitos da privação do sono por um período de apenas 24 horas. Portanto, não é possível saber se a regularidade do CP continuaria a aumentar e a estabilidade dinâmica continuaria a reduzir caso a privação de sono continuasse ou que esses desfechos analisados atingiriam um valor limite de acordo com as condições biomecânicas e dos vários sistemas fisiológicos do indivíduo.

## 5 CONCLUSÃO

A privação do sono provocou aumento na regularidade das oscilações posturais a partir de um período de 18 horas, demonstrando que os indivíduos passaram a adotar um padrão menos flexível e, conseqüentemente, menos adaptável. Esta mudança ao longo do tempo foi capturada pela análise da entropia amostral, enquanto as análises clássicas de área e velocidade do centro de pressão não identificaram o momento específico da mudança do controle postural. Este resultado sugere que a análise da regularidade do centro de pressão por meio da entropia amostral pode fornecer mais informações sobre mudanças no controle postural do que as variáveis convencionais. Além disso, os achados demonstram que a estabilidade dinâmica do membro inferior não dominante foi afetada após 24h de privação de sono, enquanto que aquela do membro dominante não apresentou modificação.

## REFERÊNCIAS

1. DUARTE, M.; STERNAD, D. Complexity of human postural control in young and older adults during prolonged standing. *Exp Brain Res.*, v.191, n.3, p.265-276, 2008. doi:10.1007/s00221-008-1521-7.
2. MANOR, B.; COSTA, M.D.; HU, K. *et al.* Physiological complexity and system adaptability: evidence from postural control dynamics of older adults. *J Appl Physiol.*, v.109, n.6, p.1786-1791, 2010. doi:10.1002/hbm.24184.
3. DONKER, S.F.; LEDEBT, A.; ROERDINK, M.; SAVELSBERGH, G.J.P.; BEEK, P.J. Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Exp Brain Res.* 2008. doi:10.1007/s00221-007-1105-y
4. BUSA, M.A.; JONES, S.L.; HAMILL, J.; VAN EMMERIK, R.E.A. Multiscale entropy identifies differences in complexity in postural control in women with multiple sclerosis. *Gait Posture.* v.45, p.7-11, 2016. doi:10.1016/j.gaitpost.2015.12.007
5. RAMDANI, S.; SEIGLE, B.; LAGARDE, J.; BOUCHARA, F.; BERNARD, P.L. On the use of sample entropy to analyze human postural sway data. *Med Eng Phys.* v.31, n.8, p.1023-1031, 2009. doi:10.1016/j.medengphy.2009.06.004
6. BUSA, M.A.; VAN EMMERIK, R.E.A. Multiscale entropy: A tool for understanding the complexity of postural control. *J Sport Heal Sci.* v.5, n.1, p.44-51, 2016. doi:10.1016/j.jshs.2016.01.018
7. GRUBER AH, BUSA MA, GORTON GE, VAN EMMERIK REA, MASSO PD, HAMILL J. Time-to-contact and multiscale entropy identify differences in postural control in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait Posture.* v.34, n.1, p.13-18, 2011; doi:10.1016/j.gaitpost.2011.02.015
8. MOUGIN F, SIMON-RIGAUD ML, DAVENNE D, ET AL. Effects of sleep disturbances on subsequent physical performance. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* v.63, n.2, p.77-82, 1991;. doi:10.1007/BF00235173
9. GRIBBLE PA, HERTEL JAY. Changes in postural control during a 48-hr sleep deprivation period. *Percept Mot Skills.* v.99, n.119, p.1035-1045, 2004.
10. NAKANO T, ARAKI K, MICHIMORI A. Nineteen-hour variation of postural sway , alertness and rectal temperature during sleep deprivation. *Psychiatry and Clinical Neurosciences.* v 55, p.277-278, 2001.
11. FABBRI M, MARTONI M, JOS M, BRIGHETTI G, NATALE V. Postural control after a night without sleep. v.44 p.2520-2525, 2006. doi:10.1016/j.neuropsychologia.2006.03.033
12. UMEMURA GS, PINHO JP, SANTOS FC. Assessment of postural control after sleep deprivation with a low- cost portable force plate. 41st Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology

- Society (EMBC), Berlin, Germany, p. 2316-2319, 2019.
13. VAN EMMERIK REA, DUCHARME SW, AMADO AC, HAMILL J. Comparing dynamical systems concepts and techniques for biomechanical analysis. *J Sport Heal Sci.* v.5, n.1, p.3-13, 2016. doi:10.1016/j.jshs.2016.01.013
  14. NAKAGAWA L, HOFFMAN M. Performance in static, dynamic, and clinical tests of postural control in individuals with recurrent ankle sprains. *J Sport Rehabil.* v.13, n.3, p. 255-268, 2004. doi:10.1123/jsr.13.3.255
  15. PLISKY PJ, RAUH MJ, KAMINSKI TW, UNDERWOOD FB. Star Excursion Balance Test as a predictor of lower extremity injury in high school basketball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* v.36, n.12, p.911-919, 2006. doi:10.2519/jospt.2006.2244
  16. RICHMAN JS, MOORMAN JR. Physiological time-series analysis using approximate entropy and sample entropy. *Am J Physiol Heart Circ Physiol.;* v.278, n.6, p.2039-49, 2000. doi:10.1152/ajpheart.2000.278.6.H2039
  17. DUARTE M, FREITAS SMSF. Revisão sobre posturografia baseada em plataforma de força para avaliação do equilíbrio Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia.* v.14, n.3, p 183-92, 2010.
  18. PEREZ VELAZQUEZ JL. Finding simplicity in complexity: General principles of biological and nonbiological organization. *J Biol Phys.* v.35, n.3, p.209-221, 2009. doi:10.1007/s10867-009-9146-z
  19. TANG L, LV H, YANG F, YU L. Complexity testing techniques for time series data: A comprehensive literature review. *Chaos, Solitons and Fractals.* v.81, p.117-135, 2015. doi:10.1016/j.chaos.2015.09.002
  20. DONKER SF, ROERDINK M, GREVEN AJ, BEEK PJ. Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. *Exp Brain Res.*v.181, p.1-11, 2007. doi:10.1007/s00221-007-0905-4
  21. MA R, MT T. Variability of determinism in motor behavior. *J Mot Behav.* v.34, n.2, p.99-125, 2002.
  22. RICKLES D, HAWE P, SHIELL A. A simple guide to chaos and complexity. *J Epidemiol Community Health.* v.61, n.11, p.933-937, 2007. doi:10.1136/jech.2006.054254
  23. LIPSITZ LA, GOLDBERGER AL. Loss of 'Complexity' and Aging: Potential Applications of Fractals and Chaos Theory to Senescence. *JAMA J Am Med Assoc.* v.267, n.13, p.1806-1809, 1992. doi:10.1001/jama.1992.03480130122036
  24. BORBA DDA. How many days are needed for a reliable assessment by the Sleep Diary ? v.13, n.1, p. 49-53, 2020. doi:10.5935/1984-0063.20190131
  25. OHAYON M, WICKWIRE EM, HIRSHKOWITZ M, et al. National Sleep Foundation's sleep quality recommendations: first report. *Sleep Heal.* v.3, n.1, p.6-19, 2017. doi:10.1016/j.sleh.2016.11.006

