



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**ASSOCIAÇÃO DE OBESIDADE SARCOPÊNICA, INDICADORES DE  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA E DE ESFORÇO NO TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS  
COM A SEVERIDADE DA SÍNDROME DA APNEIA OBSTRUTIVA DO  
SONO: UM ESTUDO TRANSVERSAL**

LEONARDO BRYNNE RAMOS DE SOUZA

BELÉM-PA  
2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO  
HUMANO

**ASSOCIAÇÃO DE OBESIDADE SARCOPÊNICA, INDICADORES DE  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA E DE ESFORÇO NO TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS  
COM A SEVERIDADE DA SÍNDROME DA APNEIA OBSTRUTIVA DO  
SONO: UM ESTUDO TRANSVERSAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências do Movimento Humano, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Maria Tomazi Neves  
Co-orientador: Prof. Dr. Alex Harley Crisp

BELÉM-PA  
2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD**  
**Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará**  
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

D278a de Souza, Leonardo Brynne Ramos.  
Associação de obesidade sarcopênica, indicadores de composição corporal, de variabilidade da frequência cardíaca e de esforço no teste do degrau de seis minutos com a severidade da síndrome da apneia obstrutiva do sono: : um estudo transversal / Leonardo Brynne Ramos de Souza. — 2024.  
67 f. : il.

Orientador(a): Prof<sup>a</sup>. Dra. Laura Maria Tomazi Neves  
Coorientador(a): Prof. Dr. Alex Harley Crisp  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,  
Instituto de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em  
Ciências do Movimento Humano, Belém, 2024.

1. Apneia Obstrutiva do Sono. 2. Composição Corporal. 3. Calorimetria Indireta. 4. Teste de Esforço. 5. Sistema Nervoso Autônomo. I. Título.

CDD 616.209

---

LEONARDO BRYNNE RAMOS DE SOUZA

**ASSOCIAÇÃO DE OBESIDADE SARCOPÊNICA, INDICADORES DE  
COMPOSIÇÃO CORPORAL, DE VARIABILIDADE DA FREQUÊNCIA  
CARDÍACA E DE ESFORÇO NO TESTE DO DEGRAU DE SEIS MINUTOS  
COM A SEVERIDADE DA SÍNDROME DA APNEIA OBSTRUTIVA DO  
SONO: UM ESTUDO TRANSVERSAL.**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação de Mestrado Acadêmico em Ciências do Movimento Humano, do Instituto de Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Pará, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Profa. Dra. Laura Maria Tomazi Neves.

Co-orientador: Prof. Dr. Alex Harley Crisp

Data de aprovação: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

**Banca Examinadora**

Prof. Dra. Laura Maria Tomazi Neves - Orientadora  
PPGCMH/UFPA  
Presidente da Banca Examinadora

Prof. Dr. Anselmo de Athayde Costa e Silva  
PPGCMH/UFPA  
Membro interno

Prof. Dra. Daniela Lopes Gomes  
PPGNC/UFPA  
Membro externo

## RESUMO

**Introdução:** A síndrome da apneia obstrutiva do sono (SAOS) é o distúrbio respiratório relacionado ao sono mais comum do mundo, com diferentes níveis de severidade. A literatura aponta que o aumento de gordura corporal pode aumentar o gasto energético, alterar a variabilidade da frequência cardíaca durante o sono e vigília, e impactar na gravidade da síndrome. Assim, há um maior o risco de catabolismo muscular, impactando negativamente a saúde celular, medida pelo ângulo de fase na bioimpedância elétrica. Contudo, existem poucos estudos que já ampliaram a avaliação da composição corporal quanto à obesidade sarcopênica nessa população. Além disso, os resultados de pesquisas vigentes também se mostram conflitantes ao analisar os impactos da severidade da SAOS no desempenho metabólico e físico durante os testes de esforço. **Objetivo:** Analisar a associação dos indicadores de composição corporal, de variabilidade da frequência cardíaca e de esforço no teste do degrau de seis minutos com a severidade da SAOS. **Métodos:** Estudo do tipo transversal de caráter quantitativo, que ocorreu entre dezembro 2023 e agosto 2024, com amostra única de 37 pessoas, idade média de  $53,7 \pm 13,8$  anos, idade mínima 28 anos e idade máxima 78 anos, com diagnóstico de SAOS, confirmada por polissonografia tipo 1. A coleta dos dados foi realizada em duas fases: a) Repouso, utilizou-se a bioimpedância elétrica (Biodynamics BIA 450, Biodynamics Corporation, Washington, EUA) para coletar dados de composição corporal, a calorimetria indireta (Quark CPET, Cosmed, Itália) para coletar a taxa metabólica de repouso e as variáveis de domínio de tempo e frequência da variabilidade da frequência cardíaca pelo frequencímetro cardíaco (SmartLab, HMMGroup, Alemanha); b) Exercício, sendo utilizado o teste do degrau de 6 minutos com analisador de gases (Quark CPET, Cosmed, Itália) respiração a respiração para avaliar o esforço físico e metabólico. Para determinar a normalidade dos dados, foi utilizado o teste de Shapiro-Wilk, sendo a representação de dados normais por média e desvio padrão e para a representação de dados não normais por mediana e intervalo interquartil. Para análise multivariada dos dados, utilizou-se a análise de componentes principais (PCA), empregando o algoritmo de rotação varimax para criação dos componentes. O valor reduzido de cada componente foi utilizado para realizar análise de regressão linear simples. **Resultados:** Foram avaliadas 37 pessoas com SAOS (54,05% homens), IMC  $31,1 \pm 5,31$  kg/m<sup>2</sup> e IAH 31,3 (11,3-61,6). A análise de PCA criou 6 componentes principais (CP), sendo esses: 1° CP: composição corporal; 2° CP: saúde celular; 3° CP esforço físico; 4°CP razões ventilatórias; 5° CP: estimulação

simpatovagal; 6° CP: estimulação simpatovagal (muito baixa frequência). O componente de indicadores de composição corporal (IMC, circunferência cervical, taxa metabólica de repouso, resistência e capacitância do corpo) foi associado a maiores IAH, (F [3,32] = 3,05; p = 0,01), com valor de  $r^2$  ajustado de 0,22. **Conclusão:** A composição corporal está associada à severidade da SAOS, enquanto os componentes de saúde celular, esforço físico, razões ventilatórias, estimulação simpatovagal e estimulação simpatovagal de muito baixa frequência não estiveram associados com a severidade da síndrome.

**Palavras-chave:** apneia obstrutiva do sono; composição corporal; calorimetria indireta; teste de esforço; sistema nervoso autonômico.

## ABSTRACT

**Introduction:** Obstructive sleep apnea syndrome (OSAS) is the most common sleep-related respiratory disorder in the world, with different levels of severity. The literature indicates that increased body fat can increase energy expenditure, alter heart rate variability during sleep and wakefulness and affects the severity of the syndrome. Thus, there is a greater risk of muscle catabolism, negatively influencing cellular health, measured by the phase angle in bioelectrical impedance. However, few studies have expanded the assessment of body composition in relation to sarcopenic obesity in this population. In addition, the results of current research are also conflicting when analyzing the impacts of OSAS severity on metabolic and physical performance during stress tests.

**Objective:** To investigate the association of indicators of body composition, heart rate variability, and stress in the six-minute step test with the severity of OSAS. **Methods:**

Cross-sectional, quantitative study that took place between December 2023 and August 2024, with a single sample of 37 people diagnosed with OSAS, age  $53,7 \pm 13,8$  years, minimum age 28 years and maximum age 78 years, confirmed by type 1 polysomnography. Data collection was performed in two phases: a) Rest, using bioelectrical impedance (Biodynamics BIA 450, Biodynamics Corporation, Washington, USA) to collect body composition data, indirect calorimetry (Quark CPET, Cosmed, Italy) to collect resting metabolic rate and time and frequency domain variables of heart rate variability using a heart rate monitor (SmartLab, HMMGroup, Germany); b) Exercise, using the 6-minute step test with a gas analyzer (Quark CPET, Cosmed, Italy) breath by breath to assess physical and metabolic effort. To determine data normality, the Shapiro-Wilk test was used, with normal data represented by mean and standard deviation and non-normal data represented by median and interquartile range. For multivariate data analysis, principal component analysis (PCA) was used, employing the varimax rotation algorithm to create the components. The reduced value of each component was used to perform a simple linear regression analysis. **Results:** Thirty-seven individuals with OSAS (54.05% men), BMI  $31.1 \pm 5.31$  kg/m<sup>2</sup> and AHI 31.3 (11.3-61.6) were evaluated. The PCA analysis created 6 principal components (PC), which are: 1st PC: body composition; 2nd PC: cellular health; 3rd PC: physical effort; 4th PC: ventilatory reasons; 5th PC: sympathovagal stimulation; 6th PC: sympathovagal stimulation (very low frequency). The body composition indicators component (BMI, neck circumference, resting metabolic rate, body resistance, and capacitance) was associated with higher AHI (F

[3,32] = 3.05;  $p = 0.01$ ), with an adjusted  $r^2$  value of 0.22. **Conclusion:** Body composition is associated with the severity of OSAS, while the components of cellular health, physical effort, ventilatory ratios, sympathovagal stimulation, and very low frequency sympathovagal stimulation were not associated with the severity of the syndrome.

**Keywords:** obstructive sleep apnea; body composition; indirect calorimetry; stress test; autonomic nervous system.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Fluxograma do comportamento amostral no estudo.....	40
Figura 2 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: resistência, capacitância do corpo, IMC e circunferência cervical; Componente 2: Ângulo de Fase, reactância.....	43
Figura 3 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: número de passos, alcançado do predito, VO2 pico; Componente 2: PETCO2, VE/VCO2, RQ...	43
Figura 4 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: SDNN, RMSSD, TINN, HF Power, LF Power. Componente 2: VLF Power.....	44
Figura 5 - Modelo de regressão linear simples entre indicadores de composição corporal e o Índice de Apneia e Hipopneia.....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Característica antropométricas e polissonográficas dos pacientes com SAOS.....	40
Tabela 2 - Dados ventilatórios, metabólicos e de desempenho no Teste do Degrau de 6 minutos de pessoas com SAOS.....	43
Tabela 3 - Valores do componente I (indicadores de composição corporal) e componente II (saúde celular). Nota: foi utilizada a rotação varimax.....	43
Tabela 4 - Valores do componente III (esforço físico) e componente IV (razões ventilatórias). Nota: foi utilizada a rotação varimax.....	44
Tabela 5 - Valores do componente V (estimulação simpátovagal) e componente IV (estimulação simpátovagal de muito baixa frequência). Nota: foi utilizada a rotação varimax.....	44

## LISTA DE ABREVIACÕES

AF – Ângulo de fase

IAH - Índice de Apneia e Hipopneia

IMC – Índice de Massa Corporal

RDI - Índice de Distúrbios Respiratórios

RQ – Quociente Respiratório

SAOS – Síndrome de Apneia Obstrutiva do Sono

SNA – Sistema Nervoso Autônomo

SNC – Sistema Nervoso Central

TCEP – Teste de Esforço Cardiopulmonar

TC6 – Teste de Caminhada de 6 Minutos

TD6 – Teste do Degrau de 6 Minutos

TMR - Taxa Metabólica de Repouso

TSL-5 repetições – Teste de Sentar e Levantar de 5 Repetições

VFC – Variabilidade da Frequência Cardíaca

VCO<sub>2</sub> – produção de dióxido de carbono

VO<sub>2</sub> – consumo de oxigênio

## LISTA DE SÍMBOLOS

$\Phi = \text{Ángulo de Fase}$

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>14</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>17</b>
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivo específico .....	17
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>18</b>
3.1 Síndrome de apneia obstrutiva do sono.....	18
3.2 Composição corporal e gasto energético em apneia obstrutiva do sono .....	19
3.3 Taxa metabólica de repouso .....	20
3.4 Análise por bioimpedância .....	20
3.5 Relação entre sarcopenia e a síndrome da apneia obstrutiva do sono .....	23
3.6 Calorimetria indireta .....	24
3.7. Testes submáximos de esforço .....	25
3.8 Modulação autonômica cardíaca .....	27
3.9 Modulação autonômica e a síndrome de apneia obstrutiva do sono .....	29
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>31</b>
4.1 Aspectos éticos .....	31
4.2 Critérios de inclusão e exclusão.....	31
4.3. Procedimentos clínicos .....	32
4.3.1 Fase inicial.....	33
4.3.2 Fase 1: Em repouso .....	33
4.3.3 Fase 2: Exercício .....	35
4.3.4 Avaliação de obesidade sarcopênica .....	37
<b>5 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....</b>	<b>39</b>
<b>6 RESULTADOS .....</b>	<b>40</b>
<b>7 DISCUSSÃO .....</b>	<b>48</b>
<b>8 CONCLUSÃO.....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>54</b>
<b>ANEXO A – TERMO DE ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA.....</b>	<b>63</b>
<b>ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A Síndrome de Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) é uma condição clínica caracterizada pela ocorrência de interrupções da respiração ao longo do sono (Gomase *et al.*, 2023). É uma das condições de saúde mais comuns do mundo, que afeta mais de 1 bilhão de pessoas (Crump *et al.*, 2020). Os impactos da SAOS em seus diferentes níveis de severidade são controversos e baseados em sequelas clínicas associadas, como sonolência diurna excessiva, insônia de manutenção do sono e improdutividade (Chang *et al.*, 2024). Pode ser classificada em 3 níveis de severidade, conforme o Índice de Apneia-Hipopneia (IAH), em categoria leve (5-15 eventos por hora), moderada (15-30 eventos por hora), severa (mais de 30 eventos por hora) (Crump *et al.*, 2020). Estudos apontam que a saúde celular, taxa metabólica de repouso, modulação autonômica e capacidade física também podem variar negativamente dentro dos níveis de severidade referidos, o que atribui característica heterogênea na apresentação da síndrome (Goyal *et al.*, 2017).

Lovin *et al.* (2010), por meio de análise por bioimpedância elétrica (BIA), encontrou que a severidade da SAOS está tão relacionada ao perfil de acúmulo de gordura corporal quanto com a circunferência cervical e abdominal, que são marcadores de obesidade, o que atesta o impacto da composição corporal na severidade da síndrome. O estudo aponta que indivíduos com SAOS com mais gordura corporal têm mais risco de ter paralelamente menos massa muscular esquelética, estando em risco para obesidade sarcopênica, que é uma condição marcada pelo aumento de gordura corporal em detrimento da redução da massa muscular global, na qual é possível perceber redução marcante da funcionalidade e alto risco de morbimortalidade.

De acordo com o estudo de coorte conduzido no Brasil por Crisóstomo *et al.* (2016), a prevalência de obesidade sarcopênica em mulheres idosas, sem SAOS, com circunferência abdominal acima do ponto de corte, aumentou 1,2% de 2000 para 2010. De forma complementar, o estudo de Casagrande *et al.* (2022), aponta que há uma chance maior de pessoas idosas obesas institucionalizadas e em comunidade, em especial mulheres, apresentarem menor massa muscular esquelética. Este baixo percentual de massa muscular pode ser considerado um fator forte de risco para o desenvolvimento de distúrbios do sono, segundo o estudo ELSA-Brasil, portanto pode significar que o aumento da obesidade sarcopênica e da SAOS estejam associados (Szleft *et al.*, 2021).

A Declaração e Consenso da *The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism* (ESPEN) divide o processo de diagnóstico de obesidade sarcopênica em 3 fases: 1) triagem, na qual são considerados para o diagnóstico alto Índice de Massa Corporal (IMC) ou circunferência abdominal, parâmetros possivelmente correlatos à sarcopenia (sintomas clínicos e suspeita clínica baseado no uso de questionários), 2) diagnóstico, no qual podem ser realizados testes clínicos de força muscular e testes de análise de composição corporal e 3) estadiamento (Azevedo *et al.*, 2007).

No que se refere ao diagnóstico, a análise de impedância bioelétrica (sigla em inglês: BIA) é um método portátil, fácil de usar e barato que é usado para a avaliação da água corporal total e a composição corporal. Dentre as variáveis medidas, podem ser citadas a resistência elétrica e a impedância. A resistência é a definida pela água corporal total e a reactância é dada pela capacitância da membrana celular (Donini *et al.*, 2007). Por outro lado, o Ângulo de fase (AF) é um dos parâmetros que compõem a análise por BIA e é obtido por meio da razão dos valores de resistência e reactância, que também são variáveis a serem fornecidas pelo exame de bioimpedância elétrica. Nas análises de bioimpedância, o AF é considerado um indicador de massa celular corporal e um forte indicador de saúde celular, por analisar a função de membrana celular, relacionado à razão de água extra e intracelular (Jiang *et al.*, 2022).

Com relação ao gasto energético em pacientes com SAOS, Stenlöf *et al.* (1996) foi o primeiro estudo que experimentou o uso de calorimetria indireta nesse grupo: em seus resultados, já se havia constatado que os pacientes com diagnóstico para a síndrome têm maior gasto energético durante o sono, que poderia ser normalizado com uso de Pressão Contínua Positiva nas Vias Aéreas (CPAP) no período noturno. Porém, Yildirim *et al.* (2010), aponta que a taxa metabólica basal é diferente em homens e mulheres e que é inversamente proporcional à composição corporal, isto é, conforme ocorre o aumento de massa magra e a redução de massa gorda, a taxa metabólica basal também aumenta; o contrário, portanto, é verdadeiro. No entanto, ainda não foram realizados estudos para mensurar o gasto energético em repouso na SAOS, durante a fase de vigília e as associações com a severidade da doença.

