







## Alterações posturais em adolescentes com erros de refração

### Postural changes in adolescents with refractive errors

Ana Francisca Carreira<sup>1</sup> , Beatriz Pereira<sup>1</sup> , Margarida Rodrigues<sup>1</sup> , Maria Borges<sup>1</sup> , Sara Silva<sup>1</sup> , Cristina dos Santos de Sá<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Escola Superior de Saúde do Alcoitão, Lisboa, Portugal

\*Autor correspondente/Corresponding author: [cristina.s.sa@essa.scml.pt](mailto:cristina.s.sa@essa.scml.pt)

Recebido/Received: 11-07-2023; Revisto/Revised: 08-02-2024; Aceite/Accepted: 09-02-2024

#### Resumo

**Introdução:** O uso de ecrãs está cada vez mais presente na vida dos adolescentes, podendo ocasionar aumento dos erros de refração (ER) e consequentemente possíveis alterações posturais. **Objetivos:** Identificar alterações posturais em adolescentes com erros de refração; investigar a relação entre tempo de ecrãs, atividade física (AF) e estilo de vida, com ER e postura, e comparar diferenças posturais entre sexos e o nível de AF. **Material e Métodos:** Estudo descritivo, correlacional de carácter transversal. Participaram 12 adolescentes entre 12 e 18 anos de idade de ambos os sexos, submetidos a avaliação postural pelo protocolo SAPO. Foi executada análise descritiva para a caracterização da amostra. Teste *t*'student para comparar as alterações posturais entre os sexos e o nível de AF e coeficiente de correlação de Spearman para verificar a relação ente tempo de ecrã, AF, estilo de vida, ER e as alterações posturais. **Resultados:** Foram identificadas alterações posturais nos diferentes ER. A diferença entre os sexos ocorre apenas no ângulo Q do joelho (sexo feminino apresenta valgismo mais acentuado), há correlações significativas entre o alinhamento horizontal da cabeça e tempo de uso de outros ecrãs à exceção do telemóvel. **Conclusão:** Foi identificada alterações posturais da cabeça, elevação dos acrômios, elevação e anteversão da pelve, inclinação do tronco e desalinhamento dos joelhos nos míopes. Valgismo dos joelhos mais presente no sexo feminino, e relação entre o desalinhamento horizontal da cabeça e tempo de uso de ecrãs.

**Palavras-chave:** Alterações posturais, adolescentes, erros de refração, correção visual, tecnologia.

#### Abstract

**Introduction:** The use of screens is increasingly present in the lives of adolescents, potentially leading to an increase in refractive errors (RE) and consequently, possible postural alterations. **Objectives:** To identify postural alterations in adolescents with refractive errors; investigate the relationship between screen time, physical activity (PA), and lifestyle with RE and posture; and compare postural differences between genders and levels of PA. **Materials and Methods:** A descriptive, cross-sectional correlational study was conducted. Twelve adolescents aged 12 to 18 of both genders participated, undergoing postural evaluation using the SAPO protocol. Descriptive analysis was performed for sample characterization. The *t*'student test was employed to compare postural alterations between genders and PA levels, and the Spearman correlation coefficient was used to assess the relationship between screen time, PA, lifestyle, RE, and postural alterations. **Results:** Postural alterations were identified in different RE. Gender differences were observed only in the Q angle of the knee (females exhibited more pronounced valgus), and significant correlations were found between the horizontal alignment of the head and screen time for other devices, except the mobile phone. **Conclusion:** Postural alterations were identified in the head, elevation of the acromion, pelvic elevation and anteversion, trunk inclination, and knee misalignment in individuals with RE. Valgus of the knees was more prevalent in females, and a relationship was observed between the horizontal misalignment of the head and screen time

**Keywords:** Postural changes, adolescents, refractive errors, visual correction, technology.

#### 1. INTRODUÇÃO

Os erros de refração (ER) são a causa mais comum de deficiência visual em adolescentes em todo o mundo (Hashemi *et al.*, 2018) e podem ser classificados em miopia, hipermetropia e astigmatismo (Williams *et al.*, 2015). Em Portugal, um estudo da prevalência de condições de