26. HIRSHKOWITZ M, WHITON K, ALBERT SM, et al. National sleep foundation's sleep time duration recommendations: Methodology and results summary. *Sleep Heal.* v.1, n.1, p.40-43, 2015. doi:10.1016/j.sleh.2014.12.010
27. BERTOLAZI AN, FAGONDES SC, HOFF LS, ET AL. Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. *Sleep Med.* v.12, n.1, p.70-75, 2011. doi:10.1016/j.sleep.2010.04.020
28. HORME J., OSTBERG O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *Int J Chronobiol.* v.4, p.97-110, 1976. doi:10.1177/0748730405285278
29. BERTOLAZI AN, FAGONDES SC, HOFF LS, ET AL. Portuguese-language version of the Epworth sleepiness scale: validation for use in Brazil. v. 35, p.877-883, 2009.
30. GOMES-OLIVEIRA MH, GORENSTEIN C, NETO FL, ANDRADE LH, WANG YP. Revista Brasileira de Psiquiatria Psychiatry Validation of the Brazilian Portuguese version of the Beck Depression Inventory-II in a community sample.v.34, p.389-394, 2012. doi:10.1016/j.rbp.2012.03.005
31. LEE PH, MACFARLANE DJ, LAM TH, STEWART SM. Validity of the international physical activity questionnaire short form ( IPAQ-SF ): A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity.* v.8, n.115, p.1-11, 2011.
32. PLISKY PJ, GORMAN PP, BUTLER RJ, KIESEL KB, UNDERWOOD FB, ELKINS B. The reliability of an instrumented device for measuring components of the star excursion balance test. *N Am J Sports Phys Ther.* v.4, n.2, p.92-99, 2009. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21509114><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC2953327>.
33. LAKE DE, RICHMAN JS, PAMELA GRIFFIN M, RANDALL MOORMAN J. Sample entropy analysis of neonatal heart rate variability Downloaded from. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* v. 283, p.789-797, 2002. doi:10.1152/ajpregu.00069
34. ROERDINK M, DE HAART M, DAFFERTSHOFER A, DONKER SF, GEURTS ACH, BEEK PJ. Dynamical structure of center-of-pressure trajectories in patients recovering from stroke. *Exp Brain Res.* v.174, n.2, p. 256-269, 2006. doi:10.1007/s00221-006-0441-7
35. LUBETZKY A V, HAREL D, LUBETZKY E. On the effects of signal processing on sample entropy for postural control. *PLoS One.* v.13, n.3, p.1-15, 2018.
36. RHEA CK, SILVER TA, HONG SL, ET AL. Noise and Complexity in Human Postural Control : Interpreting the Different Estimations of Entropy. *PLoS One.*v.6, n.3, p.1-10, 2011. doi:10.1371/journal.pone.0017696
37. GOEL N, BASNER M, RAO H, DINGES DF. Circadian Rhythms, Sleep Deprivation, and Human Performance. *Prog Mol Biol Transl Sci.*v.119, p.155–190, 2013. doi:10.1016/B978-0-12-396971-2.00007-5

38. ROBILLARD R, PRINCE F, BOISSONNEAULT M, FILIPINI D, CARRIER J. Effects of increased homeostatic sleep pressure on postural control and their modulation by attentional resources. *Clin Neurophysiol.* v.122, n.9, p.1771-1778, 2011. doi:10.1016/j.clinph.2011.02.010
39. AGUIAR SA, BARELA JA. Adaptation of sensorimotor coupling in postural control is impaired by sleep deprivation. *PLoS One.* v.10, n.3, p. 1-15, 2015. doi:10.1371/journal.pone.0122340
40. MINATI, A.; SANTANA, M.G.; MELLO M. A influência dos ritmos circadianos no desempenho físico. *R bras Ci e Mov.* v.14, n.1, p.75-86, 2006.
41. SILVA A, ANDERSEN ML, DE MELLO MT, BITTENCOURT LRA, PERUZZO D, TUFIK S. Gender and age differences in polysomnography findings and sleep complaints of patients referred to a sleep laboratory. *Brazilian J Med Biol Res.* v.41, n.12, p. 1067-1075, 2008. doi:10.1590/S0100-879X2008001200005
42. HACHUL DE CAMPOS H, BRANDÃO L, D'ALMEIDA V, ET AL. Sleep disturbances, oxidative stress and cardiovascular risk parameters in postmenopausal women complaining of insomnia. *Climacteric.* v.9, n.4, p.312-319, 2006. doi:10.1080/13697130600871947
43. JACOBS C, UHL TL, SEELEY M, STERLING W, GOODRICH L. Strength and fatigability of the dominant and nondominant hip abductors. *J Athl Train.* v.40, n.3, p.203-206, 2005.