No que se refere à capacidade física, os dados em estudos recentes nessa população se mostram conflitantes. No estudo de Cintra *et al.* (2009), encontrou-se que a severidade da SAOS não esteve associada aos valores de VO<sub>2</sub> pico em homens, porém esteve em mulheres, haja vista que os resultados apontaram para maiores valores de VO<sub>2</sub> pico e maior FC no pico do exercício em pessoas do sexo masculino em relação ao sexo

feminino. Posteriormente, no estudo Kline *et al.* (2016), constatou-se que adultos com SAOS em sobrepeso ou obesos diagnosticados com Diabetes Mellitus do Tipo 2 (DM2) não tiveram significativas alterações da aptidão cardiorrespiratória e, por consequência, não foram encontradas alterações nos dados conforme faixa de severidade. Já no estudo de Pigakis *et al.* (2018), a SAOS esteve associada à perda de variáveis da função pulmonar, como a capacidade vital forçada e a menores valores de VO<sub>2</sub> pico. No entanto, o tratamento com CPAP parece ser efetivo no tratamento desses casos.

Na revisão sistemática elaborada por Mendelson *et al.* (2018), o treinamento físico foi capaz de reduzir a sensação de sonolência e o IAH, sem impactar no IMC dos pacientes com SAOS e melhorar os índices de consumo de oxigênio máximo (VO<sub>2</sub> máximo), como possível ver nos estudos incluídos nesse trabalho que experimentaram análise por Teste de Esforço Cardiopulmonar (TECP). Para tanto, o TECP é tido como instrumento padrão ouro para a identificação e o monitoramento de padrões fisiológicos e patológicos da saúde cardiovascular. Já foram distinguidos protocolos de TCEP distintos em pacientes com obesidade moderada e severa e SAOS não tratada. Porém, como alternativa ao uso desse instrumento, sugere-se o uso dos testes de esforço submáximo (Reed *et al.*, 2020), a exemplo do Teste de Caminhada de 6 Minutos (TC6) e o Teste do Degrau de 6 Minutos (TD6).

O TC6 é um teste padrão ouro válido e confiável em pessoas saudáveis e foi o primeiro teste de esforço submáximo aplicado em pacientes com SAOS no estudo de Plywaczewski *et al.* (2008). Contudo, considerando as limitações de espaço e limitações para deambulação, outros testes foram desenvolvidos como o TD6 (Reed *et al.*, 2020). É um teste que exige pouco espaço e aparatos tecnológicos, sem necessidade de maiores deslocamentos, de fácil aplicabilidade e compreensão do sujeito que se submete ao teste, o que facilita sua aplicação como ferramenta de triagem em ambulatórios ou em outros estabelecimentos técnico-científicos (Magalhães *et al.*, 2020). O estudo de validação de construto do TD6 para a população SAOS aponta que o TD6 também é válido e reprodutível nesse grupo, produzindo maior estresse cardiovascular que o TC6 (Magalhães *et al.*, 2020). No entanto, ainda não foram realizados estudos que analisassem o estresse submáximo por meio do TD6 em pacientes com SAOS.

Ainda dentro do contexto clínico da SAOS, a ativação simpática também é considerada um dos principais mecanismos envolvidos no desenvolvimento de doenças cardiovasculares na SAOS. O estudo de Gammoudi *et al.* (2015) afirma que a sintomatologia da síndrome afeta a modulação simpátovagal durante o sono, e pode ou

não estar associada à severidade da síndrome. O estudo de Ucak *et al.* (2023) apontou em seus estudos que pacientes com SAOS moderada a severa com sintoma de sonolência possuem menores valores de raiz quadrada média das diferenças dos intervalos RR (RMSSD) e dos domínios de baixa e alta frequência do espectro *power* durante o sono (LF e HF power, respectivamente), levando a possibilidade de esses apresentarem retirada parassimpática nessa classe de pacientes. No entanto, a literatura ainda não identificou se os padrões de severidade da SAOS influenciam o comportamento das variáveis da VFC em repouso, na fase de vigília e qual a significância clínica desses fenômenos.

Assim, o objetivo deste estudo é analisar a associação dos indicadores de composição corporal, de esforço no TD6 e variabilidade da frequência cardíaca com a severidade da SAOS.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Analisar a associação de obesidade sarcopênica, indicadores de composição corporal, variabilidade da frequência cardíaca e de esforço no TD6 com a severidade da SAOS.

### **2.2 Objetivo específico**

Descrever a composição corporal em indivíduos com SAOS.

Analisar a presença de obesidade sarcopênica em indivíduos com SAOS.

Descrever o comportamento respiratório, cardiovascular e metabólico durante a realização do TD6 em indivíduos com SAOS.

Analisar o comportamento da variabilidade da frequência cardíaca de indivíduos com SAOS.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Síndrome de apneia obstrutiva do sono

A SAOS é uma doença comum, crônica e subdiagnosticada na população mundial. Está associada ao desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis, como doenças cardiovasculares, respiratórias, dislipidemias e metabólicas, a exemplo da Diabetes Mellitus do Tipo 2 e pode ter vários fenótipos, isto é, grande diversidade de manifestações clínicas (Gomase *et al.*, 2023).

A etiologia da doença é considerada multifatorial, uma vez que existem causas anatômicas e não anatômicas pré-determinadas. Estudos apontam que o comprometimento anatômico de vias aéreas superiores (VAS) é basilar para o desenvolvimento da doença: a exemplo disso, temos o aumento do tamanho da via aérea dos pacientes da SAOS, se comparados com a população em geral, tal qual o maior estreitamento do lúmen faringiano e a condição de colapso das VAS dos sujeitos diagnósticos. Porém, fatores fisiológicos, sem influência anatômica, também podem colaborar com a severidade da doença, como a disfunção inespecífica do músculo dilatador faringeano, o controle instável da respiração e despertar prematuro pelo súbito estreitamento leve das vias aéreas (Osman *et al.*, 2018).

A severidade da SAOS é determinada pelo IAH ou Índice de Distúrbios Respiratórios (RDI), caso a Polissonografia for escolhida como ferramenta de diagnóstico, ou Índice de Eventos Respiratórios (IER), se o OCST (sigla em português – Testagem de Sono Fora do Centro) for a escolha clínica da equipe multidisciplinar. Cabe citar que a sigla IAH significa número de apneias+hipopneias dividido pelo tempo total de sono, IDR significa número de apneias+hipopneias + despertares do sono associados a eventos respiratórios (evento respiratório conhecido como RERA) / tempo total de sono e IER significa número de apneias+hipopneias dividido pelo tempo de monitoramento. A classificação, portanto, da severidade é definida por IAH ou IER <5/hora = normal (para adultos); 5–14,9/hora = SAOS leve; 15–29,9/hora = SAOS moderada; e  $\geq 30$ /hora = SAOS grave (Slowik *et al.*, 2023).

Cerca de 90% dos pacientes diagnosticados apresentam sonolência diurna, fadiga, indisposição, despertar abrupto do sono ou indisposição ao longo de um dia útil. No entanto, a literatura científica ainda permanece com resultados inconclusivos se a SAOS, de fato, impacta a capacidade física da pessoa vivendo com a síndrome, além das possíveis relações da síndrome com sua composição corporal, gasto energético e consumo

de oxigênio em exercício, o que poderia ampliar o entendimento das manifestações clínicas da doença.

Sabe-se que os padrões de distribuição de gordura corporal, nas regiões abdominais e cervicais, predisõem o indivíduo a ter SAOS mais severa, de forma que a circunferência cervical e a circunferência abdominal são conhecidos fatores de risco para maiores IAH: no entanto, ainda não se sabe se essa população possui mais risco de desenvolver obesidade sarcopênica e prejuízo na função e força musculoesquelética. Também não se sabe se, conseqüentemente, eventuais alterações na função musculoesquelética levam a alterações no gasto energético de repouso, visto que o tecido muscular estriado esquelético é metabolicamente ativo. Pouco se sabe, também, se esses fatores e a severidade da SAOS levam a repercussões negativas no tocante ao consumo de oxigênio em exercício.

### **3.2 Composição corporal e gasto energético em apneia obstrutiva do sono**

O perfil de composição corporal de indivíduos com SAOS foi detalhado em alguns estudos recentes. Glicksman *et al.* (2017) concluiu que a distribuição sistêmica de gordura pode estar relacionada com a gravidade da síndrome, isto é, a proporção de gordura cervical e abdominal, essa última denominada “adiposidade abdominal”, esteve associada positivamente à severidade da SAOS em homens jovens, mas o perfil total de massa muscular esquelética não esteve, o que relaciona somente o padrão de distribuição de gordura com a gravidade da síndrome em homens dessa faixa etária.

De forma a complementar os resultados de Glicksman *et al.* (2017), há estudos, como o publicado por Shechter *et al.*, (2017), que consideram haver influência do peso corporal no nível de sonolência diurna dos pacientes com SAOS. Uma das proposições para tanto é que a hiperconcentração de gordura aumenta o gasto energético durante o sono, tornando-o não restaurador. Em 2015, Bamberg *et al.* (2015) identificou que em pacientes obesos com SAOS há maior dispêndio energético durante o sono, porém que pode ser atenuado com a aplicação de CPAP. O mesmo resultado também foi encontrado por Tachikawa *et al.*, (2016).

Na contramão dos resultados apresentados, no estudo de Del Rey *et al.* (2017) não foi possível detectar os impactos substanciais da severidade da SAOS no gasto energético em repouso desses pacientes. Esse estudo teve o objetivo de verificar a aplicabilidade de equações preditivas para o cálculo de gasto energético em indivíduos obesos diagnosticados com a síndrome. Concluiu-se que as equações subestimam os gastos

energéticos nos pacientes obesos, não sendo possível observar os efeitos da severidade da SAOS no metabolismo durante o sono.

### 3.3 Taxa metabólica de repouso

A Taxa Metabólica de Repouso (TMR) é definida como o gasto de energia corporal, obtido quando a pessoa está acordada, em estado termoneutro, sem realizar exercício físico por um período de 12 horas e em jejum de 2 a 4 horas. A TMR conta de 60 a 70% da totalidade do gasto energético de um indivíduo em um período de 24 horas e origina os substratos que garantem o suprimento de órgãos nobres, tais como o cérebro, coração, pulmões, rins e, por fim, a homeostase do organismo de um indivíduo (Plaza-Florido *et al.*, 2023). Dentre os fatores que podem influenciar a TMR, tem-se o gênero, temperatura corporal, idade, restrição de energia, fatores genéticos e endocrinológicos. Para fins de terminologia, é importante distinguir a TMR da Taxa Metabólica Basal (TMB), que é uma medida que necessita de condições mais restritas para a avaliação. Na TMB, o indivíduo permanece em decúbito dorsal, em estado total de relaxamento, com garantia de jejum de pelo menos 12 horas e, preferencialmente, logo após o despertar (Zampino *et al.*, 2020).

Muitos pacientes que sofrem de SAOS apresentam dessaturação na saturação parcial de oxigênio associada a longos períodos de apneia ou hipopneia durante o sono. Para abordar essa ocorrência clínica, tem-se diversas estratégias terapêuticas a serem adotadas, a exemplo do CPAP ou oxigenoterapia. Apesar de tudo, não se sabe se esses fenômenos no ciclo respiratório interferem na taxa metabólica de repouso durante as condições de repouso, fora do sono. Os resultados de Nanas *et al.* (2010), confirmam que pacientes com SAOS exibem maior taxa metabólica de repouso durante o sono, padrões mais lentificados de cinética de oxigênio e da variabilidade da frequência cardíaca, o que levam à entrega anormal de nutrientes e componentes da corrente sanguínea nos músculos e estruturas periféricas, durante o sono (Landsberg *et al.*, 2011).

### 3.4 Análise por bioimpedância

A BIA é um método popular para estimativa de compartimentos corporais em estudos nutricionais, em medicina esportiva e para a análise da taxa de hidratação, massa gorda e massa magra na população. Baseia-se na capacidade de condução elétrica nos tecidos do corpo: tecidos com maior concentração de gordura são ruins condutores de eletricidade, e os com menor concentração de gordura tendem a ser melhores condutores.

Logo, essa análise mede a taxa de voltagem enquanto as correntes elétricas se movem pelos segmentos do corpo e a capacitância criada pelas membranas celulares. Quanto maior for a possibilidade de armazenamento de energia elétrica pela célula, maior é a saúde celular (Khalil *et al.*, 2014).

O corpo humano oferece dois tipos de resistência a uma corrente elétrica: a reactância (X) e a resistência (R). A R corresponde à impedância da corrente elétrica que flui por meio do líquido. Em termos físicos, a R é definida pela expressão abaixo, na qual L = largura e A = área de superfície, e P=resistividade, que abrange o tipo de material que compõe o tecido (Geng *et al.*, 2022).

$$R_{(ohm)} = \rho_{(\Omega.m)} = \frac{L(m)}{A(m^2)}$$

Já a X se trata da capacidade de armazenamento desta energia da membrana celular e está proporcionalmente relacionada à integridade da membrana. A reactância é definida como a resistência às variações de voltagem sobre o objeto e é inversamente proporcional com a frequência do sinal (F) e capacitância (Geng *et al.*, 2022).

$$X_{(c/ohm)} = \left( \frac{1}{2\pi f(Hz)C(farad)} \right)$$

Nesse sentido, produz-se a variável AF, que é a relação entre estas variáveis. Para calcular a AF, tem-se a expressão abaixo:

$$\phi = \tan^{-1} \left( \frac{XC}{R} \right)$$

Nesse contexto, o AF está positivamente correlacionado à reactância, mas negativamente correlacionado à resistência (Geng *et al.*, 2022; Kyle *et al.*, 2004).

O AF, dessa forma, reflete a resistência e reactância das células do corpo em resposta à corrente elétrica externa. Se saudável, a célula tende a oferecer mais resistência ao tecido, logo maior AF, e o contrário para essa afirmativa é verdadeiro. A fase angular (FA) é considerada uma ferramenta não invasiva de prognóstico para o acompanhamento de doenças, tal como sua progressão e recuperação. Além do mais, a AF pode ajudar a identificar perda de massa e ação muscular, podendo promover a identificação de sarcopenia nesse grupo, a qual é outra condição geralmente subdiagnosticada. Segundo o

estudo de 2021, a AF pode diminuir em indivíduos sarcopênicos, tornando-se um importante fator preditor para o diagnóstico dessa condição clínica e ser usado como fator de predição da morbimortalidade em indivíduos hospitalizados (Howe *et al.*, 2021; Vincenzo *et al.*, 2021).

De forma semelhante, segundo Santiago *et al.* (2022), o AF médio foi de 5.30° em sua população, que era de mulheres idosas, isto é, mulheres idosas com sarcopenia possuem normalmente menores ângulos de fase do que aquelas sem sarcopenia. O ponto de corte do ângulo de fase para detecção de sarcopenia foi de 5.15°. Portanto, mulheres com baixo ângulo de fase mostram maior risco para apresentar índices de massa muscular reduzida e, portanto, sarcopenia. Nesse sentido, a análise pelo AF é um preditor de sarcopenia e pode ser usada como ferramenta de diagnóstico para essa condição e para planejamento de linhas terapêuticas precoces (Santiago *et al.*, 2022).

A BIA já foi utilizada na SAOS em um estudo de Kim *et al.* (2021). Os pacientes foram avaliados por bioimpedância elétrica e por polissonografia do tipo 1. Esse estudo revelou que a composição corporal de gordura e músculo tem padrões diferentes em pacientes com SAOS. A relação de massa muscular esquelética por massa adiposa utilizando-se a análise por bioimpedância é o fator mais significativamente associado com os valores do IAH em homens, mas não em mulheres após ajuste para idade e IMC.

O estudo acima discute que a composição corporal (especialmente a distribuição de gordura) varia entre homens e mulheres, sendo que as mulheres geralmente apresentam maior percentual de gordura corporal; os homens com SAOS, por outro lado, apresentaram maior IMC, massa muscular e relação massa muscular/tecido adiposo e menor massa corporal gorda, percentual de gordura corporal e área visceral de gordura do que as mulheres com SAOS. A análise de correlação revelou que os percentuais de gordura e músculo estavam correlacionados em todos os pacientes com SAOS, com um padrão semelhante nos homens. No entanto, nas mulheres, os parâmetros de gordura foram correlacionados com a gravidade da SAOS, enquanto os parâmetros musculares não foram (Kim *et al.*, 2022).

Portanto, faz-se necessário explorar de forma mais detalhada as variáveis com esse instrumento, de forma a dissertar - se de forma mais rica sobre demais relações de composição corporal com a severidade da doença.

### 3.5 Relação entre sarcopenia e a síndrome da apneia obstrutiva do sono

Um dos maiores fatores de risco para a SAOS é o impacto do envelhecimento no sono. A fragmentação do sono, insônia, apneia obstrutiva e a onda lenta do sono desequilibram o ritmo circadiano e reduzem a eficiência do sono. Como resultados fisiológicos, temos o aumento da miostatina, cortisol e resistência à insulina, que, associados à queda de testosterona e dos hormônios de crescimento, resulta em consequente crescimento do catabolismo muscular e diminuição do anabolismo, o que propicia o cenário de sarcopenia (Piovezan *et al.*, 2015).

Nesse sentido, a sarcopenia é uma condição clínica definida pela perda de massa muscular e função em pessoas idosas, que leva a prejuízos na mobilidade, qualidade de vida e ao aumento do risco de lesão em quedas. A sarcopenia é causa frequente de hospitalizações e provoca impacto significativo aos cofres públicos pela urgência em garantir tratamento e reabilitação. Dentre os motivos para tanto, podem ser citadas as alterações quantitativas e qualitativas no músculo estriado-esquelético durante o processo de envelhecimento, que também podem estar associadas ao surgimento de doenças neuromusculares e distúrbios do sono (Larsson *et al.*, 2019).