#### 1. INTRODUCTION

Refractive errors (RE) constitute the most common cause of visual impairment among adolescents worldwide (Hashemi *et al.*, 2018) and can be classified into myopia, hyperopia, and astigmatism (Williams *et al.*, 2015). In Portugal, a prevalence study of refractive conditions in the general population, conducted in the northern region of the country in 2009, concluded that myopia is prevalent, with a rate of 33.5% in

refração na população em geral, na região norte do país, realizado em 2009, concluiu que a miopia é prevalente, no sexo masculino em 33,5% e no feminino 28,3%; a hipermetropia prevalece, no sexo masculino em 19,2% e no feminino 23,4% e, o astigmatismo em 47,3% no sexo masculino e em 48,3% no feminino. Nas últimas décadas, tem-se observado aumento da prevalência da miopia, de tal forma que, atualmente, cerca de 25% dos indivíduos das populações caucasianas são míopes, sendo ainda maior nos grupos mais jovens (Queirós *et al.*, 2009). Além disso estudos recentes e relatórios da Organização Mundial de Saúde (OMS) indicam que os ER são a primeira causa de deficiência visual e a segunda causa de perda visual em todo o mundo (Hashemi *et al.*, 2018). Segundo Gurpinar *et al.* (2020) e Dusing e Harbourne (2010), o controle postural consiste no alinhamento das estruturas do corpo, no equilíbrio destes em relação ao espaço, bem como na coordenação das estratégias posturais, de modo a manter o centro de gravidade dentro da base de sustentação, perante distúrbios de equilíbrio. De acordo com Jayakaran *et al.* (2021), para um controle postural eficaz é essencial que a informação do ambiente e da pessoa em relação a este seja recebida através da interação entre os três sistemas sensoriais: somatossensorial, vestibular e visual. Caso um destes sistemas não funcione corretamente, põe em causa a postura corporal (Carini *et al.*, 2017). Esta consiste na posição do corpo no espaço e objetiva manter o corpo em equilíbrio perante forças externas, nomeadamente a gravidade, tanto em condições estáticas, como dinâmicas, através de mecanismos neurofisiológicos (Carini *et al.*, 2017). Os mesmos autores descrevem ainda a postura como uma posição ótima de equilíbrio, com máxima estabilidade, mínimo consumo de energia e mínimo stress nas estruturas anatómicas, evitando lesão ou deformação progressiva destas. De acordo com Carini *et al.* (2017), em condições não patológicas, esta posição é assumida de forma automática e inconsciente. A função postural é completamente desenvolvida aos 11 anos e permanece estável até aos 65 anos. Para além disso, a evidência mais recente tem reforçado, em particular, a importância do sistema visual no controle postural das crianças (Carini *et al.*, 2017), e que a informação visual sozinha é um estímulo suficiente para o ajuste postural (Arcanjo *et al.*, 2005). Estes autores afirmam igualmente que a visão, juntamente com outros mecanismos de equilíbrio, é uma importante fonte de informação para o controle da postura, influenciando diretamente o posicionamento da cabeça, a musculatura cervical e o equilíbrio do corpo, devendo, portanto, ser levada em consideração na reabilitação, já que um distúrbio da visão gera uma resposta postural, o que nos leva a analisar a visão como responsável por alterações no sistema postural. Alguns resultados obtidos por Arcanjo *et al.* (2005) sugerem ainda que existe, efetivamente, relação entre as alterações posturais e as visuais. Destacando-se a relação entre o não alinhamento da cabeça (ou seja, lateralização e/ou rotação). A inclinação da cabeça para o lado de melhor acuidade visual, a presença de projeção anterior da cabeça nos indivíduos míopes, a ocorrência significativa de assimetrias corporais nos indivíduos com postura incorreta da cabeça e a presença de escolioses. Tendo igualmente De Pádua *et al.* (2018) chegado à conclusão de que os ER influenciam o alinhamento postural das crianças, na medida em que provocam anteriorização