## ANEXOS

### ANEXO 1- Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Efeito da privação de sono na regularidade do controle postural em adultos jovens

**Pesquisador:** Sergio Teixeira da Fonseca

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 19595919.4.0000.5149

**Instituição Proponente:** PRO REITORIA DE PESQUISA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.613.318

##### Apresentação do Projeto:

O presente projeto de pesquisa possui delineamento quase-experimental e objetiva investigar os efeitos da privação de sono (24h) na regularidade do controle postural em indivíduos adultos jovens saudáveis e, de forma secundária, analisar se essas mudanças estão associadas a mudanças no teste de desempenho físico. Serão incluídos no estudo indivíduos adultos, jovens e saudáveis, do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, que atendam aos critérios de inclusão propostos. Os voluntários participarão de dois momentos de coleta (medidas repetidas): situação controle, na qual haverá uma noite normal de sono e todos os procedimentos de coleta serão realizados a partir das 8h da manhã do dia seguinte, e situação experimental, na qual os voluntários serão privados do sono por um período de 24h. Nas 24h de privação do sono, os voluntários deverão permanecer no laboratório, sendo oferecidas atividades diversas de baixo gasto energético. O controle postural, variável desfecho do presente estudo, o controle postural será medido através do deslocamento do centro de pressão (COP) na plataforma de força (AMTI OR6-7-1000, Watertown, EUA) à uma frequência de 1000 Hz, no sentido médio-lateral e ântero-posterior. Para essa tarefa, será traçado em uma folha de papel sobre a plataforma de força o molde dos pés dos participantes e será fixada uma marca na parede ao mesmo nível dos olhos dos indivíduos. Será solicitado que eles se mantenham de pé sobre o molde, permanecendo estáticos, de maneira relaxada, com braços ao lado do corpo e com olhar fixo para a marca

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2ª Ad. Sl 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)5409-4502

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.613.218

posicionada na parede por 60 segundos. Na condição privação de sono, a primeira coleta do COP será realizada 12 horas após o início do protocolo experimental, que acontecerá às 20:00 horas da noite. Após esse período, as medidas do COP serão realizadas de 3 em 3 horas até às 8:00 horas da manhã seguinte. Esse protocolo será feito com o objetivo de observar se haverá mudanças na regularidade do COP em relação ao tempo, de maneira que as medidas com intervalos menores de tempo pudessem ser iniciadas próximo do período habitual em que os indivíduos adormecem.

**Objetivo da Pesquisa:**

Investigar os efeitos da privação de sono (24h) na regularidade do controle postural em indivíduos adultos jovens saudáveis e, de forma secundária, analisar se essas mudanças estão associadas a mudanças no teste de desempenho físico.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

A pesquisa apresenta como riscos os esperados efeitos deletérios associados a privação de sono por 24h. Além disso, há risco de desconforto na realização dos testes e no fornecimento de informações pessoais nos questionários. Estes riscos foram adequadamente descritos aos participantes.

Existe um benefício direto, relacionado aos dados provenientes dos testes realizados, os quais devem ser disponibilizados ao voluntário. Além disso, Existe um benefício esperado indireto relacionado ao avanço para a prática da fisioterapia, uma vez que, uma nova forma de análise do movimento será investigada e ela poderá, posteriormente, auxiliar na previsão de que alguma lesão possa, eventualmente, ocorrer em alguma prática esportiva.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

A presente pesquisa tem como principal questão metodológica a privação do sono por um período de 24h. Neste período, deve-se atentar para a responsabilidade direta do pesquisador sob o voluntário, devendo ser oferecida assistência integral, incluindo alimentação durante todo o período de coleta, bem como assistência médica no caso de problemas de saúde advindos da privação do sono. Todos estes itens encontram-se devidamente apresentados na versão atual do TCLE.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Os termos foram devidamente apresentados. Todas as solicitações realizadas no parecer anterior foram atendidas pelos pesquisadores.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Considerando o atendimento às diligências apontadas no parecer original, sou favorável, salvo

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 8827 2ª Ad. Sl 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4592 E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.613.318

melhor juízo, à aprovação do presente projeto de pesquisa.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, Informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1384335.pdf	12/09/2019 14:48:57		Aceito
Outros	CARTA.docx	12/09/2019 14:48:19	CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	12/09/2019 14:45:58	CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_MOD.pdf	12/09/2019 14:44:39	CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR	Aceito
Parecer Anterior	parecer_camara2.jpg	20/08/2019 21:19:19	CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	12/07/2019 14:52:18	CAMILA GOMES MIRANDA E CASTOR	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad Sl 2005  
 Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901  
 UF: MG Município: BELO HORIZONTE  
 Telefone: (31)3409-4562 E-mail: coop@prpq.ufmg.br

## ANEXO 2- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**Título do estudo:** Efeito da privação de sono na regularidade do controle postural em indivíduos adultos jovens e saudáveis.

**Investigadora principal:** Camila Gomes Miranda e Castor

**Orientador:** Sérgio da Teixeira Fonseca

Gostaria de convidá-lo para o meu estudo que tem o objetivo de investigar se uma técnica de análise do comportamento motor é sensível a modificações do controle da postura após 24 horas de privação de sono e investigar se a privação de sono provoca mudanças no desempenho em tarefas que impõem uma demanda física.