Poucos estudos investigaram a relação da sarcopenia ou seus componentes com a SAOS. Em outro estudo de Piovezan *et al.* (2021), por meio da polissonografia e dinamometria, detectou-se de forma precisa a associação de perda de força muscular com disfunções do sono em adultos de meia idade. Mais especificamente, a SAOS esteve persistentemente associada com perda de força muscular em homens e mulheres mais velhos. Portanto, foi possível concluir que os indivíduos com prejuízo muscular tiveram piores desempenhos em todas as variáveis coletadas de forma objetiva relacionadas ao sono.

Em contrapartida, o estudo de Szlejf *et al.* (2021) apresentou como resultado que o alto risco de SAOS e escores mais elevados STOP-Bang tinha relação com a baixa massa muscular, mas não diretamente com sarcopenia e baixa força muscular em toda a amostra. Também se concluiu que entre os participantes obesos, o alto risco de SAOS estava associado à baixa força muscular. Por fim, o estudo não encontrou associação entre duração do sono ou queixa frequente de insônia e sarcopenia e seus componentes definidores. Os achados foram semelhantes aos de Fernandes *et al.* (2019) que mostraram que a sarcopenia não estava associada à SAOS avaliada por um dispositivo portátil de pulso em pacientes renais crônicos não dialisados. Portanto, os resultados mostram-se conflitantes entre possíveis relações de sarcopenia com a SAOS.

### 3.6 Calorimetria indireta

A calorimetria indireta (CI) é considerada o padrão ouro para medir o gasto de energia em repouso, medindo o consumo de oxigênio ( $\text{VO}_2$ ) e a produção de dióxido de carbono ( $\text{VCO}_2$ ). Baseia-se no pressuposto de que qualquer nutriente consumido gera um conteúdo mínimo de energia que, mediante modificações metabólicas no sistema vivo, resultará na produção de calor ou energia. Portanto, a combustão ou síntese de carboidratos, gorduras ou proteínas, que constitui essa fonte de alimentação, é resultado de todas as reações bioquímicas que ocorrem no corpo. A oxidação da glicose, gordura ou proteína resulta em uma razão fixa específica da substância entre as quantidades de oxigênio ( $\text{O}_2$ ) consumido e dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) produzido (Mtaweh *et al.*, 2018).

Nesse sentido, além do gasto energético, outros parâmetros podem ser analisados, como a utilização de substrato (carboidratos, gordura e proteína). A razão entre  $\text{VCO}_2$  e  $\text{VO}_2$  define o quociente respiratório (QR) que corresponde ao uso do substrato. A oxidação completa da glicose gera um valor QR de 1,0, enquanto um quociente respiratório de 0,7 é indicativo de uma oxidação mista do substrato. Pesquisas técnicas acerca de calorímetros indiretos trazem a informação de que esses aparelhos permitem medições precisas, não invasivas e fáceis em pacientes com respiração espontânea, bem como naqueles em ventilação mecânica. Ensaios clínicos recentes demonstraram que a CI permite aos profissionais de saúde individualizarem a prescrição de suporte nutricional e atividade física para as necessidades metabólicas e monitorar a resposta metabólica à terapia nutricional, promovendo um melhor resultado clínico em pacientes com doenças agudas. Esses resultados aumentaram o interesse pelo calorímetro como ferramenta para melhorar a rotina de avaliação e prescrição nutricional (Desoglio *et al.*, 2019).

A calorimetria já foi empregada algumas vezes para a análise do gasto energético em repouso em pacientes com SAOS. O estudo de Fekete *et al.* (2016), foi um estudo em que se encontrou alteração da taxa metabólica de repouso antes e depois do sono: neste estudo, os pacientes com SAOS fizeram uso da aplicação do CPAP de interface nasal antes do sono e as medidas foram coletadas antes e depois, o que permitiu os autores a concluir os impactos do CPAP no gasto energético em repouso. Uma das possíveis causas foi a reversão da dessaturação noturna.

### 3.7. Testes submáximos de esforço

Os testes de esforço submáximo são instrumentos utilizados para estimar a capacidade funcional submáxima de um indivíduo. São consideradas alternativas baratas e fáceis de desenvolver e que possuem validade para captura de medidas clínicas. Dentre esses, o TC6 é um instrumento padrão ouro para prever a capacidade funcional em várias populações e já foi experimentado na SAOS. É capaz de identificar a severidade da doença e assistir o acompanhamento da doença, servindo como ferramenta para monitorar a evolução da capacidade física dos pacientes. Sua diferença mínima detectável é 30 metros. No entanto, o teste requer grande espaço físico e demais condições apropriadas para sua execução, o que compromete a sua reprodutibilidade (Naghan *et al.*, 2017).

Por outro lado, o TD6 é uma alternativa para avaliação mais barata e acessível de doenças cardiorrespiratórias, pois avalia a capacidade ao exercício por meio da atividade de subir e descer um degrau, que deve ser realizada durante 6 minutos. Ao comparar-se com outros testes de campo, o TD6 não requer tanto espaço e favorece a instalação de canais de monitoramento. Além do mais, o teste pode ser realizado de forma incremental, isto é, com taxa de trabalho progressiva ou de forma constante (Marinho *et al.*, 2021).

O TD6 é um instrumento validado para ser aplicado nessa população e é capaz de gerar mais estresse hemodinâmico que o TC6. Por outro lado, o TECP é um procedimento que fornece de forma rica informações de doenças pulmonares e cardíacas que podem ser sugeridas por exames com resultados anormais ou com condição funcional mais comprometida do que os testes apontam. O teste pode ser feito de forma incremental ou a uma taxa constante de trabalho. Porém, ao contrário dos testes submáximos, há um uso mais custoso de tecnologia avançada, o qual exige conhecimento e capacitação prévios do operador da máquina, além de mais tempo (Reeves *et al.*, 2017).

O TD6 é um teste ritmado pelo próprio indivíduo, executado em um degrau com dimensões fixas e é considerado simples e efetivo. Necessário apenas um degrau, cadeira, cronômetro e oximetria de pulso. Há um consenso de que variáveis hemodinâmicas, como frequência cardíaca submáxima, pressão arterial e saturação de oxigênio, nível de dispnéia e fadiga (Escala de Borg), devem ser mensurados antes e depois da aplicação do teste. Os pacientes não devem falar durante o teste, para não diminuir suas tolerâncias ao esforço físico. Porém, é permitido ao paciente falar caso seja para solicitar a interrupção do teste ou precisar relatar quaisquer sintomas (por exemplo, dor, tontura) (Costa *et al.*, 2017).

No estudo de Magalhães *et al.* (2020), que utilizou o TD6 em indivíduos saudáveis, os valores apresentados durante a realização do TD6 foram confiáveis para predição dos valores de VO<sub>2</sub> máximo (ICC = 0,9; intervalo de confiança de 95%: 0,85–0,93). Nesse sentido, estabeleceu-se duas equações que podem prever o número de passos que o indivíduo pode alcançar, corrigindo os valores conforme sexo e idade ( $P < 0,001$  e  $R^2 = 0,48$ ): Desempenho (passos) = 174 a  $1,05 \times$  Idade (anos) para mulheres e Desempenho(passos) = 209 a  $1,05 \times$  Idade(anos) para homens. Para indivíduos com SAOS, foi encontrada correlação positiva moderada entre a distância percorrida no TC6 e o número de degraus subidos no TC6 ( $r = 0,520$ ;  $p < 0,001$ ). No entanto, como se trata de um teste ainda não aplicado nessa população, o teste não possui equações preditivas de VO<sub>2</sub> específicas para a população SAOS, além de ainda não haver estudos correlacionando os dados oriundos do TD6 com os o TCEP para essa população.

Por outro lado, o Teste de Sentar e Levantar (TSL) é um instrumento usado para identificar o grau de força muscular dinâmica de MMII e já foi testado para análise da resposta cardiorrespiratória em populações saudáveis e em grupos específicos, como a Doença Arterial Coronariana (DAC), em indivíduos com Doença Pulmonar Obstrutiva Crônica (DPOC) e pessoas com sarcopenia. O Teste de Sentar e Levantar de 5 repetições (TSL- 5 repetições) é uma versão do teste de função física muito utilizado para mapear pessoas idosas em risco de quedas e fragilidade e é um dos componentes mais importantes da triagem padrão para sarcopenia (Shukla *et al.*, 2020).

De acordo com um estudo de 2021, os resultados do TSL-5 repetições se correlacionaram com a velocidade da marcha, resistência muscular e equilíbrio de pacientes com sarcopenia e, por conta disso, participa da diretriz ESPEN/EASO para diagnóstico de obesidade sarcopênica. É uma manobra funcional que exige força de extensores de joelho e estabilizadores de tronco e se torna amplo em sua sensibilidade, inclusive para a avaliação da capacidade aeróbica do sujeito. A declaração de consenso recomenda que o teste seja iniciado com o paciente sentado em uma cadeira apoiada contra uma parede e que seja associado com a análise de bioimpedância elétrica ou absorciometria radiológica de dupla energia, para avaliar a composição corporal. Dessa forma, indivíduos com baixo desempenho no TSL possuem maior risco para desenvolver sarcopenia (Yee *et al.*, 2021).

O primeiro estudo a avaliar a aptidão aeróbica por meio do TSL foi Nakamura *et al.* (2022). O autor demonstra que as relações entre os valores de limiar anaeróbio durante os TSL e o cicloergômetro foram significativas e fortes, e que o AT-VO<sub>2</sub> durante o teste

ISTS com apoio de braço foi semelhante ao medido no teste cicloergômetro. Portanto, tem-se a confirmação de que achados os TSL, ainda que com apoio de braço, são testes potencialmente válidos, reprodutíveis e seguros para avaliar a capacidade funcional em adultos jovens saudáveis como uma alternativa ao TCEP convencional usando ergometria de bicicleta ou esteira em situações em que esses métodos são difíceis de implementar (Nakamura *et al.*, 2022).

Dois estudos já se propuseram a estabelecer dois modelos preditivos de estimativa de  $VO_2$  por meio desse teste. O primeiro estudo desenvolveu uma aplicação online para que, em um curto período, seja possível identificar o  $VO_2$  máximo do indivíduo, ao conceder-se os dados colhidos durante a execução do teste e variáveis como idade, gênero, sexo e IMC; o segundo artigo desenvolveu uma equação preditiva para a população feminina que desenvolveu câncer de mama por meio de equações de regressão multivariadas (Fuentes-Abolafio *et al.*, 2022; Dias Balboa *et al.*, 2022).

As medidas e valores de referência do teste são citados em um trabalho de 2013. O número médio de repetições variou de 50/min (25-75º percentil 41-57/min) em homens de 20 a 24 anos para 30/min (25 a 37/min) em homens de 75 a 79 anos. Nas mulheres, a mediana foi de 47/min (39–55/min) na faixa etária de 20–24 anos e 27/min (22–30/min) na faixa etária de 75 a 79 anos. Resultados do teste de sentar e levantar para homens foram geralmente maiores (em média 3 repetições a mais) do que para mulheres. Tanto em homens quanto em mulheres, observa-se um declínio constante do desempenho em todas as faixas etárias (Strassmann *et al.*, 2013).

### **3.8 Modulação autonômica cardíaca**

O Sistema Nervoso Autônomo (SNA) é uma subdivisão do Sistema Nervoso Central (SNC) que tem participação crítica na regulação de comportamentos centrais e periféricos (Forstenpointnen *et al.*, 2022). Dentro desse contexto, tem-se o controle autonômico da frequência cardíaca. A modulação autonômica cardíaca é um importante indicador de saúde cardiovascular e pode ser estimada por meio da VFC. Esta pode ser influenciada por fatores intrínsecos (como por exemplo corpos neuronais do epicárdio) e fatores extrínsecos (por ação do nervo vago e pela cadeia de nervos torácicos simpáticos). É um fator reconhecido que os gânglios cardíacos e a maior parte dos nervos torácicos possuem influência simpática e parassimpática do SNA. Portanto, é necessário compreender de que forma as subdivisões do sistema nervoso se organizam para suprir o miocárdio (Parker Olshansky *et al.*, 2023).

A modulação autonômica cardíaca pode ser influenciada pela atividade física e seus diferentes tipos e/ou intensidades. O estudo de Dias *et al.* (2021), que inclui atletas e não atletas que sofreram Traumatismo Raquimedular (TRM), identificou que a prática de atividade física de moderada a vigorosa intensidade esteve associada com modulação autonômica cardíaca mais saudável em repouso e durante o exercício nos participantes atletas dessa pesquisa. Durante o repouso, o mesmo artigo concluiu que houve maior atividade parassimpática nos atletas do que em não atletas. Esse resultado pode ser explicado por estudos que mostraram uma menor atividade simpática efervescente no nó sinoatrial e aumento no controle parassimpático no coração em repouso como efeito crônico do treinamento. Além do mais, os indivíduos com TRM com maior escore em escalas funcionais desse estudo tiveram maior atividade simpática (domínio vagal) do que os que possuíam menor escore nas escalas funcionais.

Para descrever-se a VFC, usa-se medidas de 24 horas, medidas de breve e/ou curto período (duração média de 5 minutos) e medidas de ultracurto período (duração média inferior a 5 minutos). No que tange às variáveis da VFC, essas podem ser divididas em 3 categorias: variáveis de domínio de tempo, domínio de frequência e medidas não lineares. Embora sejam medidas validadas, as medidas de curta duração e ultracurta duração não podem substituir as medidas de 24 horas da VFC, visto que a última traz melhores representações dos ritmos circadianos e das flutuações do sistema cardiovasculares em resposta aos estímulos ambientais e estresses aplicados ao indivíduo, em um período maior (Shaffer *et al.*, 2018).

As medidas do domínio do tempo da VFC quantificam a variação das medidas em um intervalo entre os batimentos cardíacos. Os valores podem ser dados em unidades ou em representação logarítmica das unidades originais. Em domínio de tempo, as variáveis mais comumente usadas na VFC são: SDNN (desvio padrão dos intervalos NN), SDRR (desvio padrão dos intervalos RR), FC máxima e FC mínima durante os ciclos, RMSSD (raiz quadrada média das diferenças dos intervalos RR) e Índice triangular HRV (densidade do histograma dos intervalos RR dividido por sua altura) (Yugar *et al.*, 2023). Sobre as variáveis, SDNN é um índice da VFC global, comumente analisado após monitoramento por 24 horas. Outras medidas curtas derivadas do intervalo NN incluem RMSSD, que representa a atividade do SNP. Outras variáveis como TINN e HRV Index ainda não estão claramente compreendidas em seus reflexos e efeitos (Sammito *et al.*, 2024).

No domínio de frequência, estima-se a distribuição do poder relativo e absoluto entre 4 bandas de frequência, que são: frequência ultrabaixa (sigla em inglês: ULF), frequência muito baixa (sigla em inglês: VLF), frequência baixa (sigla em inglês, LF) e frequência alta (sigla em inglês: HF) (Peabody *et al.*, 2023).

Na análise do domínio de frequência, os dados apontam para a contribuição exata do Sistema Nervoso Simpático e Parassimpático para a modulação autonômica. Na banda de alta frequência (0,15-0,40Hz), captura-se a estimulação do Sistema Nervoso Parassimpático por meio do nervo vago pelas interações centrais e reflexas. Na banda de frequência baixa (0,04-0,15Hz), capta-se informações durante a inspiração, na qual há interrupção da influência vagal. Nesse contexto, surge a relação LF/HF, que determina o grau de influência e a proporção de estimulação ou inibição vagal da VFC (Peabody *et al.*, 2023).

Ainda há o que se falar sobre medidas não lineares de VFC. Segundo Francesco *et al* (2022), em medidas de curto período (coleta com duração média de 5 minutos), esse tipo de análise pode ser efetivo ao detectar condições de estresse em vida real. Dentro esse campo, incluem-se as medidas Entropia aproximada, Entropia amostral e Análise da Flutuação Destendenciada (sigla em inglês DFA) e o gráfico de Pointcaré. Esses métodos aparentemente fornecem informações acerca de interações de variáveis humorais, eletrofisiológicas e hemodinâmicas, tais como regulações nervosas, centrais e autonômicas.

### **3.9 Modulação autonômica e a síndrome de apneia obstrutiva do sono**

Na revisão sistemática de Sequeira *et al.* (2019), que reuniu estudos sobre VFC na população SAOS, a maior parte dos resultados encontrados demonstrou que os pacientes com SAOS possuem maior influência do SNS e reduzida predominância parassimpática, se comparado com indivíduos saudáveis, independentemente se estão em fase de sono ou vigília. Valores da variável VLF aumentados estiveram associados à atividade simpática aumentada e podem ser influenciadas por alterações do ritmo circadiano.

Em relação à SAOS, o estudo de Gammoudi *et al.* (2015) investigou a dinâmica do SNA durante o sono de indivíduos com essa condição. Em sua análise retrospectiva, as medidas da VFC durante as fases do sono no grupo com baixo Índice Apneia-Hipopneia indicaram menor ativação parassimpática durante a fase REM do sono. Por outro lado, não houve diferença significativa observada no grupo com alto IAH, exceto

nos intervalos RR. A atividade parassimpática tende a aumentar ao longo da noite, mas sem significância estatística. Portanto, com base nesse e em outros estudos, a SAOS afeta a modulação simpátovagal durante o sono e está relacionada com a severidade da doença. O intervalo RR médio, portanto, é o melhor índice, permitindo-se equilíbrio da análise simpátovagal desses indivíduos.

Assim como em indivíduos saudáveis, a atividade física também parece beneficiar a modulação autonômica cardíaca de indivíduos com SAOS. Em um estudo de 2021, uma correlação positiva ocorreu entre mudanças no item fadiga e gravidade da SAOS. A atividade física melhorou a variabilidade da frequência cardíaca, SBR, fadiga e parâmetros do sono em pacientes com SAOS. Esses efeitos foram associados à melhora dos parâmetros do sono, fadiga e modulação autonômica cardíaca, sendo a atividade física um possível fator protetor contra os efeitos deletérios da hipóxia sobre esses componentes em pacientes com SAOS (Araújo *et al.*, 2021).