males and 28.3% in females; hyperopia prevails, with rates of 19.2% in males and 23.4% in females; and astigmatism is present in 47.3% of males and 48.3% of females. In recent decades, there has been an observed increase in the prevalence of myopia, with approximately 25% of individuals in Caucasian populations currently being myopic, a prevalence that is even higher among younger age groups (Queirós *et al.*, 2009). Furthermore, recent studies and reports from the World Health Organization (WHO) indicate that RE is the leading cause of visual impairment and the second leading cause of visual loss worldwide (Hashemi *et al.*, 2018). According to Gurpinar *et al.* (2020) and Dusing and Harbourne (2010), postural control involves the alignment of body structures, their movement in relation to space, and the coordination of postural strategies to maintain the centre of gravity within the base of support in the face of balance disturbances. Jayakaran *et al.* (2021) emphasize that effective postural control relies on the integration of information from the environment and the person's relationship to it through the interaction of three sensory systems: somatosensory, vestibular, and visual. In the event of malfunction in any of these systems, body posture is jeopardized (Carini *et al.*, 2017).

Body posture, as described by Carini *et al.* (2017), refers to the body's position in space, aiming to maintain balance against external forces, notably gravity, in both static and dynamic conditions, through neurophysiological mechanisms. The authors further depict posture as an optimal position of balance, characterized by maximum stability, minimal energy consumption, and minimal stress on anatomical structures, thereby preventing injury or progressive deformation. In non-pathological conditions, this position is assumed automatically and unconsciously (Carini *et al.*, 2017)

Postural function is fully developed by the age of 11 and remains stable until the age of 65. Additionally, recent evidence has emphasized the crucial role of the visual system in the postural control of children (Carini *et al.*, 2017). It has been suggested that visual information alone is a sufficient stimulus for postural adjustments (Arcanjo *et al.*, 2005). These authors also assert that vision, along with other balance mechanisms, serves as a vital source of information for postural control, directly influencing head positioning, cervical musculature, and overall body balance. Therefore, vision should be taken into consideration in rehabilitation, as a visual disturbance can induce a postural response, implying that vision plays a role in alterations to the postural system.

Results obtained by Arcanjo *et al.* (2005) further suggest a clear relationship between visual and postural alterations, with a notable association between head misalignment (i.e., lateralization and/or rotation), head tilt towards the side with better visual acuity, anterior head projection in myopic individuals, significant occurrence of bodily asymmetries in individuals with incorrect head posture, and the presence of scoliosis. De Pádua *et al.* (2018) have also concluded that refractive errors influence the postural alignment of children, leading to anterior head projection, shoulder asymmetry, lateral deviation of the spine, dorsal kyphosis, lumbar lordosis, and knee valgus.

Postural alterations are associated with a wide range

da cabeça, assimetria entre os ombros, desvio lateral da coluna, cifose dorsal, lordose lombar e valgismo dos joelhos. As alterações posturais estão associadas a grande número de distúrbios, incluindo síndromes de dor (Rys & Konz, 1994), distúrbios musculoesqueléticos generalizados ou regionais (Emami *et al.*, 2007) e disfunções respiratórias (Lennon *et al.*, 1994). De facto, muitos desvios posturais têm origem na infância e adolescência (Batistão *et al.*, 2016). De acordo com dados recentes, 34-50% das crianças e adolescentes apresentam diferentes graus de postura incorreta (Rusek *et al.*, 2021), e vários estudos afirmam que os desvios posturais comuns encontrados em pelo menos 50% das crianças e adolescentes incluem: má formação do arco longitudinal do pé, hiperextensão e valgo do joelho, rotação medial da anca, anteversão da pélvis, inclinação pélvica, protrusão abdominal, hiperlordose lombar, omoplatas aladas, ombros salientes, hipercifose torácica e elevação do ombro (Batistão *et al.*, 2016). Nos países ocidentais, a maioria dos alunos do ensino básico e secundário, tem um certo grau de postura incorreta, e apenas 18% a 50% das crianças e adolescentes têm uma postura corporal correta (Kratenová *et al.*, 2007; Posluszny *et al.*, 2011). Neste estudo, também se pode verificar que os alunos com idade superior a 10 anos apresentam problemas de postura corporal mais graves do que os alunos com idade inferior a 10 anos. A razão para a tendência crescente da taxa de alterações posturais com o aumento da idade, pode estar relacionada com o aumento da secreção hormonal e com as mudanças significativas do desenvolvimento físico e do estado mental na adolescência. Além disso, com o rápido crescimento dos adolescentes na puberdade, a sua condição biomecânica pode mudar durante esse período