**Procedimentos:** Os testes serão realizados no Laboratório de Análise do movimento (sala 1107) da Escola de Educação Física, Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Federal de Minas Gerais. Caso concorde em participar, precisamos da sua assinatura neste termo de consentimento, indicando que você entendeu todos os procedimentos, os riscos e os benefícios do presente estudo. Para tanto, descreveremos a seguir todas as etapas da pesquisa:

- Inicialmente, será entregue a você um equipamento parecido com um relógio (actígrafo) que medirá algumas características do seu padrão de sono e será solicitado para que o utilize por sete dias antecedentes a coleta. Também será entregue um diário de sono, no qual deverá preenche-lo por um período de sete dias antecedentes à coleta de dados.
- No dia da coleta, será solicitado para que compareça ao laboratório citado acima até às 8:00 horas da manhã e para que permaneça até as 8:00 horas da manhã do dia seguinte, sendo privado de sono por 24 horas.
- Serão medidos o seu peso, altura e o comprimento de suas pernas. Logo após, será realizado a medida do controle postural e um teste de estabilidade dinâmica.
- No teste de estabilidade dinâmica (*Modified Star Excursion Balance Test*) será solicitado para que fique com o apoio de apenas um pé no centro de três fitas métricas e para que você tente realizar um alcance máximo com a perna que estará livre. Esse alcance será realizado em três direções (à frente, para o lado direito e para o lado esquerdo) com uma perna por vez e será pedido para que repita esse procedimento por 6 vezes para a realização do treinamento. Após 5 minutos de descanso, serão realizadas 3 tentativas válidas para cada direção e para cada perna.
- Na medida do controle postural, será solicitado para que fique de pé, parado de maneira relaxada, com braços ao lado do corpo e com olhar fixo para uma marca que estará posicionada na parede por 120 segundos.
- Será solicitado para que preencha alguns questionários que informará algumas características importantes para o estudo como sobre qual perfil de sono você tem (*Morningness-Eveningness Questionnaire*); seu nível de atividade física (*International Physical Activity Questionnaire Short Form*); sonolência diurna (*Eppworth Sleepiness Scale*); índice de depressão (*Beck Depression Inventory*) e qualidade de sono (*Pittsburgh Sleep Quality Index*).

- Não será permitido a ingestão de bebidas alcoólicas e nem de estimulantes como, por exemplo, a cafeína. Será solicitado também para se abster de atividades físicas extenuantes por pelo menos 24 horas anteriores ao início das coletas.
- Durante o período de privação de sono serão permitidas atividades de baixo gasto energético como: assistir televisão, jogar jogos de tabuleiro ou cartas, ler livros, mexer no computador e ouvir músicas.
- Durante todo período de coleta você receberá assistência integral, incluindo alimentação durante todo o período de coleta, bem como assistência médica no caso de problemas de saúde advindos da privação de sono.

**Riscos e desconfortos:** A sua participação no estudo oferece riscos mínimos a sua saúde. Mas, algumas situações poderão ocorrer, como:

- 1) Leve desconforto em quadril, joelho e pé durante a realização do teste de alcance máximo (*Modified Star Excursion Balance Test*), que não deve permanecer após a realização do mesmo;
- 2) A privação de sono por um período de 24 horas pode ocasionar, de forma aguda: alterações de humor (aumento do estresse e irritação); redução da capacidade de tomada de decisões, diminuição da atenção e concentração, sensação de cansaço/fadiga, falta de entusiasmo em atividades diárias e atraso na resposta a estímulos. Devido a essas alterações, não é recomendado que os voluntários retornem dirigindo para seus domicílios. Por isso, após o experimento, todos serão conduzidos às suas casas ou terão seu retorno garantido por pagamento de aplicativos de transporte (ex: UBER). Os efeitos citados acima não devem permanecer no dia seguinte ao término das coletas (após uma noite de sono normal). Caso houver persistência dos efeitos citados, ou alguma outra manifestação advinda da privação de sono, será resguardado o atendimento médico, devendo os pesquisadores responsáveis (Camila Castor e Sérgio Fonseca) serem acionados. Além disso, caso houver necessidade de atendimento médico para questões emergenciais durante o período de coleta, será acionado o sistema único de saúde.

**Benefícios esperados:** Serão fornecidos a você todos os dados dos testes que serão realizados neste estudo, sendo este o benefício direto. Além disso, os resultados do presente estudo serão um avanço para a prática da fisioterapia, uma vez que, uma nova forma de análise do movimento será investigada e ela poderá, posteriormente, auxiliar em melhores avaliações do comportamento motor, sendo este o benefício indireto da pesquisa.

**Confidencialidade:** Para se garantir a confidencialidade dos dados obtidos nesta pesquisa, o seu nome não será utilizado em nenhum veículo de publicação dos resultados.

**Recusa ou desistência da participação:** Sua participação é inteiramente voluntária, portanto a sua desistência poderá ocorrer a qualquer momento sem a necessidade de justificativa e não lhe acarretará qualquer prejuízo.

**Gastos:** Você deverá comparecer ao laboratório de análise do movimento da EEFETO- UFMG nos dias e horários previamente agendados. Você não terá gastos para participar desta pesquisa, assim, você receberá uma ajuda de custo para cobrir os gastos com alimentação e transporte.

Mais informações sobre o estudo poderão ser fornecidas pela pesquisadora responsável Camila Castor (telefone 31 98563-0399/ email: [camilagomescastor@gmail.com](mailto:camilagomescastor@gmail.com) ). Além disso, em caso de dúvidas éticas sobre a pesquisa, você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em pesquisa – CEP/UFMG na Av. Presidente Antônio Carlos, 6627, Unidade Administrativa II, 2º andar, sala 2005 (telefone 31 3409-4592). Após a leitura completa do presente documento, caso concorde em participar, você deverá assinar o termo de consentimento abaixo e rubricar todas as folhas deste termo. Esse documento é emitido em duas vias, que serão ambas assinadas por mim e pela pesquisadora, ficando uma via com cada um de nós.