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de um estudo transversal de caráter quantitativo que segue as recomendações do Fortalecimento da Declaração de Relatórios de Estudos Observacionais em Epidemiologia (STROBE) (Vandenbroucke *et al.*, 2007). Foi realizado no Laboratório de Avaliação e Reabilitação de Disfunções Cardíacas, Oncológicas e Respiratórias do Hospital Universitário João de Barros Barreto (HUIBB), vinculado ao Complexo Hospitalar Universitário da Universidade Federal do Pará (CHU/UFPA), entre dezembro de 2023 a agosto de 2024.

### 4.1 Aspectos éticos

Essa pesquisa foi iniciada após aprovação no Comitê de Ética em Pesquisa do HUIBB, cujo parecer de aprovação é o nº 6.187.498/2023, respeitando as normas da resolução nº 466/2012 e da resolução nº 738/2024, do Conselho Nacional de Saúde do Brasil (CNS). Os pacientes foram instruídos acerca do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e receberam uma via para armazenamento próprio, enquanto a outra permanecia em poder dos pesquisadores.

### 4.2 Critérios de inclusão e exclusão

Foram incluídos na coleta pacientes diagnosticados com a SAOS, com estratificação do nível de severidade da doença definida por exame de Polissonografia do Tipo I, acima dos 18 anos, de ambos os sexos, que assinarem o TCLE e realizem acompanhamento médico no ambulatório do sono do Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza (HUBFS), do CHU/UFPA.

Para definir critérios de estratificação de IMC, foi adotado a classificação da Organização Mundial da Saúde (OMS, 1995), que classifica: IMC  $<18,5 \text{ kg/m}^2$  como indivíduos de baixo peso, IMC  $18,5\text{-}24,9 \text{ kg/m}^2$  como indivíduos de peso normal, IMC  $25,0\text{-}29,9 \text{ kg/m}^2$  como indivíduos de sobrepeso, IMC  $>30 \text{ kg/m}^2$  como indivíduos obesos.

Como critérios de exclusão, foram adotados: pacientes com uso de marcapasso e/ou diagnosticados com fibrilação atrial, arritmias cardíacas, bloqueio atrioventricular de primeiro grau (BAV de 1º grau), Síndrome de Wolff-Parkinson-White, Insuficiência Cardíaca Congestiva grau III em diante, pacientes com menos de 18 anos e que não assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido; , pacientes acamados; pacientes com restrição da mobilidade de membros inferiores associada ou não à perda de membros superiores; pacientes com transtornos neuromotores, como os causados por

Acidente Vascular Encefálico, doenças neurodegenerativas piramidais e extrapiramidais; infecções ou traumas raquimedulares, pacientes com transtorno neurocognitivo; pacientes com sintomas de angina ou isquemia em estágio inferior ao limiar anaeróbio.

Os participantes da pesquisa são pacientes que realizavam acompanhamento médico no ambulatório do sono do HUBFS. Para acesso aos dados, foi elaborado um Termo de Comprometimento de Uso de Dados e um ofício de solicitação de acesso à prontuários, ambos destinados à Gerência de Ensino e Pesquisa do hospital citado. O envio dos dados supracitados para essa equipe de pesquisa obedeceu aos fundamentos da Lei Geral de Proteção de Dados, 13.709/2013, de forma a ocultar informações relativas à saúde do usuário e proteger a dignidade humana.

Os pacientes abrangidos pelos critérios de inclusão na abordagem receberam informações sobre os procedimentos que seriam realizados no contexto desse estudo, o que incluiu os objetivos, riscos e benefícios da pesquisa. Posteriormente, foram convidados a participarem da pesquisa por meio da assinatura do TCLE. A partir do aceite, foram conduzidos, individualmente, para a realização da avaliação no LACOR.

#### **4.3. Procedimentos clínicos**

Os avaliadores entraram em contato com os pacientes, de forma a estabelecer as regras para participar da pesquisa: o avaliado deveria respeitar o período estabelecido de jejum de dez-doze horas, beber de dois a quatro copos de água duas horas antes do exame, urinar antes da realização do exame, não passar creme nos pés e nas mãos e evitar atividades físicas no dia anterior SAOS exames. Também não foi permitido fazer os exames portando: relógio, anel, aliança, pulseira, colar, brinco, piercing, ingerir café, chás, álcool, bebidas efervescentes, bebidas energéticas ou diuréticos (Earthman *et al.*, 2015).

Para a análise da taxa metabólica de repouso, foi aplicada a análise de gases em trocas respiratórias por meio do analisador de gases (Quark CPET, Cosmed, Itália) e, para análise de esforço físico em estresse submáximo, foi aplicado o TD6, esse último com análise simultânea do analisador de gases citado. O sistema de análise de gases avalia as variáveis respiratórias, uso de substrato e gasto energético durante o repouso e o exercício simulado, de respiração a respiração (Bas Van Houren *et al.*, 2023). Nesse contexto, cabe destacar que a coleta de dados foi dividida em uma fase 1 - em repouso e em uma fase 2 - em estresse submáximo, ambas em um mesmo dia, pelo período da manhã, entre 07 e 10:00 da manhã.

#### 4.3.1 Fase inicial

Os pacientes compareceram ao LACOR para avaliação e deveriam repousar por pelo menos 30 minutos. Após isso, os pesquisadores iniciavam a coleta de informações referentes às variáveis antropométricas, como idade, sexo, altura, peso, circunferência abdominal e circunferência cervical, anamnese, resultados de exames de polissonografia do tipo I e a estratificação da severidade da SAOS.

#### 4.3.2 Fase 1: Em repouso

Após isso, em repouso, os pacientes passaram por análise de bioimpedância, (Biodynamics BIA 450, Biodynamics Corporation, EUA) (Göz *et al.*, 2020) O equipamento emite uma corrente elétrica de baixa intensidade (800  $\mu$ A – 50 kHz), que percorre o corpo completo da pessoa, atendendo as exigências da Association for Advancement of Medical Instrumentation (ES-1985), Safe Current Limits (Gulatava *et al.*, 2021).

O paciente assumia a posição de decúbito dorsal, na qual 4 eletrodos eram posicionados no hemitórax direito; dois eletrodos eram posicionados no membro superior direito, um eletrodo de cor vermelha posicionado na linha articular do punho e outro eletrodo de cor preta posicionado na base da 3<sup>o</sup> articulação metacarpal e outros dois eletrodos eram posicionados em membro inferior, um eletrodo de cor vermelha posicionado na linha articular do tornozelo e outro eletrodo de cor preta posicionado na base da 3<sup>o</sup> articulação metatarsal. Esse protocolo deriva do estudo de Earthman *et al.* (2015). Foram coletados, do exame de bioimpedância, as variáveis: ângulo de fase, capacitância de corpo, resistência, reactância, IMC e Taxa Metabólica Basal. Para calcular a taxa metabólica basal, o aparelho utiliza a fórmula de Grande e Keys *et al.*, (1980), a seguir:

$$TMB \text{ (calorias/dia)} = 31,2 * \text{massa livre de gordura (kgs)}$$

Ainda em repouso, passada a coleta anterior, os pacientes eram avaliados pelo sistema de análise de gases (Quark CPET, Cosmed, Itália) com o objetivo de avaliar sua Taxa Metabólica de Repouso e pela análise de VFC. Antes de iniciar a coleta, os pesquisadores realizam as calibrações necessárias para o uso do equipamento: calibração dos fluxômetros, calibração de gases e metabólica.

Todas as coletas foram realizadas no período da manhã, em um intervalo das 07:00 às 10:00 horas, pós um período de jejum entre 10-12 horas. Os sujeitos estavam sem executar nenhum tipo de esforço físico, ainda posicionados em decúbito dorsal na maca. Os sujeitos permaneciam em completo repouso, sem adormecimento, vocalização ou movimentação ativa por parte do paciente. Passavam-se 15 minutos para iniciar-se a coleta de calorimetria indireta para evitar espasmos musculares. Após esse período, a máscara e o conector do analisador de gases eram instalados nos sujeitos e a coleta era iniciada e acompanhada por apenas um avaliador na sala.

A coleta ocorria sob penumbra, isto é, com iluminação reduzida, em um lugar calmo e silencioso, com duração de 10 minutos. Uma lâmpada de led fluorescente de baixa luminosidade era acesa durante a coleta, para garantir o estado de penumbra. Os dados coletados nos primeiros 5 minutos da coleta foram descartados, e os últimos 5 minutos são considerados para a análise pelos pesquisadores, baseando-se no critério de estabilidade do sinal. Foram aproveitadas as variações de O<sub>2</sub> e CO<sub>2</sub> ao longo dos 5 minutos selecionado para que o valor da Taxa Metabólica de Repouso individual para cada indivíduo coletado fosse calculado na equação de Weir, a qual é:

$$\textit{Equação de Weir: } (3.94 \times VO_2) + (1.1 \times VCO_2).$$

Segundo essa, esse valor é calculado para cada paciente. Essa fórmula estima a taxa metabólica de repouso dos pacientes e foi utilizada nesta pesquisa (Kaiyala *et al.*, 2019).

Simultaneamente à coleta da Taxa Metabólica de Repouso por meio de calorimetria indireta (Quark CPET, Cosmed, Itália), foi realizada a coleta da VFC utilizando o frequencímetro (SmartLab, HMMGroup, Alemanha). Trata-se de uma medida curta, com duração de 10 minutos, dos quais 5 minutos foram descartados e 5 minutos foram analisados. A cinta do frequencímetro foi umidificada com água corrente e posicionada na altura do apêndice xifoide do paciente. A cinta foi pareada com o aparelho o aplicativo Elite HRV (Elite HRV, EHRV, EUA) e acompanhada em tempo real. A aplicação Elite HRV é uma aplicação validada por Chhetri *et al.* (2020) para a análise da VFC, tendo oferecido dados confiáveis e consistentes com outros instrumentos analisadores de VFC já validados na literatura, como o monitor de frequência cardíaca Polar V800 (Polar, Brasil).

Assim que finalizada a coleta, as séries RR foram analisadas por filtragem manual no Software Excel 2010 (Windows, EUA), em busca de possíveis outliers

correspondentes a detecções de ondas R anômalas, épocas arrítmicas ou delineamentos errôneos de ondas R. Sendo assim, apenas o período livre de dados outliers foram selecionados. Foram selecionados intervalos de 300 batimentos com maior estabilidade, para cada sujeito, que é o comprimento usual visto nas pesquisas (PICCIRILLO *et al.*, 2009).

Finalizo o processo, os dados eram salvos e analisados no Software Kubios HRV (Software, Kubios Oy, Finlândia). O Software Kubios é uma aplicação avançada e fácil de ser utilizada, que permite a análise da VFC, de forma que oferece suporte para dados de eletrocardiograma e dados de intervalos batimento a batimento, nos quais foram coletados dados de domínio de tempo e frequência da variabilidade da frequência cardíaca (Tarvainen *et al.*, 2014).

A coleta de VFC seguiu o checklist proposto por Catai *et al.* (2020) para coleta e processamento dos dados de VFC. A coleta de VFC também foi realizada no mesmo espaço reservado, calmo e com controle de ruídos, com temperatura ambiente controlada em 21°C, umidade controlada em 60%, no período da manhã. O indivíduo foi aconselhado a evitar atividade física no período de 24 horas anteriores à realização dos exames, com repouso de pelo menos 30 minutos antes do início da coleta. Como a coleta de VFC foi simultânea à coleta de calorimetria, o indivíduo conservava sua posição em decúbito dorsal, de forma que não pudesse vocalizar, movimentar-se ativamente ou adormecer no período de coleta, a não ser que ocorressem intercorrências. Eventos clínicos, como tontura, visão turva, arritmias, espirros e tosses deveriam ser registrados em minutos e segundos pelos avaliadores da pesquisa. Caso ocorressem, a coleta deveria ser interrompida e, então, reagendada.

No domínio de tempo, foram coletadas as variáveis: SDNN (desvio padrão dos intervalos NN) FC máxima, FC média e FC mínima durante os ciclos, RMSSD (raiz quadrada média das diferenças dos intervalos RR) e Índice triangular TINN (interpolação triangular dos intervalos RR). No domínio de frequência, foram coletadas as variáveis: frequência muito baixa (sigla em inglês: VLF), frequência baixa (sigla em inglês, LF) e frequência alta (sigla em inglês: HF).

#### 4.3.3 Fase 2: Exercício

O paciente era retirado do estado de jejum com alimentação fornecida pela equipe para que pudesse seguir na avaliação física em esforço submáximo.

O indivíduo recebia instrução dos pesquisadores para realizar o TSL- 5 repetições. Esse devia sentar-se em uma cadeira apoiada contra a parede, cruzar os braços e levantar-se e sentar-se sucessivamente da cadeira, o mais rápido que conseguisse, enquanto o avaliador cronometrava o tempo necessário para que realizasse a tarefa. Para a obtenção do valor final, somente uma coleta de TSL foi realizada.

Em seguida, o TD6 era realizado em um degrau de 20 cm de altura coberto com borracha antiderrapante. Os pacientes foram instruídos a subir e descer o degrau por 6 minutos, o mais rápido que pudessem, enquanto utilizavam a máscara do analisador de gases. O degrau era posicionado em um lugar fixo, com o objetivo de evitar o deslocamento acidental da plataforma, diminuindo o risco de quedas. O paciente também escolhia o membro inferior que iniciará o ciclo e era orientado a segurar-se em uma estrutura de apoio, caso sentisse desequilíbrio durante a realização da atividade citada. O sujeito recebia comandos de aspecto positivo (frase padronizada) a cada minuto pelo avaliador, até que fosse instruído a parar a execução.

Nesse contexto, cabe citar que foi elaborado um protocolo no analisador de gases (Quark CPET, Cosmed, Itália) para realizar-se o TD6, no qual o indivíduo permaneceria utilizando a máscara do aparelho por 10 minutos. Nos dois primeiros minutos, o paciente entrava no estágio “pré-exercício”, no qual ficava em posição ortostática em frente ao degrau do TD6, sem realizar nenhum movimento adicional ou verbalização. Nos seis minutos seguintes, o paciente entrava no estágio “exercício”, e era instruído a realizar o TD6. Nesse momento, o participante poderia interromper o TD6, à medida que julgar seu cansaço insuportável, mas a contagem do teste pelo cronômetro não era encerrada, nem o paciente era desconectado da máscara do analisador de gases. Assim que sentir-se apto, o paciente poderia reiniciar o teste durante os seis minutos do teste. Os momentos em que se derem as possíveis pausas e retomadas eram registrados em minutos e segundos pelos pesquisadores. Finalizado esse estágio, o paciente seguiria para o estágio “pós-exercício”: neste, o participante ainda seguiria conectado à máscara do analisador de gases por dois minutos, sem realizar o teste, em pé ou sentado, totalizando e finalizando dez minutos de coleta

Foram coletadas as seguintes variáveis do TD6: Consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), volume corrente (VE), quociente respiratório (QR), equivalentes ventilatórios para oxigênio e dióxido de carbono ( $VE/VO_2$  e  $VE/VCO_2$ , respectivamente) e  $PETCO_2$  (Pressão parcial de  $CO_2$  expirado).

O  $VO_2$  é o volume de oxigênio obtido a cada ciclo inspiratório em um período, geralmente expresso em ml/min ou L/min (Herdy *et al.*, 2016). O VE é o volume de ar inalado e exalado pelo sistema respiratório do indivíduo, o qual também é expresso em mL/min. Geralmente, determina-se pela frequência respiratória dividida pelo volume de ar exalado ao fim de cada ciclo (Herdy *et al.*, 2016). O quociente respiratório é a razão entre a produção de  $CO_2$  e o consumo de oxigênio ( $VCO_2/VO_2$ ) e é definido como o parâmetro que indica exaustão e, portanto, um critério de qualidade para estabelecer se o exercício é máximo ou submáximo. Por outro lado, os equivalentes ventilatórios para oxigênio ( $VE/VO_2$ ) e para dióxido de carbono ( $VE/VCO_2$ ) são as razões matemáticas de consumo de oxigênio e produção de gás carbônico. Por conta da aceleração da frequência respiratória em resposta ao exercício com o objetivo de eliminar  $CO_2$  extra, existe tendência de queda da relação  $VE/VO_2$  até valores mínimos, até que se atinja o Limiar Anaeróbio (Herdy *et al.*, 2016). Nesse ponto, a relação  $VE/VCO_2$  começa a subir, em resposta à redução do PH causado pela formação de ácido lático na corrente sanguínea.  $PETCO_2$  deriva da ventilação-perfusão dentro do sistema pulmonar e, indiretamente, função cardíaca. Esses valores sobem de 3-8mmHg em resposta ao exercício de intensidade moderada, até atingir um valor máximo e seguir tendência em queda (Herdy *et al.*, 2016).

Assim que finalizada a coleta no analisador de gases, o paciente era desconectado da máscara, tal como será retirado do frequencímetro, e sua avaliação era concluída. Os dados foram salvos no software do analisador de gases (Omnia, Cosmed, Itália) exportados para banco de dados no formato de planilha de Excel (Windows 10, Microsoft, EUA).

#### 4.3.4 Avaliação de obesidade sarcopênica

A avaliação de obesidade sarcopênica seguiu os critérios da sociedade ESPEN, 2019. Na primeira fase da avaliação, eram identificadas as suspeitas clínicas para a sarcopenia e obesidade sarcopênica, que abrangiam: fraqueza muscular, dificuldade para levantar da cadeira, presença de quedas e de perda de peso nos últimos seis meses, lentificação da marcha, dificuldade para subir escadas e  $IMC > 30kg/m^2$ . Caso houvesse suspeita clínica, a avaliação seguia para os dados do TSL-5 repetições e, assim, esses seriam cruzados. Caso o indivíduo tivesse suspeita clínica e TSL- 5 repetições, seriam considerados como sujeito sarcopênicos.