Dada a crescente utilização da tecnologia, é inevitável questionar a interferência tecnológica no desenvolvimento infantil, nomeadamente o impacto sobre a postura de um jovem que dispensa longos períodos do dia a utilizar este tipo de aparelhos (Taborda, 2019). Atualmente, os jovens tendem a passar a maior parte dos seus dias sentados enquanto realizam atividades sedentárias, tanto no período de aulas como o tempo passado em casa nos dispositivos eletrónicos (Schwertner *et al.* 2022) e sabe-se que a utilização destes dispositivos e o tempo passado em frente a ecrãs mostra ter influência nas alterações posturais. Ao adotar posições inadequadas para essas atividades, alguns hábitos posturais, como inclinar a cabeça e/ou o tronco para frente, sobrecarregam os músculos dessas regiões e outras estruturas da coluna vertebral. Além disso, na posição de sentado os membros inferiores permanecem fletidos, o que promove redução na flexibilidade dos músculos da coxa, quadríceps e extensão da região lombar, provocando compensações noutras regiões (Schwertner *et al.* 2022). Concomitante ao gradativo aumento do uso desses aparelhos, as preocupações com distúrbios musculoesqueléticos relacionados com a sua intensa utilização, cresceram igualmente (Namwongsa *et al.*, 2018).

Os resultados da revisão de Eitivipart *et al.*, (2018) sugerem que a utilização de telemóveis pode induzir sintomas musculoesqueléticos na cervical, pois durante a utilização destes, a atividade muscular do trapézio superior, dos extensores da cervical e coluna está aumentada. Além disso, muitos estudos concluíram que o ângulo de flexão do pescoço, o ângulo de inclinação da cabeça e a deslocação anterior da cabeça estavam aumentados durante a utilização de telemóveis e

of disorders, including pain syndromes (Rys & Konz, 1994), generalized or regional musculoskeletal disorders (Emami *et al.*, 2007), and respiratory dysfunctions (Lennon *et al.*, 1994). Indeed, many postural deviations originate in childhood and adolescence (Batistão *et al.*, 2016). Recent data indicates that 34-50% of children and adolescents exhibit varying degrees of incorrect posture (Rusek *et al.*, 2021). Several studies affirm that common postural deviations found in at least 50% of children and adolescents include malformation of the longitudinal arch of the foot, knee hyperextension and valgus, medial hip rotation, pelvic anteversion, pelvic tilt, abdominal protrusion, lumbar hyperlordosis, winged scapulae, protruding shoulders, thoracic hyperkyphosis, and shoulder elevation (Batistão *et al.*, 2016).

In Western countries, the majority of primary and secondary school students have some degree of incorrect posture, with only 18% to 50% of children and adolescents maintaining correct body posture (Kratenová *et al.*, 2007; Posluszny *et al.*, 2011). This study also reveals that students aged over 10 years exhibit more severe postural problems than those under 10 years. The increasing trend in the rate of postural changes with age may be related to hormonal secretion and significant changes in physical development and mental state during adolescence. Additionally, the rapid growth of adolescents during puberty can lead to biomechanical changes during this period. Given the increasing use of technology, it is inevitable to question the technological interference in child development, particularly the impact on the posture of young individuals who spend long periods of the day using such devices (Taborda, 2019). Currently, youths tend to spend most of their days sitting while engaging in sedentary activities, both during school hours and the time spent at home on electronic devices (Schwertner *et al.*, 2022). It is known that the use of these devices and screen time has an influence on postural changes. Adopting inappropriate positions for these activities, such as tilting the head and/or torso forward, overloads the muscles in these regions and other structures of the spine. Additionally, in a seated position, the lower limbs remain flexed, leading to reduced flexibility in the thigh muscles, quadriceps, and lumbar region extension, causing compensations in other areas (Schwertner *et al.*, 2022). Concurrently with the gradual increase in the use of these devices, concerns about musculoskeletal disorders related to their intense use have also grown (Namwongsa *et al.*, 2018).