#### **TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu li e entendi toda a informação acima. Todas as minhas dúvidas foram satisfatoriamente respondidas e eu concordo em ser um voluntário do estudo.

_____	_____
Assinatura do Voluntário	Data
_____	_____
MSc. Camila Gomes Miranda e Castor	Data
_____	_____
Dr. Sérgio Teixeira da Fonseca	Data

#### **COEP-UFMG - Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG**

Av. presidente Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II – 2ª andar – Sala 2005. Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.

E-mail: [coep@prpq.ufmg.br](mailto:coep@prpq.ufmg.br). Tel: 34094592

## ANEXO 3 – Diário de sono

### Diário de atividade/repouso - Actígrafo

Este diário deve ser preenchido ao longo do uso do actígrafo. O actígrafo é um equipamento médico que registra repouso e atividade, informando dados sobre atividade geral, horários de sono, cochilos ao longo do dia, episódios de vigília assim como informações sobre a quantidade e a qualidade do seu sono.

**IMPORTANTE:** No momento em que você se deitar na cama, ao levantar da cama ou ao retirar e recolocar o equipamento, é necessário pressionar o botão localizado no corpo do actígrafo.

Participante:

Nº do actígrafo:

		Dia	01	02	03	04	05
		Data					
De manhã...	Hora que acordou						
	Hora que saiu da cama						
Você retirou o Actígrafo?	Retirou às						
	Recolocou às						
	Retirou às						
	Recolocou às						
Cochilos	Começou às						
	Terminou às						
A noite...	Deitou às						
	Dormiu às						
Uso de aparelhos que emitem luz	Parou de usar às						

### ANEXO 4 - Pittsburgh Sleep Quality Index

#### ESCALA DE PITTSBURGH PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SONO

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

As questões seguintes referem-se aos seus hábitos de sono durante o mês passado. Suas respostas devem demonstrar, de forma mais precisa possível, o que aconteceu na maioria dos dias e noites apenas desse mês. Por favor, responda a todas as questões.

1- Durante o mês passado, a que horas você foi habitualmente dormir? \_\_\_\_\_ h.

2- Durante o mês passado, quanto tempo (em minutos) habitualmente você levou para adormecer a cada noite: \_\_\_\_\_ min

3- Durante o mês passado, a que horas você habitualmente despertou? \_\_\_\_\_ h.

4- Durante o mês passado, quantas horas de sono realmente você teve à noite? (isto pode ser diferente do número de horas que você permaneceu na cama). Horas de sono por noite: \_\_\_\_\_

Para cada uma das questões abaixo, marque a melhor resposta. Por favor, responda a todas as questões.

5- Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas de sono porque você...

	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes por semana	3 ou mais vezes por semana
a- Não conseguia dormir em 30 minutos				
b- Despertou no meio da noite ou da madrugada				
c- Teve que levantar à noite para ir ao banheiro				
d- Não conseguia respirar de forma satisfatória				

e- Tossia ou roncava alto				
f- Sentia muito frio				
g- Sentia muito calor				
h- Tinha sonhos ruins				
i- Tinha dor				
j- Outra razão (por favor, descreva)				
k- Durante o mês passado, com que frequência você teve problemas com o sono por essa causa acima?				

6- Durante o mês passado, como você avaliaria a qualidade geral do seu sono?

( ) Muito Bom      ( ) Bom      ( ) Ruim      ( ) Muito Ruim

	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes por semana	3 ou mais vezes por semana
7- Durante o mês passado, com que frequência você tomou medicamento (prescrito ou por conta própria) para ajudar no sono?				
8- Durante o mês passado, com que frequência você teve dificuldades em permanecer acordado enquanto estava dirigindo, fazendo refeições, ou envolvido em atividades sociais?				
9- Durante o mês passado, quanto foi problemático para você manter-se suficientemente entusiasmada ao realizar suas atividades?				

10) - Você divide com alguém o mesmo quarto ou a mesma cama?

(    ) mora só      (    ) divide o mesmo quarto, mas não a mesma cama      (    ) divide a mesma cama

11- Se você divide com alguém o quarto ou a cama, pergunte a ele(a) com qual frequência durante o último mês você tem tido:

	Nunca no mês passado	Menos de 1 vez por semana	1 ou 2 vezes por semana	3 ou mais vezes por semana
a- Ronco alto				
b- Longas pausas na respiração enquanto estava dormindo				
c- Movimentos de chutar ou sacudir as pernas enquanto estava dormindo				
d- Episódios de desorientação ou confusão durante a noite?				
e- Outras inquietações durante o sono (por favor, descreva):				

**ANEXO 5- Morningness-Eveningness Questionnaire****QUESTIONÁRIO DE MATUTINIDADE-VESPERTINIDADE**Versão de Auto-Avaliação (MEQ-SA)<sup>1</sup>

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Para cada questão, por favor selecione a resposta que melhor descreve você checando o ícone correspondente. Faça seus julgamentos baseado em como você tem se sentindo nas semanas recentes.

1. Aproximadamente que horário você acordaria se estivesse inteiramente livre para planejar seu dia?

[5] 05:00–06:30 h

[4] 06:30–07:45 h

[3] 07:45–09:45 h

[2] 09:45–11:00 h

[1] 11:00–12:00 h

2. Aproximadamente em que horário você iria deitar caso estivesse inteiramente livre para planejar sua noite?

[5] 20:00–21:00 h

[4] 21:00–22:15 h

[3] 22:15–00:30 h

[2] 00:30–01:45 h

[1] 01:45–03:00 h

3. Caso você usualmente tenha que acordar em um horário específico pela manhã, quanto você depende de um alarme?

[4] Nem um pouco

[3] Razoavelmente

[2] Moderadamente

[1] Bastante

<sup>1</sup>Algumas questões e escolhas dos itens foram rephraseadas do instrumento original (Horne e Östberg, 1976) para conformar com o inglês americano. Discretas escolhas de itens foram substituídas por escalas gráficas contínuas.