Para consideração de obesidade sarcopênica, os critérios consideram a presença de valores de massa magra reduzidos, associados ao escore de IME abaixo dos pontos de cortes esperados para a população estudada. Nesse estudo, foi utilizado no cálculo do Índice de Massa Esquelética (IME), que é a razão da massa magra pelo peso do indivíduo em quilos. Foi adotado nesse estudo o ponto de corte de Villada *et al.* (2018), que foi o primeiro estudo a estabelecer valores de referência desse índice para a população latino-americana, os quais indicam  $8,40 \text{ kgm}^2$  para homens e  $5,90 \text{ kgm}^2$  para mulheres para diagnóstico de obesidade sarcopênica.

## 5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo amostral dessa pesquisa foi realizado na calculadora on-line da Universidade de São Paulo (USP), no domínio <https://www.estadistica.bauru.usp.br>. Selecionou-se a opção “Intervalo de Confiança de uma População” para que se chegasse à realização do cálculo amostral. Considerando um erro alfa de 5%, um erro beta de 20% e um  $r=$  de 0,70, resultou-se em uma amostra de 37 indivíduos (Vecchiato *et al.*, 2021).

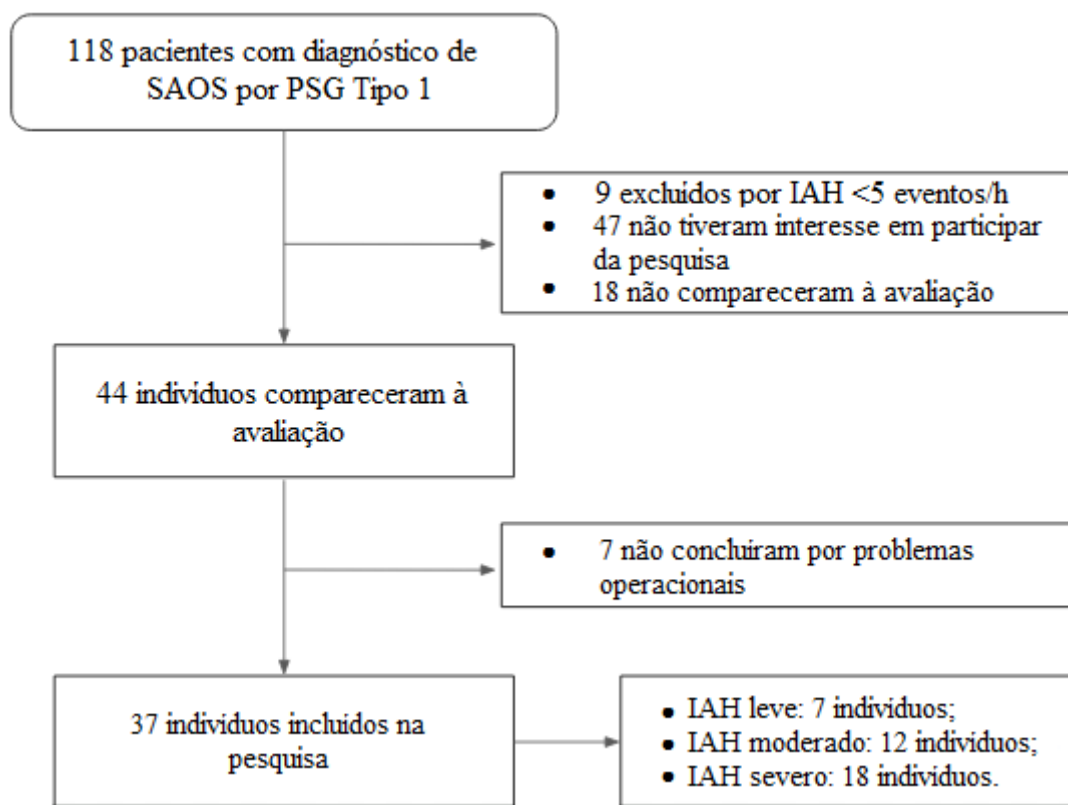
A tabulação de dados acontecia no Microsoft Excel 2013, Redmond, Estados Unidos. As variáveis contínuas estão apresentadas como média  $\pm$  desvio padrão para a distribuição paramétrica e mediana e percentis 25 e 75 para variáveis não paramétricas. Para variáveis categóricas e dicotômicas, foram calculadas a frequência relativa e absoluta.

A análise bivariada e multivariada dos dados ocorreu no Software Jamovi 2.3.28, Austrália, e no Software JASP 0.19.1, Países Baixos. O teste de Shapiro-Wilk foi utilizado para determinar a normalidade dos dados. A correlação de Pearson ou Spearman foi aplicada para determinar associações entre variáveis contínuas. Para a análise multivariada, realizou-se a Análise de Componentes Principais (sigla em inglês: PCA), utilizando o algoritmo de rotação varimax, na qual foram gerados a tabela de componentes, verificação de pressupostos e o gráfico Biplot, para melhor visualização da contribuição de cada variável dentro de cada componente. Após a geração dos valores numéricos de cada componente, realizou a análise de regressão linear simples para variáveis contínuas. O gráfico da regressão linear foi realizado no software RStudio versão 4.4.1 (Posit, Áustria). Nessa pesquisa, considerou um intervalo de confiança de 95%.

## 6 RESULTADOS

118 pacientes que se encaixavam nos critérios de inclusão do estudo e com polissonografia do tipo 1 foram encontrados no ambulatório do sono do HUBFS. O comportamento da amostra está descrito no fluxograma da figura 1, a seguir.

Figura 1 - Fluxograma do comportamento amostral no estudo.



Na tabela 1, seguem os dados clínicos dos participantes incluídos na amostra.

Tabela 1 - Características antropométricas e polissonográficas de indivíduos com SAOS.

Variáveis	SAOS (n=37)	p-valor
Idade (anos)	53,7 ± 13,8	
Sexo		
Masculino:	20 (54,05%)	0,868*
Feminino:	17 (45,95%)	
Dados antropométricos		
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	31,1 ± 5,31	

IMC normal	7 (18,91%)	
IMC sobrepeso	11 (29,72%)	0,001*
IMC obesidade grau I	19 (51,37%)	
Circunferência cervical (cm)	40,1 ± 3,36	
Circunferência abdominal (cm)	96,4 ± 10,4	
Dados da polissonografia		
Índice de Apneia e Hipopneia	31,3 (11,3-61,6)	
Estágio I (min)	35,8 (30,4-47,3)	
Estágio II (min)	170 (114-185)	
Estágio III (min)	27 (19,8-54,4)	
Sono REM (min)	33,3 (11,4-45,6)	
Tempo acordado (min)	77 (52,6-97,7)	
Eficácia do sono (%)	76,3 (70,18-89,6)	
SpO <sub>2</sub> média (%)	95 (93,8-95,0)	
SpO <sub>2</sub> mínima (%)	81 (71-86,3)	
Variáveis de bioimpedância		
Ângulo de Fase (°)	6,8 ± 1,02	
Capacitância do corpo (pF)	807 (674-879)	
Resistência (ohms)	475 ± 64,4	
Reactância (ohms)	57,3 ± 9,78	
Massa magra (kg)	55,4 ± 10,2	
Massa gorda (kg)	26,8 ± 10,1	
Taxa metabólica basal (cals)**	1730 ± 318	
Taxa metabólica de repouso (ml/kg)	1639 (1140-1827)	
Variabilidade da frequência cardíaca		
Domínio de tempo		
SDNN – Repouso (m/s)	24,8 (20,1-34,2)	
RMSSD – Repouso (m/s)	23,9 (20,1-34,4)	
TINN – Repouso (m/s)	135 ± 65,9	
FC média – Repouso (bpm)	68,1 ± 8,43	
Domínio de frequência		
VLF Power – Repouso (m/s)	33,3 (16,5-49,1)	
LF Power – Repouso (m/s)	173 (119-482)	

HF Power – Repouso (m/s)	227 (93,8-628)
Razão LF/HF – Repouso (m/s)	0,686 (0,512-1,56)

**Legenda:** IMC: índice de massa corporal; SpO<sub>2</sub>: saturação parcial de oxigênio; SDNN (desvio padrão dos intervalos NN); RMSSD (raiz quadrada média das diferenças dos intervalos RR); TINN (interpolação triangular dos intervalos RR); VLF-power: muito baixa frequência do espectro power; LF-power: baixa frequência do espectro power; HF-power: alta frequência do espectro power; Razão LF/HF: razão baixa frequência por alta frequência.\*Teste Binomial; \*\*Valor obtido pela equação de Grande e Key, (1980)

Com relação à análise da presença de obesidade sarcopênica em pessoas com SAOS, foi identificado 19 pessoas com suspeita clínica para sarcopenia e obesidade sarcopênica, de acordo com os critérios definidos pela ESPEN. Durante a avaliação do TSL-5 repetições para esses pacientes, apenas 6 pacientes realizaram o teste em um tempo acima do ponto de corte de 15 segundos, o que lhes qualifica como indivíduos sarcopênicos. Porém, nesses pacientes selecionados, nenhum dos indivíduos apresentou escore do IME abaixo de <8,40 kgm<sup>2</sup> para homens e < 5,9 kgm<sup>2</sup> para mulheres, o que é incompatível com obesidade sarcopênica.

Na tabela 2, apresenta-se a caracterização clínica dos pacientes conforme a análise do desempenho físico e ventilatório durante o TD6.

Tabela 2 - Dados ventilatórios, metabólicos e de desempenho no Teste do Degrau de 6 minutos de pessoas com SAOS.

Variáveis	SAOS (n=37)
<b>Ventilatório e metabólico</b>	
VO <sub>2</sub> (ml/kg)	13,1 (11,8- 14,5)
VCO <sub>2</sub> (ml/kg)	185 ± 47,7
RQ	1,04 (0,98-1,07)
VE/VCO <sub>2</sub> (mmHg)	16,8 (9,99-20,5)
PET/CO <sub>2</sub> (mmHg)	41,6 (38,9-44,5)
Vergo (L/min)	29,3 ± 12,9
FC máxima (bpm)	132 (119-154)
<b>Desempenho TD6</b>	
Número de degraus	108 ± 22,6
Percentual do predito (%)	69.28 ± 12,0

**Legenda:** VO<sub>2</sub> pico ml/kg; consumo de oxigênio; RQ: quociente respiratório; VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para dióxido de carbono; PETCO<sub>2</sub>: Pressão parcial de CO<sub>2</sub> expirado); FC: frequência cardíaca.

Na tabela 3, 4 e 5, apresentam-se os dados da análise exploratória. Nas figuras 2, 3 e 4, apresentam-se os dados dos gráficos biplot, referentes às análises exploratórias citadas.

Tabela 3 - Valores do componente I (indicadores de composição corporal) e componente II (saúde celular).  
Nota: foi utilizada a rotação varimax.

Variáveis	Composição corporal (1° CP)	Saúde celular (2° CP)	Singularidade
Resistência (ohms)	-0,866		0,244
Circunferência cervical (cm)	0,769		0,407
IMC (Kg/m <sup>2</sup> )	0,701		0,296
Capacitância do Corpo (pF)	0,654		0,453
Taxa metabólica de repouso (ml/kg)	0,556		0,688
Ângulo de Fase (°)		0,894	0,106
Reactância (ohms)		0,837	0,1110
% da Variância própria	40,8	26,6	

**Legenda:** IMC: Índice de Massa Corporal.

Figura 2 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: resistência, capacitância do corpo, IMC e circunferência cervical; Componente 2: Ângulo de Fase, reactância.

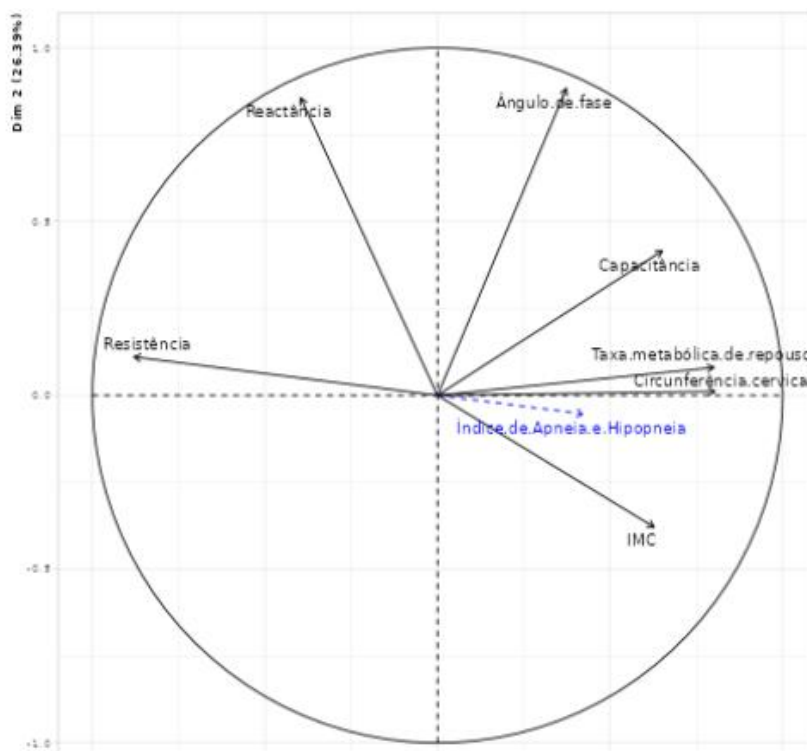


Tabela 4 - Valores do componente III (esforço físico) e componente IV (razões ventilatórias). Nota: foi utilizada a rotação varimax.

Variáveis	Capacidade física (3° CP)	Razões ventilatórias (4° CP)	Singularidade
Número de passos	0,821		0,319
Alcançado do predito (%)	0,792		0,360
VO <sub>2</sub> pico (ml/kg)	0,711		0,494
PET/CO <sub>2</sub> (mmHg)		-0,820	0,326
VE/VCO <sub>2</sub> (mmHg)		0,682	0,431
RQ		0,570	0,538
% da Variância própria	34,2	24,7	

**Legenda:** VO<sub>2</sub> pico ml/kg; consumo de oxigênio; RQ: quociente respiratório; VE/VO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para oxigênio; VE/VCO<sub>2</sub>: equivalente ventilatório para dióxido de carbono; PETCO<sub>2</sub>: Pressão parcial de CO<sub>2</sub> expirado); FC: frequência cardíaca.

Figura 3 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: número de passos, alcançado do predito, VO<sub>2</sub> pico; Componente 2: PETCO<sub>2</sub>, VE/VCO<sub>2</sub>, RQ.

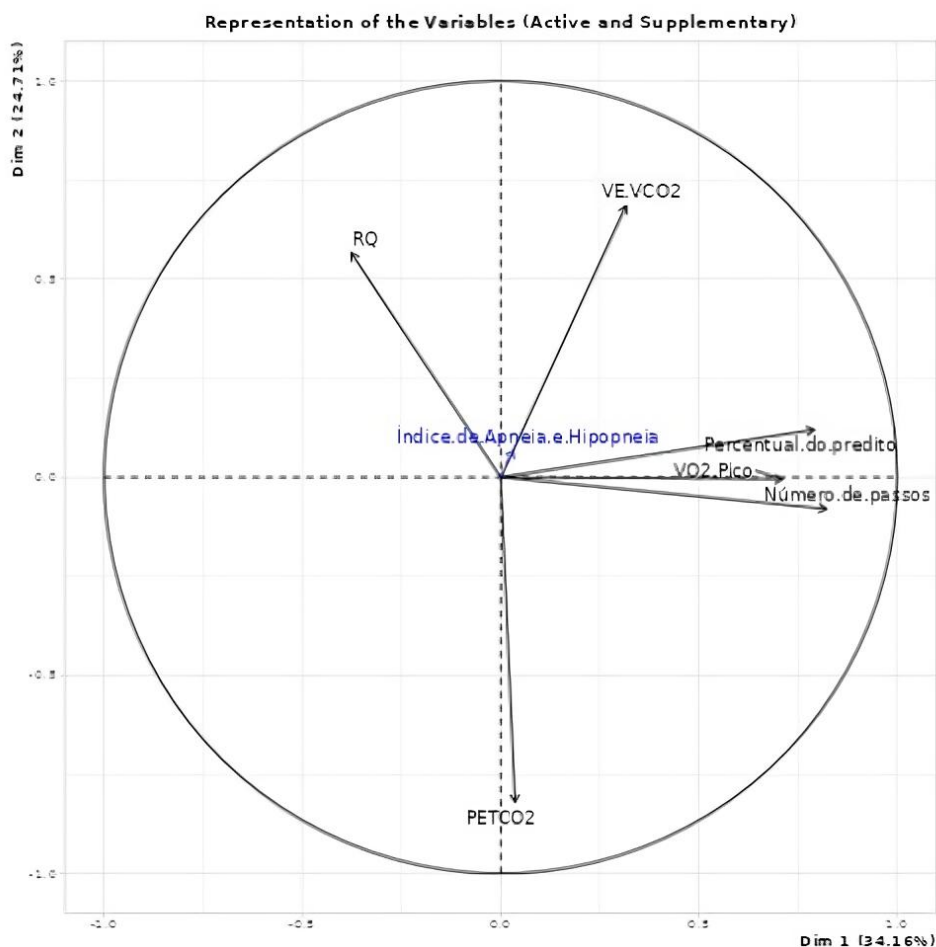


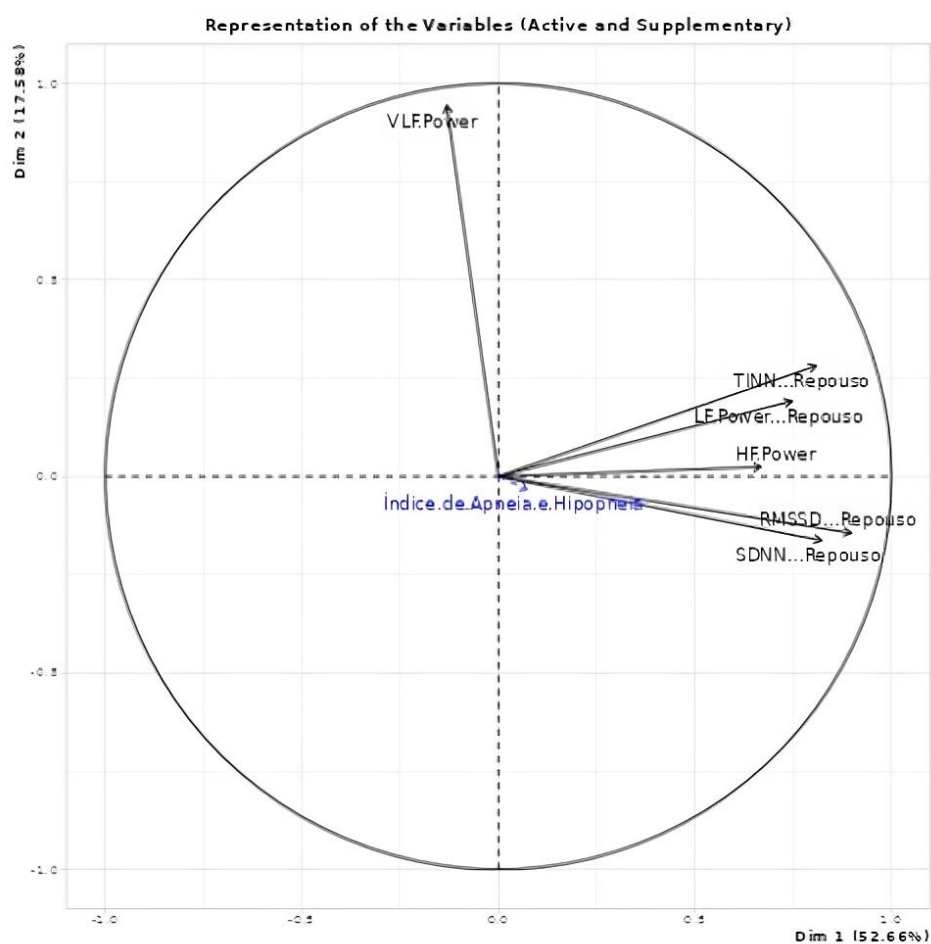
Tabela 5 – Valores do componente V (estimulação simpátovagal) e componente IV (estimulação simpátovagal de muito baixa frequência). Nota: foi utilizada a rotação varimax.

Variáveis	Estimulação simpátovagal (5° CP)	Estimulação simpátovagal de muito baixa frequência (6° CP)	Singularidade
RMSSD – Repouso (m/s)	0,877		0,1728
TINN – Repouso (m/s)	0,835		0,2664
SDNN – Repouso (m/s)	0,800		0,2968

LF Power – Repouso (m/s)	0,764	0,4050
HF Power – Repouso (m/s)	0,667	0,5525
VLF Power – Repouso (m/s)	0,953	0,0920
% da Variância - própria	52,2	18,0

**Legenda:** SDNN (desvio padrão dos intervalos NN); RMSSD (raiz quadrada média das diferenças dos intervalos RR); TINN (interpolação triangular dos intervalos RR); VLF-power: muito baixa frequência do espectro power; LF-power: baixa frequência do espectro power; HF-power: alta frequência do espectro power; Razão LF/HF: razão baixa frequência por baixa frequência.

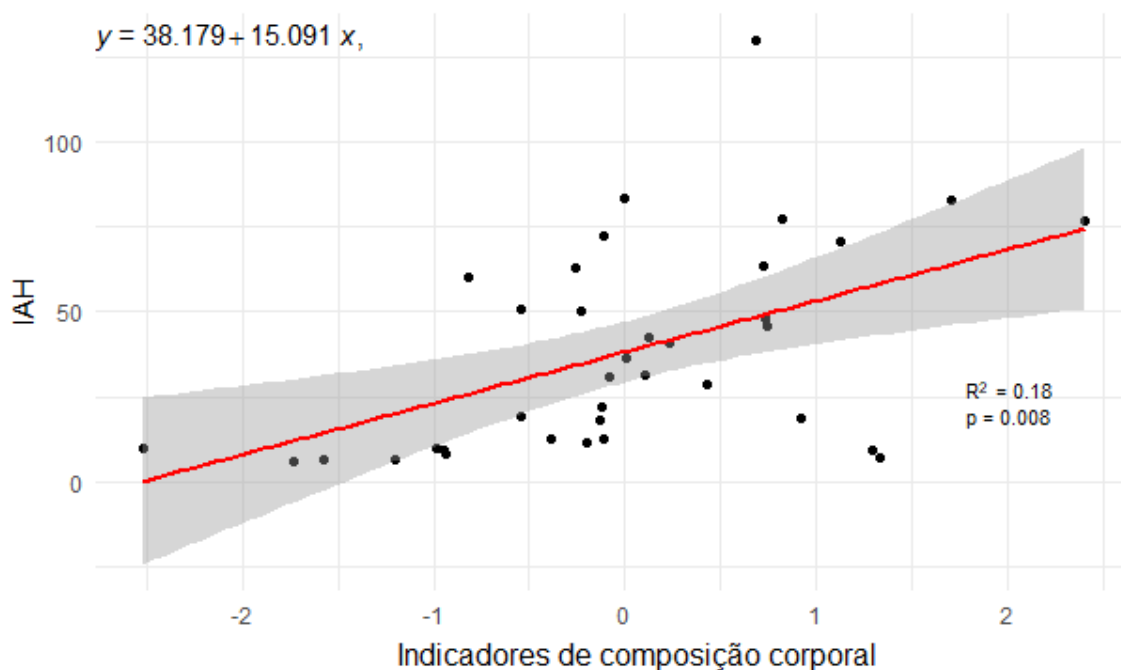
Figura 4 - Gráfico biplot da Análise de Componentes Principais. Componente 1: SDNN, RMSSD, TINN, HF Power, LF Power. Componente 2: VLF Power.



Segundo o modelo de regressão linear simples, utilizando os valores de cada componente gerado na análise de componentes principais, os indicadores de composição

corporal estiveram associados à severidade da SAOS de forma estatisticamente significativa ( $F [1,34] = 7,82$ ;  $p=0,008$ ), com o coeficiente de correlação moderado ( $r = 0,43$ ,  $r^2 = 0,18$ ). A significância estatística se manteve mesmo ajustando para idade e sexo ( $F [3,32] = 3,05$ ;  $p = 0,01$ ), com valor de  $r^2$  ajustado de 0,22.

Figura 5 - Modelo de regressão linear simples entre indicadores de composição corporal e o Índice de Apneia e Hipopneia



Legenda: IAH: Índice de Apneia e Hipopneia.

Para os componentes de saúde celular ( $F(1,34) = 0,08$ ;  $p = 0,78$ ;  $r = 0,05$ ), (PC2 composição corporal), capacidade física ( $F(1,34) = 0,03$ ;  $p = 0,85$ ;  $r = 0,03$ ), (PC1 teste de esforço), razões ventilatórias ( $F(1,34) = 0,16$ ;  $p = 0,69$ ;  $r = 0,06$ ), (PC2 teste de esforço), ( $F(1,34) = 0,172$ ;  $p = 0,68$ ;  $r = 0,07$ ), estímulo simpátovagal (PC1 VFC) e estímulo simpátovagal de muito baixa frequência (PC2 VFC) ( $F(1,34) = 0,05$ ;  $p = 0,81$ ;  $r = 0,04$ ), esses não apresentaram associação com a severidade da SAOS.

## 7 DISCUSSÃO

Os indivíduos que apresentaram SAOS nas formas mais graves da síndrome exibiam maiores valores de circunferências cervicais, capacitância do corpo, taxa metabólica de repouso e IMC, independentemente da idade e do sexo. Por outro lado, os indicadores de variabilidade da frequência cardíaca e de esforço do teste do degrau de seis minutos não estiveram associados à severidade da síndrome. Percebeu-se que a resistência, a partir da bioimpedância elétrica, esteve negativamente associada à severidade da SAOS, o que indica que indivíduos com maior gravidade da síndrome possuíam maiores valores de massa magra e não tinham obesidade sarcopênica.

A ausência de obesidade sarcopênica nos pacientes do estudo pode estar associada ao nível de atividade física e hábitos alimentares, que foram fatores não controlados desse estudo, como pontuado pelo artigo de Tao et al. (2024). O estudo de Tao *et al.* (2024), que trouxe os resultados do estudo NHANES 2015-2018, associou o desenvolvimento precoce de sarcopenia e obesidade sarcopênica em adultos jovens com SAOS com possíveis fatores de risco hábitos alimentares não saudáveis, alto IMC, inflamação crônica, resistência à insulina e aos níveis de vitamina D, os quais também são fatores que também contribuem para o envelhecimento senil. Esses dados também podem influenciar o comportamento da variável AF, de forma que os resultados dessa variável no nosso estudo indicam a baixa presença de comorbidades na amostra, contribuindo para a pouca presença de características clínicas de sarcopenia nesse estudo. Nesse sentido, isso pode justificar a não ocorrência de obesidade sarcopênica na amostra (Akamatsu *et al.*, 2021). Nesse mesmo âmbito, o artigo de Slzejf *et al.* (2021) concluiu que o baixo percentual de massa muscular estava associado ao maior risco de desenvolver SAOS, inclusive em pacientes obesos, mesmo na presença de fatores de confusão, como características sociodemográficas, estilo de vida, presença de comorbidades clínicas, uso de medicação sedativa ou ansiolíticos.

Dentro dessas variáveis, a circunferência cervical é influenciada pelo padrão de concentração de tecido adiposo na região do pescoço, o qual reduz o calibre das vias aéreas e leva-as ao colapso durante o sono, sendo considerado histórico fator de risco para a condição. Porém, apesar de a SAOS ser epidemiologicamente mais prevalente na população mais velha, por conta do envelhecimento promover alterações importantes no desenvolvimento do sono e na distribuição de tecido adiposo pelo corpo, é uma condição clínica frequentemente subdiagnosticada e pode ocorrer em qualquer faixa etária. Além do mais, o estudo de Silva *et al.* (2023), propôs em seus resultados que, na população

SAOS, há associação da forma mais severa da síndrome com a circunferência cervical e com outros indicadores antropométricos associados com a obesidade, tais como circunferência abdominal e o IMC.

Por outro lado, o clássico estudo de Hoffstein *et al.* (1992) concluiu que a circunferência cervical é um fator definidor para o diagnóstico de SAOS, vista que comparou dois grupos em seu desenho metodológico: indivíduos obesos com SAOS e indivíduos obesos sem SAOS. Nesse estudo, não houve diferença estatística significativamente entre os grupos, no que se refere aos marcadores de obesidade, mas houve relevância ao detectar-se a diferença de circunferência cervical entre os grupos ( $p < 0.001$ ). Portanto, é possível depreender que a circunferência cervical foi um dos fatores de risco mais preponderantes para essa população evoluir com a SAOS grave e pode ter influenciado a questão clínica dos participantes.

Os pacientes da amostra apresentaram altos valores de AF, cujo valores de normalidade em indivíduos saudáveis variam entre 5-7°. Valores inferiores a 5° indicam comprometimento da saúde ou potencial desnutrição, correlacionando-se negativamente com a idade e correlacionando-se positivamente com a massa muscular (Uemura *et al.*, 2019). Na amostra selecionada, os índices de AF variaram sem que houvesse relação desta com a severidade da síndrome; a resistência, no entanto, esteve correlacionada de forma negativa à severidade da SAOS. É importante frisar que o aumento da massa muscular esquelética e a queda na massa de tecido adiposo aumentam a capacidade de condução elétrica e, assim, reduz a resistência dos tecidos do organismo. Dessa forma, a resistência se torna a variável mais sensível a mudanças na composição corporal do que as demais citadas (Tinsley *et al.*, 2019). No contexto do ângulo de fase, sabe-se que esse deriva da relação entre resistência e reactância, de forma que o aumento na reactância e a redução na resistência eleva os valores de ângulo de fase (Akamatsu *et al.*, 2021). Nesse contexto, pode-se dizer que indivíduos com maior severidade tinham mais massa muscular, o que pode ser comprovado pelo fato de apenas 6 pacientes sarcopênicos terem sido identificados no estudo e nenhum deles sendo identificados como obesos sarcopênicos. Com o envelhecimento, espera-se a redistribuição da adiposidade corporal, o que resulta na infiltração adiposa nas fibras musculares, nas vísceras e no acúmulo de gordura em tronco (principalmente na cavidade abdominal, fenômeno conhecido como adiposidade abdominal), em detrimento da perda da gordura apendicular (subcutânea). Por conta disso, indivíduos mais pessoas idosas também apresentam desempenhos mais fracos no TSL, que mede a força muscular dinâmica de membros inferiores, no qual é

possível detectar perda de performance nas faixas etárias a partir dos 50 anos de idade e, com base nisso, estabelecer ou descartar diagnóstico de sarcopenia, caso o indivíduo demore mais que 15 segundos para concluir a atividade (Cruz-Jentoft *et al.*, 2019; Donini *et al.*, 2015).

Contudo, os valores de VO<sub>2</sub> pico para a amostra do estudo (13,1ml/kg) indicam prognóstico desfavorável do ponto de vista cardíaco, estando associado ao desenvolvimento de insuficiência cardíaca congestiva, ao passo de que 20 ml/kg é um valor que prediz bom prognóstico (Corrá *et al.*, 2013). Segundo as diretrizes brasileiras de transplante cardíaco, valores de VO<sub>2</sub> pico abaixo de 10 ml/kg possuem classe I para a execução do procedimento; valores abaixo de 12 ml/kg/min (em betabloqueadores) ou abaixo de 14 ml/kg/min, desde que valores de RQ estejam com valores de 1,05 (Mangini *et al.*, 2015). No entanto, o estudo de Corrá *et al.* (2013), apontou que os valores de VO<sub>2</sub> pico podem ser diferentes em homens e mulheres, já que mulheres com IC apresentam menores valores que homens com IC, porém vivem mais. É importante frisar que a SAOS tem maior prevalência em homens, muito embora na amostra selecionada tenha ocorrido equilíbrio entre os sexos.

Além do mais, existem outros fatores que pioram o prognóstico clínico dos pacientes citados, como o VE/VCO<sub>2</sub> slope. Valores de VE/VCO<sub>2</sub> slope foram propostos por RITT *et al.*, 2019 como indicadores para reclassificação da necessidade de transplante cardíaco: determinando-se valores de 43 como ponto de corte para realização do transplante cardíaco, poderiam ser corrigidos 19% das pessoas eleitas para transplante cardíaco, caso houvesse a análise somente do VO<sub>2</sub> pico para essa seleção de pacientes. Os achados de Bittencourt *et al* (2021) e de Lee *et al.* (2024) apontam que indivíduos com SAOS também podem maior VE/VCO<sub>2</sub> slope, encontrando possível associação dessa variável com a severidade da síndrome e que, eventualmente, pode responder positivamente com o uso de CPAP durante no sono, com pacientes expressando queda nesses indicadores após o uso das interfaces. No entanto, o artigo de Bittencourt *et al.* (1998) havia proposto a existência de um grupo de pacientes com SAOS normocápnico que possui drive neuromuscular normal tanto em repouso quanto no exercício. A literatura ainda não havia analisado a variável PET/CO<sub>2</sub> para a população de SAOS, ainda que para sujeitos saudáveis PET/CO<sub>2</sub> e VE/VCO<sub>2</sub> costumam a ser inversamente proporcionais.

Conseqüentemente ao envelhecimento humano, espera-se a redução da taxa metabólica de repouso (TMR) com a progressão da idade, visto que essa é fortemente

influenciado pela massa magra (Fekete *et al.*, 2015). Cabe citar que a TMB também está essencialmente associada à atividade mitocondrial. Altas TMB's são associadas com a capacidade oxidativa mitocondrial das fibras musculoesqueléticas, o que sugere que a alta capacidade musculo-oxidativa e da aptidão física é seguida pelo aumento do gasto energético de repouso. Já no contexto de senescência, a redução da atividade mitocondrial é caracterizada pela redução da capacidade oxidativa, da fosforilação oxidativa, produção de ATP e perda da defesa antioxidante e, por conseguinte, da redução da TMB (Zampino *et al.*, 2020).

Porém, nesse estudo, indivíduos com SAOS mais grave tiveram maiores TMR's, o que complementa os resultados de estudos recentes que identificaram o aumento da TMR durante o sono de indivíduos com SAOS, como o de Schether *et al.* (2017). Segundo os autores, observa-se elevação dos valores de leptina, grelina e orexina na circulação sanguínea de pessoas com SAOS, como parte de uma adaptação neuroendócrina compensatória para aumentar a fome e a ingestão de alimentos além dos requisitos do metabolismo, o que pode elevar o gasto metabólico basal dessa população e reduzir a termogênese, induzindo-a a um estado adaptativo. Em mulheres obesas ou com sobrepeso, por exemplo, essa relação entre hormônios do apetite colabora para a regulação da taxa metabólica de repouso (Hajishizari *et al.*, 2022).