Preparado por Terman M, Rifkin JB, Jacobs J, White TM. New York State Psychiatric Institute, 1051 Riverside Drive, Unit 50, New York, NY, 10032. Apoiado pelo NIH Grant MH42931. *Veja também:* versão automática (AutoMEQ) em [www.cet.org](http://www.cet.org). Ver. 8/09. Horne JA and Östberg O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 1976: 4, 97-100.

### Questionário de Matutividade-Vespertividade

#### Página 2

4. Quão fácil você acha que é para acordar pela manhã (quando você não é despertado inesperadamente)?

[1] Muito difícil

[2] Razoavelmente difícil

[3] Razoavelmente fácil

[4] Muito fácil

5. Quão alerta você se sente durante a primeira meia hora depois que você acorda pela manhã?

[1] Nem um pouco alerta

[2] Razoavelmente alerta

[3] Moderadamente alerta

[4] Muito alerta

6. Quanta fome você sente durante a primeira meia hora depois que você acorda?

[1] Nem um pouco faminto

[2] Razoavelmente faminto

[3] Moderadamente faminto

[4] Muito faminto

7. Durante a primeira meia hora depois que você acorda pela manhã, como você se sente?

[1] Muito cansado

[2] Razoavelmente cansado

[3] Moderadamente desperto

[4] Muito desperto

8. Caso você não tenha compromissos no dia seguinte, em que horário você iria deitar comparado com seu horário de dormir usual?

[4] Raramente ou nunca mais tarde

[3] Menos que uma 1 hora mais tarde

[2] 1-2 horas mais tarde

[1] Mais de 2 horas mais tarde

### Questionário de Matutividade-Vespertividade

#### Página 3

9. Você decidiu fazer atividade física. Um amigo sugere que faça isso por uma hora, duas vezes por semana, e o melhor horário para ele é entre 7-8hs. Tendo em mente nada a não ser seu próprio “relógio” interno, como você acha que seria seu desempenho?

[4] Estaria em boa forma

[3] Estaria razoavelmente em forma

[2] Acharia difícil

[1] Acharia muito difícil

10. Em aproximadamente que horário da noite você se sente cansado, e, como resultado, necessitando de sono?

[5] 20:00–21:00 h

[4] 21:00–22:15 h

[3] 22:15–00:45 h

[2] 00:45–02:00 h

[1] 02:00–03:00 h

11. Você quer estar no seu melhor desempenho para um teste que você sabe que será mentalmente exaustivo e durará duas horas. Você está inteiramente livre para planejar seu dia. Considerando apenas seu “relógio” interno, qual desses quatro horários de teste você escolheria?

[6] 08–10 h

[4] 11–13 h

[2] 15–17 h

[0] 19–21 h

12. Caso você tivesse que se deitar as 23:00hs, quão cansado você estaria?

[0] Nem um pouco cansado

[2] Um pouco cansado

[3] Moderadamente cansado

[5] Muito cansado

## Questionário de Matutividade-Vespertividade

## Página 4

13. Por alguma razão, você se deitou na cama várias horas depois que o usual, mas não há necessidade para acordar em um horário específico na manhã seguinte. Qual das seguintes alternativas você provavelmente faria?

[4] Acordaria no horário usual, mas não voltaria a dormir

[3] Acordaria no horário usual e depois iria cochilar

[2] Acordaria no horário usual, mas iria voltar a dormir

[1] Não acordaria até mais tarde que o usual

14. Em uma noite, você tem que ficar acordado entre as 04:00-06:00hs, para realizar um plantão noturno. Você não tem compromissos com horários no dia seguinte. Qual das alternativas melhor se adequaria para você?

[1] Não iria para cama até o plantão ter terminado

[2] Teria um cochilo antes e dormiria depois

[3] Teria um bom sono antes e um cochilo depois

[4] Dormiria somente antes do plantão

15. Você tem duas horas de atividade física pesada. Você está inteiramente livre para planejar seu dia. Considerando apenas seu “relógio” interno, qual dos seguintes horários você iria escolher?

[4] 08–10 h

[3] 11–13 h

[2] 15–17 h

[1] 19–21 h

16. Você decidiu fazer atividade física. Uma amiga sugere que faça isso por uma hora, duas vezes por semana, e o melhor horário para ela é entre 22:00- 23:00hs. Tendo em mente apenas seu próprio “relógio” interno, como você acha que seria seu desempenho?

[1] Estaria em boa forma

[2] Estaria razoavelmente em forma

[3] Acharia difícil

[4] Acharia muito difícil

## Questionário de Matutividade-Vespertividade

## Página 5

17. Suponha que você possa escolher seus próprios horários de trabalho. Imagine que você trabalha cinco horas por dia (incluindo intervalos), seu trabalho é interessante e você é pago baseado no seu desempenho. Em aproximadamente qual horário você escolheria começar?