Na análise de variabilidade da frequência cardíaca em repouso, os pacientes da amostra apresentaram valores de SDNN inferiores à normalidade (24.8m/s). <50m/s é considerado um fator de alto risco para doenças cardiovasculares, enquanto 50-100m/s é considerado um fator de moderado risco e >100m/s é considerado normal. Todavia, o tempo de coleta utilizado para essa pesquisa foi de 5 minutos e, para a coleta de SDNN, os valores tendem a representar a natureza simpática e parassimpática do organismo do indivíduo se coletados com mais de 24 horas de coleta, de forma a obter a caracterização da resposta cardíaca após diferentes estímulos ambientais (Shaffer *et al.*, 2017). Na duração supracitada, o SDNN se torna a variável padrão ouro para estratificação do risco cardíaco. Em coletas como as realizadas nessa pesquisa, de curta duração e em repouso, espera-se a influência parassimpática do SNA, especialmente se o protocolo de coleta envolver respiração rítmica lenta. Em 24 horas, a variável LF Power influencia significativamente os valores de SDNN (Usuí *et al.*, 2017).

Encontrou-se nesse estudo que indivíduos com maiores VLF Power possuem leve tendência a apresentar valores de IAH e maiores valores de RMSSD e SDNN, embora nesta amostra as variáveis citadas não se associem de forma estatisticamente significativa

à severidade da SAOS. Os valores de VLF Power são indicadores fundamentais de saúde, mais fortes do que LF e HF power no domínio frequência, uma vez que os valores de VLF reduzidos estão associados a baixos níveis de testosterona e são preditores de taquicardia ventricular. O contrário é verdadeiro: valores altos de VLF estão associados à alta capacidade física (Shaffer *et al.*, 2017). Apesar de ser influenciado pelo sistema nervoso autônomo, de forma que a atividade simpática aumenta o VLF e a atividade parassimpática o reduz, seu valor é gerado pela atividade do sistema excitocondutor do coração e parece ser influenciado por estratégias reabilitadoras (Hadase *et al.*, 2004). Em um estudo que estudou o impacto do exercício físico na variabilidade da frequência cardíaca em crianças com SAOS, constatou-se que a aplicação da intervenção foi capaz de reduzir os valores de VLF durante o sono (Chen *et al.*, 2022).

Esse estudo teve como pontos fortes: o uso de TECP com analisador de gases respiração a respiração padrão ouro para avaliação do esforço e instrumentos e metodologias validadas para a avaliação da composição corporal e variabilidade da frequência cardíaca para a população com SAOS; a possibilidade de associação multivariada de variáveis inseridas em um mesmo domínio, de forma objetiva e fidedigna e informações acerca de fatores de risco para o desenvolvimento de SAOS.

Essa pesquisa teve como limitações: a maior proporção de indivíduos com SAOS com IAH > 30, o que é compatível com SAOS severa; o número amostral reduzido, a predominância de indivíduos obesos e/ou com sobrepeso na amostra; a impossibilidade de realizar coletas de VFC com duração de 24 horas, a fim de melhorar a representação da variável SDNN; a indisponibilidade do padrão-ouro para avaliação da composição corporal.

Sendo assim, baseado nas limitações desse estudo, sugere-se a realização de estudos futuros, com o objetivo de compreender de forma mais aprofundada a relação da SAOS e demais distúrbios do sono com a obesidade sarcopênica, com números amostrais maiores e o comportamento da VFC durante o exercício nesse grupo de pacientes.

## **8 CONCLUSÃO**

Os indicadores de composição corporal (resistência, capacitância do corpo, IMC, circunferência cervical e taxa metabólica de repouso) estão associados à severidade da SAOS, ao passo que os componentes de saúde celular (ângulo de fase e reactância), esforço físico (número de degraus durante a realização do TD6, percentual do predito

para o TD6 e  $VO_2$  pico), razões ventilatórias ( $PET/CO_2$ , RQ e  $VE/VCO_2$ ), estimulação simpátovagal (SDNN, RMSSD, TINN, LF e HF power) e estimulação simpátovagal de muito baixa frequência (VLF Power) não estão associados à severidade da síndrome.

## REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, J. M. A. *et al.* Impact of Using Different Levels of Threshold-Based Artefact Correction on the Quantification of Heart Rate Variability in Three Independent Human Cohorts. **Journal of Clinical Medicine**, v. 9, n. 2, p. 325, 23 jan. 2020.
- AKAMATSU, Y. *et al.* Phase angle from bioelectrical impedance analysis is a useful indicator of muscle quality. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, 30 nov. 2021.
- ARAÚJO *et al.* Effects of exercise training on autonomic modulation and mood symptoms in patients with obstructive sleep apnea. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 54, n. 5, 1 jan. 2021.
- ARCURI, J. F. *et al.* Validity and Reliability of the 6-Minute Step Test in Healthy Individuals. **Clinical Journal of Sport Medicine**, v. 26, n. 1, p. 69–75, jan. 2016.
- AZEVEDO, Z. M. A. DE *et al.* Associação entre ângulo de fase, PRISM I e gravidade da sepse. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 19, n. 3, p. 297–303, 1 set. 2007.
- BAS VAN HOOREN; TJEU SOUREN; BONGERS, B. C. Accuracy of respiratory gas variables, substrate, and energy use from 15 CPET systems during simulated and human exercise. **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, 11 set. 2023.
- BAUMGARTNER, R. N.; CHUMLEA, W. C.; ROCHE, A. F. Bioelectric impedance phase angle and body composition. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 48, n. 1, p. 16–23, 1 jul. 1988.
- BEAUDREAU, S. A. *et al.* Validation of the Pittsburgh Sleep Quality Index and the Epworth Sleepiness Scale in older black and white women. **Sleep Medicine**, v. 13, n. 1, p. 36–42, jan. 2012.
- BERTOLAZI, A. N. *et al.* Validation of the Brazilian Portuguese version of the Pittsburgh Sleep Quality Index. **Sleep Medicine**, v. 12, n. 1, p. 70–75, jan. 2011.
- BITTENCOURT, L. *et al.* In patients with heart failure, enhanced ventilatory response to exercise is associated with severe obstructive sleep apnea. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 17, n. 9, p. 1875–1880, 1 set. 2021.
- CASAGRANDE, M. L. *et al.* Sarcopenia, obesity and sarcopenic obesity among community-dwelling and institutionalized female older woman in Caxias do Sul, Brazil. **ABCS Health Sciences**, v. 47, p. e022215, 31 ago. 2022.
- CATAI, A. M. *et al.* Heart rate variability: are you using it properly? Standardisation checklist of procedures. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 24, n. 2, p. 91–102, 2020.
- DA COSTA, C. H. *et al.* Can we use the 6-minute step test instead of the 6-minute walking test? An observational study. **Physiotherapy**, v. 103, n. 1, p. 48–52, mar. 2017.

- CHANG, J. L. *et al.* International consensus statement on obstructive sleep apnea. **International Forum of Allergy & Rhinology**, 6 set. 2022.
- CHEN, H. *et al.* Effects of physical activity on heart rate variability in children and adolescents: a systematic review and meta-analysis. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 5, p. 1827–1842, 1 maio 2022.
- CRAIG, C. L. *et al.* International Physical Activity Questionnaire: 12-Country Reliability and Validity. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 35, n. 8, p. 1381–1395, ago. 2003.
- CORRÀ, U. *et al.* Peak oxygen consumption and prognosis in heart failure. **International Journal of Cardiology**, v. 167, n. 1, p. 157–161, jul. 2013.
- CRUMP, C. *et al.* Cardiorespiratory fitness and long-term risk of sleep apnea: A national cohort study. **Journal of Sleep Research**, v. 28, n. 6, 7 abr. 2019.
- CRUZ-JENTOFT, A. J. *et al.* Sarcopenia: Revised European Consensus on Definition and Diagnosis. **Age and Ageing**, v. 48, n. 1, p. 16–31, 24 set. 2018.
- DEL REY, M. P. *et al.* Applicability of predictive equations for resting energy expenditure in obese patients with obstructive sleep apnea. **Archives of Endocrinology and Metabolism**, v. 61, n. 3, p. 257–262, 2017.
- DELSOGLIO, M. *et al.* Indirect Calorimetry in Clinical Practice. **Journal of Clinical Medicine**, v. 8, n. 9, p. 1387, 5 set. 2019.
- DIAS, E. D. *et al.* Comparison of cardiac autonomic modulation of athletes and non-athletes individuals with spinal cord injury at rest and during a non-immersive virtual reality task. **Spinal Cord**, v. 59, n. 12, p. 1294–1300, 2 nov. 2021.
- DONINI, L. M. *et al.* Definition and Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity: ESPEN and EASO Consensus Statement. **Obesity Facts**, v. 15, n. 3, p. 1–15, 23 fev. 2022.
- DUARTE, R.L.M.; FONSECA, L.B.M.; SILVEIRA, F.J.M.A *et al.* Validação do questionário STOP-Bang para a identificação de apneia obstrutiva do sono em adultos no Brasil. **J. Bras Pneumol.** 2017;43(6):456-463.
- EARTHMAN, C. P. Body Composition Tools for Assessment of Adult Malnutrition at the Bedside. **Journal of Parenteral and Enteral Nutrition**, v. 39, n. 7, p. 787–822, 18 ago. 2015.
- FEKETE, K. *et al.* Resting energy expenditure in OSAS: the impact of a single CPAP application. **Sleep and Breathing**, v. 20, n. 1, p. 121–128, 14 maio 2015.
- FERNANDES, J. F. R. *et al.* Obstructive sleep apnea in non-dialyzed chronic kidney disease patients: Association with body adiposity and sarcopenia. **Nutrition**, v. 57, p. 282–289, jan. 2019.

- FONSECA, L.B.M.; SILVEIRA, E.A; LIMA, N.M. *et al.* Tradução e adaptação transcultural do questionário STOP-Bang para a língua portuguesa falada no Brasil. **J. bras. pneumol.** 42 (04) • Jul-Aug 2016.
- FORSTENPOINTNER, J. *et al.* The omnipresence of autonomic modulation in health and disease. **Progress in Neurobiology**, v. 210, p. 102218, 1 mar. 2022.
- FRANCESCO, B. *et al.* Linear and Nonlinear Heart Rate Variability Indexes in Clinical Practice. **Computational and Mathematical Methods in Medicine**, v. 2012, p. 1–5, 2012.
- FUENTES-ABOLAFIO, I. J. *et al.* Estimation of Functional Aerobic Capacity Using the Sit-to-Stand Test in Older Adults with Heart Failure with Preserved Ejection Fraction. **Journal of Clinical Medicine**, v. 11, n. 10, p. 2692, 10 maio 2022.
- GAMMOUDI, N. *et al.* Cardiac autonomic control in the obstructive sleep apnea. **Libyan Journal of Medicine**, v. 10, n. 1, p. 26989, jan. 2015.
- GENG, J. *et al.* Phase angle is a useful bioelectrical marker for skeletal muscle quantity and quality in hospitalized elderly patients. **Medicine**, v. 101, n. 45, p. e31646–e31646, 11 nov. 2022.
- GOMASE, V. G. *et al.* Obstructive Sleep Apnea and Its Management: A Narrative Review. **Cureus**, v. 15, n. 4, 10 abr. 2023.
- GOTTLIEB, D. J.; PUNJABI, N. M. Diagnosis and Management of Obstructive Sleep Apnea: A Review. **JAMA**, v. 323, n. 14, p. 1389–1400, 14 abr. 2020.
- GÖZ, M. *et al.* Bioelectrical Impedance Analysis for Monitoring Fluid and Body Cell Mass Changes in Patients Undergoing Cardiopulmonary Bypass. **Brazilian Journal of Cardiovascular Surgery**, v. 35, n. 2, 2020.
- GLICKSMAN, A. *et al.* Body Fat Distribution Ratios and Obstructive Sleep Apnea Severity in Youth With Obesity. **Journal of Clinical Sleep Medicine**, v. 13, n. 04, p. 545–550, 15 abr. 2017.
- GOYAL, M.; JOHNSON, J. Obstructive Sleep Apnea Diagnosis and Management. **Missouri Medicine**, v. 114, n. 2, p. 120–124, 2017.
- GRUCHAŁA-NIEDOSZYTKO, M. *et al.* Cardiopulmonary Exercise Test and Bioimpedance as prediction tools used to predict the outcomes of obesity treatment. **Polish Archives of Internal Medicine**, 7 mar. 2019.
- GULATAVA, N.; TABAGARI, N.; TABAGARI, S. Bioelectrical impedance analysis of body composition in patients with chronic heart failure. **Georgian medical news**, n. 315, p. 94–98, jun. 2021.
- HAJISHIZARI, S. *et al.* The association of appetite and hormones (leptin, ghrelin, and Insulin) with resting metabolic rate in overweight/ obese women: a case–control study. **BMC Nutrition**, v. 8, n. 1, 29 abr. 2022.

HERDY, A. H. *et al.* Cardiopulmonary Exercise Test: Fundamentals, Applicability and Interpretation. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 107, n. 5, 2016.

HOFFSTEIN V; MATEIKA S. Differences in abdominal and neck circumferences in patients with and without obstructive sleep apnoea. **The European respiratory journal**, v. 5, n. 4, 1992.

HONG, S. H. *et al.* Validation of Submaximal Step Tests and the 6-Min Walk Test for Predicting Maximal Oxygen Consumption in Young and Healthy Participants. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 16, n. 23, 1 dez. 2019.

HOWE, C. A. *et al.* Feasibility of Using Bioelectrical Impedance Analysis for Assessing Youth Weight and Health Status: Preliminary Findings. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 19, p. 10094, 26 set. 2021.

JIANG, F. *et al.* Accuracy of Estimated Bioimpedance Parameters with Octapolar Segmental Bioimpedance Analysis. **Sensors**, v. 22, n. 7, p. 2681, 31 mar. 2022.

KAIYALA, K. J.; WISSE, B. E.; LIGHTON, J. R. B. Validation of an equation for energy expenditure that does not require the respiratory quotient. **PLOS ONE**, v. 14, n. 2, p. e0211585, 1 fev. 2019.

KHALIL, S.; MOHKOTAR, M.; IBRAHIM, F. The Theory and Fundamentals of Bioimpedance Analysis in Clinical Status Monitoring and Diagnosis of Diseases. **Sensors**, v. 14, n. 6, p. 10895–10928, 19 jun. 20

KIM, J. R.; SONG, P.; JOO, E. Y. Sex Differences in Obstructive Sleep Apnea by Bioelectrical Impedance Analysis. **Journal of Clinical Neurology (Seoul, Korea)**, v. 17, n. 2, p. 283–289, 1 abr. 2021.

KLINE, C. E. *et al.* The Effect of Changes in Cardiorespiratory Fitness and Weight on Obstructive Sleep Apnea Severity in Overweight Adults with Type 2 Diabetes. **Sleep**, v. 39, n. 2, p. 317–325, 1 fev. 2016.

KYLE, U. Bioelectrical impedance analysis?part I: review of principles and methods. **Clinical Nutrition**, v. 23, n. 5, p. 1226–1243, out. 2004.

LANDSBERG, R.; FRIEDMAN, M.; ASCHER-LANDSBERG, J. Treatment of hypoxemia in obstructive sleep apnea. **American Journal of Rhinology**, v. 15, n. 5, p. 311–313, 2001.

LANZA, F. C. *et al.* Validation of the Modified Shuttle Test to Predict Peak Oxygen Uptake in Youth Asthma Patients Under Regular Treatment. **Frontiers in Physiology**, v. 9, 24 jul. 2018.

LEE, K. *et al.* Effects of Positive Airway Pressure on Cardiorespiratory Fitness in Patients with Concomitant Obstructive Sleep Apnea and Cardiovascular Disease. **Medicina (Kaunas, Lithuania)**, v. 60, n. 7, p. 1029, Autumn 2024.

LEE, R. C. *et al.* Total-body skeletal muscle mass: development and cross-validation of anthropometric prediction models. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 72, n. 3, p. 796–803, 1 set. 2000.

LI, F. *et al.* Contribution of Body Mass Index Stratification for the Prediction of Maximal Oxygen Uptake. **International Journal of Medical Sciences**, v. 19, n. 13, p. 1929–1941, 2022.

LOVIN, S. *et al.* Body composition in obstructive sleep apneahypopnea syndrome bio-impedance reflects the severity of sleep apnea. **Multidisciplinary Respiratory Medicine**, v. 5, n. 1, p. 44, 2010.

MACIEJCZYK, M. *et al.* Resting metabolic rate is increased after a series of whole body vibration in young men. **Scientific Reports**, v. 13, n. 1, p. 17165, 11 out. 2023.

MAGALHÃES, M. G. S. *et al.* Validação de constructo e reprodutibilidade do teste de degrau de seis minutos em indivíduos com apneia obstrutiva do sono tratados com pressão positiva contínua nas vias aéreas. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, v. 46, n. 3, p. e20180422–e20180422, 2020.

MANGINI, S. *et al.* Heart transplantation: review. **Einstein (São Paulo)**, v. 13, n. 2, p. 310–318, 1 jun. 2015.

MARINHO, R. S. *et al.* Reliability and validity of six-minute step test in patients with heart failure. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 54, n. 10, 2021.

MITSUYOSHI HADASE *et al.* Very Low Frequency Power of Heart Rate Variability is a Powerful Predictor of Clinical Prognosis in Patients With Congestive Heart Failure. v. 68, n. 4, p. 343–347, 1 jan. 2004.

MTAWEH, H. *et al.* Indirect Calorimetry: History, Technology, and Application. **Frontiers in Pediatrics**, v. 6, 19 set. 2018.

MUÑOZ-BERMEJO, L. *et al.* Test-Retest Reliability of Five Times Sit to Stand Test (FTSST) in Adults: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Biology**, v. 10, n. 6, 9 jun. 2021.

ADIMI NAGHAN, P. *et al.* Can 6-minute walk test predict severity of obstructive sleep apnea syndrome? **Sleep Science and Practice**, v. 1, n. 1, 5 set. 2017.