[5] 5 horas começando entre 05–08 h

[4] 5 horas começando entre 08–09 h

[3] 5 horas começando entre 09–14 h

[2] 5 horas começando entre 14–17 h

[1] 5 horas começando entre 17–04 h

18. Em aproximadamente qual horário do dia você se sente na sua melhor condição?

[5] 05–08 h

[4] 08–10 h

[3] 10–17 h

[2] 17–22 h

[1] 22–05 h

19. Quando escuta sobre “tipos matutinos” e “tipos vespertinos”, qual desses tipos você se considera?

[6] Definitivamente um tipo matutino

[4] Mais um tipo matutino que um tipo vespertino

[2] Mais um tipo vespertino que um tipo matutino

[1] Definitivamente um tipo vespertino

\_\_\_\_\_ Pontuação total para todas as 19 questões

## ANEXO 6 - Eppworth Sleepiness Scale

ESCALA DE  
SONOLÊNCIA  
DE EPWORTH

### ESCALA DE SONOLÊNCIA DE EPWORTH

*Qual a probabilidade de você cochilar ou adormecer nas situações abaixo – e não apenas sentir-se cansado?*

*Este questionário refere-se ao seu modo de vida habitual nos últimos tempos. Mesmo que não tenha feito passado por alguma dessas situações ultimamente, tente imaginar como é que elas o afetariam. Use a escala que se segue para escolher o número mais apropriado para cada situação:*

- 0** – nenhuma probabilidade de pegar no sono;
- 1** – ligeira probabilidade de pegar no sono;
- 2** – moderada probabilidade de pegar no sono;
- 3** – forte probabilidade de pegar no sono.

Situação	Probabilidade de Pegar no sono
Sentado lendo um livro;	
Sentado vendo televisão;	
Sentado inativo em lugar público (por exemplo, sala de espera, cinema ou reunião);	
Como passageiro num carro durante uma hora sem paragem;	
Deitado descansando à tarde quando as circunstâncias permitem;	
Sentado conversando com alguém;	
Sentado calmamente após um almoço sem ter bebido álcool;	
Ao volante parado no trânsito durante alguns minutos;	

Pontuação de 0 a 9 - considerado normal.

Pontuação de 10 a 24 - Procure um médico você pode ter distúrbio do sono.

## ANEXO 7 - Beck Depression Inventory

### ESCALA DE DEPRESSÃO DE BECK

Nome \_\_\_\_\_ Data \_\_\_\_\_

Este questionário consiste em 21 grupos de afirmações. Por favor, leia cada uma delas e faça um círculo em volta do número da afirmação que melhor descreve como você se sentiu na última semana, incluindo hoje. Certifique-se de ter lido todas as afirmativas, antes de fazer sua escolha.

1	0 Não me sinto triste 1 Eu me sinto triste 2 Estou sempre triste e não consigo sair disso 3 Estou tão triste ou infeliz que não consigo suportar	12	0 Não perdi o interesse nas outras pessoas  1 Interesse-me menos do que costumava pelas outras pessoas 2 Perdi a maior parte do meu interesse nas outras pessoas 3 Perdi todo o meu interesse nas outras pessoas
2	0 Não estou especialmente desanimado quanto ao futuro 1 Eu me sinto desanimado quanto ao futuro 2 Acho que nada tenho a esperar 3 Acho o futuro sem esperança e tenho a impressão de que as coisas não podem melhorar	13	0 Tomo decisões mais ou menos tão bem como em outra época 1 Adio minhas decisões mais do que costumava 2 Tenho maior dificuldade em tomar decisões do que antes 3 Não consigo mais tomar decisões
3	0 Não me sinto um fracasso 1 Acho que fracassei mais do que uma pessoa comum 2 Quando olho para trás, na minha vida, tudo o que posso ver é um monte de fracassos 3 Acho que, como pessoa, sou um completo fracasso	14	0 Não sinto que minha aparência seja pior do que costumava ser 1 Preocupo-me por estar parecendo velho ou sem atrativos 2 Sinto que há mudanças permanentes em minha aparência  3 Considero-me feio
4	0 Tenho tanto prazer em tudo como antes 1 Não sinto mais prazer nas coisas como antes 2 Não encontro um prazer real em mais nada 3 Estou insatisfeito ou aborrecido com tudo	15	0 Posso trabalhar mais ou menos tão bem quanto antes 1 Preciso de um esforço extra para começar qualquer coisa 2 Tenho de me esforçar muito até fazer qualquer coisa 3 Não consigo fazer nenhum trabalho
5	0 Não me sinto especialmente culpado 1 Eu me sinto culpado às vezes 2 Eu me sinto culpado na maior parte do tempo 3 Eu me sinto sempre culpado	16	0 Durmo tão bem quanto de hábito 1 Não durmo tão bem quanto costumava 2 Acordo uma ou duas horas mais cedo do que de hábito e tenho dificuldade para voltar a dormir 3 Acordo várias horas mais cedo do que costumava e tenho dificuldade para voltar a dormir
6	0 Não acho que esteja sendo punido 1 Acho que posso ser punido 2 Creio que vou ser punido 3 Acho que estou sendo punido	17	0 Não fico mais cansado que de hábito 1 Fico cansado com mais facilidade do que costumava 2 Sinto-me cansado ao fazer quase qualquer coisa 3 Estou cansado demais para fazer qualquer coisa
7	0 Não me sinto decepcionado comigo mesmo 1 Estou decepcionado comigo mesmo.	18	0 Meu apetite não está pior do que de hábito 1 Meu apetite não é tão bom quanto costumava ser