NANAS, S. *et al.* Heart rate recovery and oxygen kinetics after exercise in obstructive sleep apnea syndrome. **Clinical Cardiology**, v. 33, n. 1, p. 46–51, 1 jan. 2010.

OLIVEIRA, F. M. S. *et al.* Abnormalities in autonomic function in obese boys at-risk for insulin resistance and obstructive sleep apnea. **Pediatric Research**, v. 85, n. 6, p. 790–798, 12 nov. 2018.

- OSMAN, A. M. *et al.* Obstructive sleep apnea: current perspectives. **Nature and Science of Sleep**, v. 10, p. 21–34, 23 jan. 2018.
- PARKER, W. T.; OLSHANSKY, B. Autonomic modulation: Getting it “just right”. v. 4, n. 6, p. 414–415, 1 jun. 2023.
- PLAZA-FLORIDO, A.; JUAN. Resting Metabolic Rate of Individuals. **Metabolites**, v. 13, n. 8, p. 926–926, 8 ago. 2023.
- PEABODY, J. E. *et al.* A Systematic Review of Heart Rate Variability as a Measure of Stress in Medical Professionals. **Cureus**, 29 jan. 2023.
- PRAGHOSH CHHETRI; SHRESTHA, L.; NARAYAN BAHADUR MAHOTRA. Validity of Elite-HRV Smartphone Application for Measuring Heart Rate Variability Compared to Polar V800 Heart Rate Monitor. v. 19, n. 4, p. 809–813, 1 mar. 2022.
- PENG, J. *et al.* Effects of Exercise on Patients with Obstructive Sleep Apnea: A Systematic Review and Meta-Analysis. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 17, p. 10845, 31 ago. 2022.
- PICCIRILLO, G. *et al.* Power spectral analysis of heart rate variability and autonomic nervous system activity measured directly in healthy dogs and dogs with tachycardia-induced heart failure. **Heart Rhythm**, v. 6, n. 4, p. 546–552, abr. 2009.
- PIGAKIS, K. M. *et al.* Changes in Exercise Capacity of Patients With Obstructive Sleep Apnea Following Treatment With Continuous Positive Airway Pressure. **Cureus**, 30 jan. 2022.
- PIOVEZAN, R. D. *et al.* Associations of indicators of sleep impairment and disorders with low muscle strength in middle-aged and older adults: The HypnoLaus cohort study. **Maturitas**, v. 164, p. 52–59, 1 out. 2022.
- PIOVEZAN, R. D. *et al.* The impact of sleep on age-related sarcopenia: Possible connections and clinical implications. **Ageing Research Reviews**, v. 23, p. 210–220, set. 2015.
- PLYWACZEWSKI, R. *et al.* [Six-minute walk test in obstructive sleep apnoea]. **Pneumonologia I Alergologia Polska**, v. 76, n. 2, p. 75–82, 2008.
- RECH, C. R. *et al.* Validade de equações antropométricas para estimar a massa muscular em idosos. **Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano**, v. 14, p. 23–31, 2012.
- REED, J. L. *et al.* Submaximal Exercise Testing in Cardiovascular Rehabilitation Settings (BEST Study). **Frontiers in Physiology**, v. 10, 8 jan. 2020.
- REEVES, T. *et al.* Cardiopulmonary exercise testing (CPET) in the United Kingdom—a national survey of the structure, conduct, interpretation and funding. **Perioperative Medicine**, v. 7, n. 1, 26 jan. 2018.

SALLES ALBUQUERQUE1, V. *et al.* Normative values and reference equation for the six-minute step test to evaluate functional exercise capacity: a multicenter study. **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, p. e20210511, 31 ago. 2022.

SAMMITO, S. *et al.* Guideline for the application of heart rate and heart rate variability in occupational medicine and occupational health science. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, v. 19, n. 1, 13 maio 2024.

SANTIAGO, L. B. *et al.* Phase angle as a screening method for sarcopenia in community-dwelling older adults. **Revista de Nutrição**, v. 35, 2022.

SHAFFER, F.; GINSBERG, J. P. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. **Frontiers in Public Health**, v. 5, n. 258, 28 set. 2017.

SEQUEIRA, V. C. C.; BANDEIRA, P. M.; AZEVEDO, J. C. M. Heart rate variability in adults with obstructive sleep apnea: a systematic review. **Sleep Science**, v. 12, n. 3, 2019.

SHECHTER, A. Obstructive sleep apnea and energy balance regulation: A systematic review. **Sleep Medicine Reviews**, v. 34, p. 59–69, ago. 2017.

SHUKLA, B. *et al.* Instrumented Analysis of the Sit-to-Stand Movement for Geriatric Screening: A Systematic Review. **Bioengineering**, v. 7, n. 4, p. 139, 6 nov. 2020.

SILVA, N.C; da SILVA, G.P.J.T; ONOFRI, S.M.M.; PINATO, L. *et al.* Obstructive sleep apnea and orofacial myofunctional aspects in obesity. **Sleep and Breathing**, v. 27, n. 4, p. 1351–1358, 2022.

STENLOF, K. *et al.* Energy expenditure in obstructive sleep apnea: effects of treatment with continuous positive airway pressure. **American Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolism**, v. 271, n. 6, p. E1036–E1043, 1 dez. 1996.

SLOWIK, J. M.; SANKARI, A.; COLLEN, J. F. **Obstructive Sleep Apnea**. Disponível em:  
<<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459252/#:~:text=The%20severity%20of%20OSA%20in>>. Acesso em: 2 mar. 2023.

STRASSMANN, A. *et al.* Population-based reference values for the 1-min sit-to-stand test. **International Journal of Public Health**, v. 58, n. 6, p. 949–953, 24 ago. 2013.

SZLEJF, C. *et al.* Association of sleep disturbances with sarcopenia and its defining components: the ELSA-Brasil study. v. 54, n. 12, 1 jan. 2021.

TACHIKAWA, R. *et al.* Changes in Energy Metabolism after Continuous Positive Airway Pressure for Obstructive Sleep Apnea. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 194, n. 6, p. 729–738, 15 set. 2016.

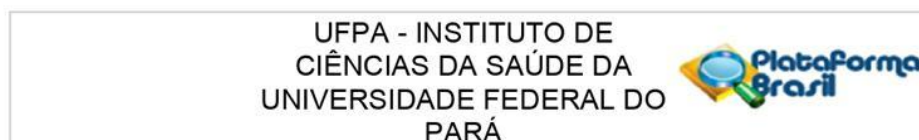
TAO, X. *et al.* Obstructive sleep apnea (OSA) is associated with increased risk of early-onset sarcopenia and sarcopenic obesity: Results from NHANES 2015-2018. **International journal of obesity (2005)**, v. 48, n. 6, p. 891–899, jun. 2024.

- TINSLEY, G. M. *et al.* Changes in total and segmental bioelectrical resistance are correlated with whole-body and segmental changes in lean soft tissue following a resistance training intervention. **Journal of the International Society of Sports Nutrition**, v. 16, n. 1, 15 jan. 2019.
- UEMURA, K. *et al.* Predictivity of bioimpedance phase angle for incident disability in older adults. **Journal of Cachexia, Sarcopenia and Muscle**, 22 ago. 2019.
- UCAK, S. *et al.* Heart rate variability and obstructive sleep apnea: Current perspectives and novel technologies. *Journal of Sleep Research*, 18 jan. 2021.
- USUI, H.; NISHIDA, Y. The very low-frequency band of heart rate variability represents the slow recovery component after a mental stress task. **Plos One**, v. 12, n. 8, p. e0182611, 14 ago. 2017.
- VANDENBROUCKE, J. P. *et al.* Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE): explanation and elaboration. **Epidemiology (Cambridge, Mass.)**, v. 18, n. 6, p. 805–35, 2007.
- VECCHIATO, M. *et al.* Cardiopulmonary exercise testing in patients with moderate-severe obesity: a clinical evaluation tool for OSA? **Sleep and Breathing**, 6 set. 2021.
- VILLADA; HELENA, C.; FELIPE, M. M. Puntos de corte provisionales para el diagnóstico de sarcopenia en ancianos de Caldas, Colombia. **Biomédica (Bogotá)**, p. 521–526, 2018.
- DI VINCENZO, O. *et al.* Bioelectrical impedance analysis (BIA) -derived phase angle in sarcopenia: A systematic review. **Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)**, v. 40, n. 5, p. 3052–3061, 1 maio 2021.
- VONDRASEK, J. D. *et al.* Validity and Efficacy of the Elite HRV Smartphone Application during Slow-Paced Breathing. *Sensors*, v. 23, n. 23, p. 9496–9496, 29 nov. 2023.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Report of a WHO Expert Committee. **World Health Organization Technical Report Series**, v. 854, p. 1–452, 1995.
- YEE, X. S. *et al.* Performance on sit-to-stand tests in relation to measures of functional fitness and sarcopenia diagnosis in community-dwelling older adults. **European Review of Aging and Physical Activity**, v. 18, n. 1, 8 jan. 2021.
- YILDIRIM, I. *et al.* Investigation of the relationship between basal metabolic rate and body composition in young adults using CHAID analysis. **Progress in Nutrition**, v. 22, n. 1-S, p. 5–10, 26 maio 2020.
- YOSHIMURA, Y. *et al.* The Applicability of the ESPEN and EASO-Defined Diagnostic Criteria for Sarcopenic Obesity in Japanese Patients after Stroke: Prevalence and Association with Outcomes. **Nutrients**, v. 14, n. 19, p. 4205, 9 out. 2022.

YUGAR, L. B. T. *et al.* The Role of Heart Rate Variability (HRV) in Different Hypertensive Syndromes. **Diagnosics**, v. 13, n. 4, p. 785, 1 jan. 2023.

ZAMPINO, M. *et al.* Greater Skeletal Muscle Oxidative Capacity Is Associated With Higher Resting Metabolic Rate: Results From the Baltimore Longitudinal Study of Aging. *The Journals of Gerontology: Series A*, 23 mar. 2020.

## ANEXO A – TERMO DE ACEITE DO COMITÊ DE ÉTICA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** ASSOCIAÇÃO ENTRE O GASTO ENERGÉTICO EM REPOUSO, COMPOSIÇÃO CORPORAL E CAPACIDADE AERÓBIA SUBMÁXIMA COM A SEVERIDADE DA SÍNDROME DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO

**Pesquisador:** Laura Maria Tomazi Neves

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 69140823.4.0000.0018

**Instituição Proponente:** Hospital Universitário João de Barros Barreto - UFPA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 6.187.498

#### Apresentação do Projeto:

A Síndrome da Apneia Obstrutiva do Sono (SAOS) é uma condição clínica, cuja característica principal é a obstrução parcial ou total das vias aéreas durante o sono. A literatura ainda tenta concluir se a fisiopatologia da SAOS implica em alterações da composição corporal, gasto energético e consumo de oxigênio em repouso dos pacientes. Além do mais, questiona-se se essas variáveis interferem na capacidade física do sujeito durante o exercício. Objetivo: analisar a associação entre o composição corporal, taxa metabólica de repouso e desempenho aeróbio funcional com a severidade da SAOS. Materiais e métodos: Trata-se de um estudo transversal a ser realizado no Laboratório de Avaliação e

Reabilitação em Disfunções Cardiológicas, Oncológicas e Respiratórias (LACOR) da Universidade Federal do Pará, a ser realizado entre julho de 2023 à julho de 2024. Incluirá pacientes com diagnóstico de SAOS, com confirmação por polissonografia e estratificação e que atendem os critérios de inclusão do estudo. O ângulo de fase será mensurado por bioimpedância tetrapolar segmentar, a taxa metabólica de repouso por calorimetria indireta e o desempenho funcional por meio do Teste do Degrau de 6 minutos e Teste de Sentar e Levantar de 1 minuto. As associações da severidade da SAOS com as variáveis independentes serão testadas por regressão logística ordinal. Resultados Esperados: Espera que essa pesquisa traga novas informações sobre métodos alternativos mais acessíveis para mensuração de esforços submáximos. Também espera-se que

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá, UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.  
**Bairro:** Guamá **CEP:** 66.075-110  
**UF:** PA **Município:** BELEM  
**Telefone:** (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

**UFPA - INSTITUTO DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO  
PARÁ**



Continuação do Parecer: 6.187.498

Outros	TCDULeonardo.PDF	15/06/2023 10:53:31	LEONARDO BRYNNE RAMOS	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLELeonardo.docx	15/06/2023 10:52:55	LEONARDO BRYNNE RAMOS DE SOUZA	Aceito
Outros	TermodeCompromissodoPesquisador.PDF	12/06/2023 16:17:00	LEONARDO BRYNNE RAMOS	Aceito
Outros	CartadeEncaminhamentoICS.PDF	23/04/2023 19:59:56	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito
Outros	TermodeConsentimento.PDF	23/04/2023 19:58:39	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	DeclaracaoInstitucional.pdf	23/04/2023 19:57:59	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito
Outros	DeclaracaoDelsencaoDeOnus.PDF	23/04/2023 19:53:26	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito
Declaração de Pesquisadores	DeclaracaodeResponsabilidade.PDF	23/04/2023 19:53:04	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeROSTO3.pdf	23/04/2023 19:52:11	Laura Maria Tomazi Neves	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BELEM, 18 de Julho de 2023

\_\_\_\_\_  
**Assinado por:**  
**Wallace Raimundo Araujo dos Santos**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Rua Augusto Corrêa nº 01- Campus do Guamá ,UFPA- Faculdade de Enfermagem do ICS - sala 13 - 2º and.  
**Bairro:** Guamá **CEP:** 66.075-110  
**UF:** PA **Município:** BELEM  
**Telefone:** (91)3201-7735 **Fax:** (91)3201-8028 **E-mail:** cepccs@ufpa.br

## ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezado (a) Senhor (a),

Esta pesquisa tem como título **“ASSOCIAÇÃO ENTRE ÂNGULO DE FASE, MODULAÇÃO AUTONÔMICA, TAXA METABÓLICA DE REPOUSO E CAPACIDADE AERÓBICA SUBMÁXIMA EM INDIVÍDUOS COM SÍNDROME DA APNEIA OBSTRUTIVA DO SONO: UM ESTUDO TRANSVERSAL”** e está sendo desenvolvida pelo discente de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, (PPGCMH), Leonardo Brynne Ramos de Souza, vinculado à Universidade Federal do Pará (UFPA).

Os objetivos do estudo são analisar sua composição corporal, gasto energético, consumo de oxigênio em repouso e sua capacidade física por meio da execução do Teste do Degrau de 6 minutos e verificar o quanto essa condição lhe afeta globalmente. A finalidade deste trabalho é **contribuir para a qualidade de vida e para a funcionalidade de todos os pacientes por meio da avaliação fisioterapêutica.**

Solicitamos a sua colaboração para assumir o compromisso de **frequentar os dias de avaliação, a serem realizadas no Hospital Universitário João de Barros Barreto (HUJBB), como também sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos da área de saúde e publicar em revista científica nacional e/ou internacional.** Por ocasião da publicação dos resultados, seu nome será mantido em sigilo absoluto. Informamos que essa pesquisa tem como possíveis riscos o vazamento dos dados presentes nos prontuários do paciente. Para minimizar o risco, **os pesquisadores armazenarão os dados com segurança física e proibirão contato de pessoas externas à pesquisa com os dados em questão.**

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária e, portanto, o (a) senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo Pesquisador (a). Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir do mesmo, não sofrerá nenhum dano, nem haverá modificação na assistência que vem recebendo na Instituição (se for o caso). Sendo assim, você terá o direito de receber as informações do estudo de forma clara e ter a oportunidade de esclarecer todas as dúvidas que tiver. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considerem necessários em qualquer etapa da pesquisa.

Você terá **riscos** e **benefícios** ao participar dessa pesquisa. Como riscos ao participar dessa pesquisa, você terá a possível exposição de seus dados em caso de vazamento de dados, e assim ter danos morais e éticos. Para evitar isso, os pesquisadores se comprometem em utilizar as iniciais como forma de identificação nas fichas de avaliações descritas e se comprometem a armazenar os dados em uma plataforma cujo acesso é delimitado por senha e é restrito apenas ao operador dos dados, respeitando a Lei 13.709/2018.

Existe, ainda, o risco de os participantes não compreenderem o conteúdo da pesquisa e o porquê da sua contribuição no estudo. Tal situação será evitada no momento da leitura do TCLE, onde a será explicada de forma clara e acessível ao participante.

O participante terá como benefícios uma avaliação fisioterapêutica realizada pelos pesquisadores e terão acesso SAOS resultados da pesquisa científica. O participante poderá ter um melhor conhecimento do seu estado de saúde, relacionado às variáveis estudadas e receberá as orientações que forem necessárias para cuidar do seu estado de saúde.

Além do mais, é importante que seja de seu conhecimento que você terá o tempo que for necessário para a tomada de uma **decisão autônoma**, isto é, para ter sua palavra final, você também tem liberdade para **recusar participar desse estudo e tem total liberdade de retirar o seu consentimento em qualquer fase da pesquisa**. Caso você venha sofrer danos, **você tem direito a receber assistência (integral e imediata), de forma gratuita**. Ainda no contexto de danos, **você poderá requerer indenização por danos receber ressarcimento de gastos** (incluindo os de acompanhantes).

Reitera-se que você tem direito à confidencialidade de todas as informações e dados que você ceder SAOS pesquisadores e à privacidade de todo procedimento utilizado. Cabe lembrar que, após o uso, seus dados serão descartados.

Você deve receber uma via do TCLE (assinada e rubricada pelo participante da pesquisa e pelo pesquisador) e outra ficará com o pesquisador.

Eu, \_\_\_\_\_,  
discuti com o pesquisador sobre a minha decisão em participar deste estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados e as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido.