	2 Estou enojado de mim 3 Eu me odeio		2 Meu apetite está muito pior agora 3 Não tenho mais nenhum apetite
8	0 Não me sinto de qualquer modo pior que os outros 1 Sou crítico em relação a mim devido a minhas fraquezas ou meus erros 2 Eu me culpo sempre por minhas falhas 3 Eu me culpo por tudo de mal que acontece	19	0 Não perdi muito peso, se é que perdi algum ultimamente 1 Perdi mais de 2,5 Kg 2 Perdi mais de 5,0 Kg 3 Perdi mais de 7,5 Kg
9	0 Não tenho quaisquer idéias de me matar 1 Tenho idéias de me matar, mas não as executaria 2 Gostaria de me matar 3 Eu me mataria se tivesse oportunidade		Estou deliberadamente tentando perder peso, comendo menos: SIM ( ) NÃO ( )
10	0 Não choro mais que o habitual 1 Choro mais agora do que costumava 2 Agora, choro o tempo todo 3 Costumava ser capaz de chorar, mas agora não consigo mesmo que o queira	20	0 Não me preocupo mais que o de hábito com minha saúde  1 Preocupo-me com problemas físicos como dores e aflições ou perturbações no estômago ou prisão de ventre 2 Estou muito preocupado com problemas físicos e é difícil pensar em outra coisa que não isso 3 Estou tão preocupado com meus problemas físicos que não consigo pensar em outra coisa
11	0 Não sou mais irritado agora do que já fui 1 Fico molestado ou irritado mais facilmente do que costumava 2 Atualmente me sinto irritado o tempo todo. 3 Absolutamente não me irrita com as coisas que costumavam irritar-me	21	0 Não tenho observado qualquer mudança recente em meu interesse sexual 1 Estou menos interessado por sexo que costumava 2 Estou bem menos interessado em sexo atualmente 3 Perdi completamente o interesse por sexo

**ESCORE TOTAL:** \_\_\_\_\_

## ANEXO 8 - International Physical Activity Questionnaire Short Form



### QUESTIONÁRIO INTERNACIONAL DE ATIVIDADE FÍSICA – VERSÃO CURTA -

Nome: \_\_\_\_\_

Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_ Idade : \_\_\_\_ Sexo: F ( ) M ( )

Nós estamos interessados em saber que tipos de atividade física as pessoas fazem como parte do seu dia a dia. Este projeto faz parte de um grande estudo que está sendo feito em diferentes países ao redor do mundo. Suas respostas nos ajudarão a entender que tão ativos nós somos em relação à pessoas de outros países. As perguntas estão relacionadas ao tempo que você gasta fazendo atividade física na **ÚLTIMA** semana. As perguntas incluem as atividades que você faz no trabalho, para ir de um lugar a outro, por lazer, por esporte, por exercício ou como parte das suas atividades em casa ou no jardim. Suas respostas são **MUITO** importantes. Por favor responda cada questão mesmo que considere que não seja ativo. Obrigado pela sua participação !

Para responder as questões lembre que:

- atividades físicas **VIGOROSAS** são aquelas que precisam de um grande esforço físico e que fazem respirar **MUITO** mais forte que o normal
- atividades físicas **MODERADAS** são aquelas que precisam de algum esforço físico e que fazem respirar **UM POUCO** mais forte que o normal

Para responder as perguntas pense somente nas atividades que você realiza por pelo menos 10 minutos contínuos de cada vez.

**1a** Em quantos dias da última semana você **CAMINHOU** por pelo menos 10 minutos contínuos em casa ou no trabalho, como forma de transporte para ir de um lugar para outro, por lazer, por prazer ou como forma de exercício?

dias \_\_\_\_ por **SEMANA** ( ) Nenhum

**1b** Nos dias em que você caminhou por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou caminhando por dia?

horas: \_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_

**2a.** Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **MODERADAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo pedalar leve na bicicleta, nadar, dançar, fazer ginástica aeróbica leve, jogar vôlei recreativo, carregar pesos leves, fazer serviços domésticos na casa, no quintal ou no jardim como varrer, aspirar, cuidar do jardim, ou qualquer atividade que fez aumentar

CENTRO COORDENADOR DO IPAQ NO BRASIL- CELAFISCS -  
INFORMAÇÕES ANÁLISE, CLASSIFICAÇÃO E COMPARAÇÃO DE RESULTADOS NO BRASIL  
Tel-Fax: - 011-42298980 ou 42299643. E-mail: celafiscs@celafiscs.com.br  
Home Page: www.celafiscs.com.br IPAQ Internacional: www.ipaq.ki.se

moderadamente sua respiração ou batimentos do coração (POR FAVOR NÃO INCLUA CAMINHADA)

dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

2b. Nos dias em que você fez essas atividades moderadas por pelo menos 10 minutos contínuos, quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

3a Em quantos dias da última semana, você realizou atividades **VIGOROSAS** por pelo menos 10 minutos contínuos, como por exemplo correr, fazer ginástica aeróbica, jogar futebol, pedalar rápido na bicicleta, jogar basquete, fazer serviços domésticos pesados em casa, no quintal ou cavoucar no jardim, carregar pesos elevados ou qualquer atividade que fez aumentar **MUITO** sua respiração ou batimentos do coração.

dias \_\_\_\_\_ por SEMANA ( ) Nenhum

3b Nos dias em que você fez essas atividades vigorosas por pelo menos 10 minutos contínuos quanto tempo no total você gastou fazendo essas atividades por dia?

horas: \_\_\_\_\_ Minutos: \_\_\_\_\_

Estas últimas questões são sobre o tempo que você permanece sentado todo dia, no trabalho, na escola ou faculdade, em casa e durante seu tempo livre. Isto inclui o tempo sentado estudando, sentado enquanto descansa, fazendo lição de casa visitando um amigo, lendo, sentado ou deitado assistindo TV. Não inclua o tempo gasto sentando durante o transporte em ônibus, trem, metrô ou carro.

4a. Quanto tempo no total você gasta sentado durante um dia de semana?  
\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

4b. Quanto tempo no total você gasta sentado durante em um dia de final de semana?  
\_\_\_\_\_ horas \_\_\_\_\_ minutos

#### PERGUNTA SOMENTE PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

5. Você já ouviu falar do Programa Agita São Paulo? ( ) Sim ( ) Não

6.. Você sabe o objetivo do Programa? ( ) Sim ( ) Não