The findings from the review by Eitivipart *et al.* (2018) suggest that the use of mobile phones can induce musculoskeletal symptoms in the cervical region. During mobile phone usage, the muscle activity of the upper trapezius, cervical extensors, and spine is increased. Moreover, several studies have concluded that the neck flexion angle, head tilt angle, and anterior displacement of the head are elevated during mobile phone use, and these parameters tend to increase with the duration of usage. In addition to the influence of prolonged electronic device use on postural changes, the relationship between their usage and the progression of myopia has also been studied, revealing a positive and significant correlation (Matta *et al.*, 2008).

Thus, we considered it relevant to conduct a study with the

também aumentaram com a duração da sua utilização. Além da influência que a utilização prolongada de meios eletrônicos mostra ter nas alterações posturais, também foi estudada a relação da sua utilização com a progressão de miopia, tendo-se verificado correlação positiva e significativa (Matta et al., 2008).

Desta forma considerámos pertinente a realização de um estudo com o objetivo de identificar as possíveis alterações posturais em adolescentes que apresentam ER, bem como verificar a relação entre tempo de ecrãs, atividade física e estilo de vida com o ER e a postura, e perceber se existem diferenças a nível postural comparando os sexos, o que poderá orientar futuras ações preventivas e corretivas das alterações posturais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. TIPOLOGIA DE ESTUDO E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este é um estudo do tipo descritivo, correlacional de carácter transversal. Foram selecionados adolescentes de acordo com os critérios de inclusão (idade entre os 12 e os 18 anos; ambos os sexos; presença de ER; assinatura do termo de consentimento pelos pais/responsáveis, assim como o consentimento verbal do participante) e exclusão (participantes que tinham algum problema congénito relacionado com a postura; não tinham assinatura dos termos de consentimento; cujos pais autorizaram a participação no estudo, mas que não quiseram participar; ou que por algum motivo interromperam a avaliação).

A autorização dos pais e/ou responsáveis legais, através da assinatura do consentimento informado, foi necessária, assim como o consentimento verbal dos participantes menores de 18 anos, para a participação no estudo e para a realização de fotografias.

Cada participante teve de preencher uma ficha de caracterização, com as seguintes informações: idade, sexo, medidas antropométricas, informações sobre o erro de refração (tipo de ER, correção por lentes, tempo de correção e tempo de diagnóstico), hábitos relacionados à prática de atividade física, uso de ecrãs.

Posteriormente, procedeu-se à avaliação postural de cada participante através do software SAPO, sendo este baseado na avaliação do participante através de quatro vistas fotográficas diferentes: anterior, posterior, lateral direita e lateral esquerda (Duarte et al., 2005). Este é um software válido, preciso na medição de ângulos e distâncias, com uma elevada fidedignidade de inter e intra-observador, podendo ser considerado uma ferramenta útil e fiável para a medição postural (Ferreira *et al.*, 2010). Para a avaliação os pontos anatómicos do protocolo utilizados foram: trágus (1); ponto médio do acrómio (2); espinha ilíaca ântero-superior (3); trocânter maior do fémur (4); linha articular do joelho (5); ponto médio da patela (6); tuberosidade da tíbia (7); maléolo lateral (8); maléolo medial (9); ponto médio entre o segundo e terceiro metatarsos (10); processo espinhoso de C7 (11) e T3 (12); ângulo inferior da escápula (13); espinha ilíaca póstero-superior (14); ponto médio da perna (15); tendão do calcâneo, entre os maléolos (16); e calcâneo (17) (Ferreira et al., 2010) (Figura 1). Assim como à avaliação postural tendo sido as seguintes variáveis analisadas: Alinhamento Horizontal da Cabeça (AHC),

aim of identifying potential postural alterations in adolescents with ER, as well as verifying the relationship between screen time, physical activity and lifestyle with ER and posture, and understanding whether There are postural differences between the sexes, which may guide future preventive and corrective actions for postural changes.

## 2. MATERIAL AND METHODS

### 2.1. STUDY TYPOLOGY AND METHODOLOGICAL PROCEDURES

This is a descriptive, cross-sectional, correlational study. Adolescents were selected based on inclusion criteria (aged between 12 and 18 years; both genders; presence of refractive errors (RE); parental/legal guardian consent as well as verbal consent from the participant) and exclusion criteria (participants with congenital posture-related issues; absence of signed consent forms; parental authorization for study participation but unwilling participants; or those who, for any reason, discontinued the assessment)

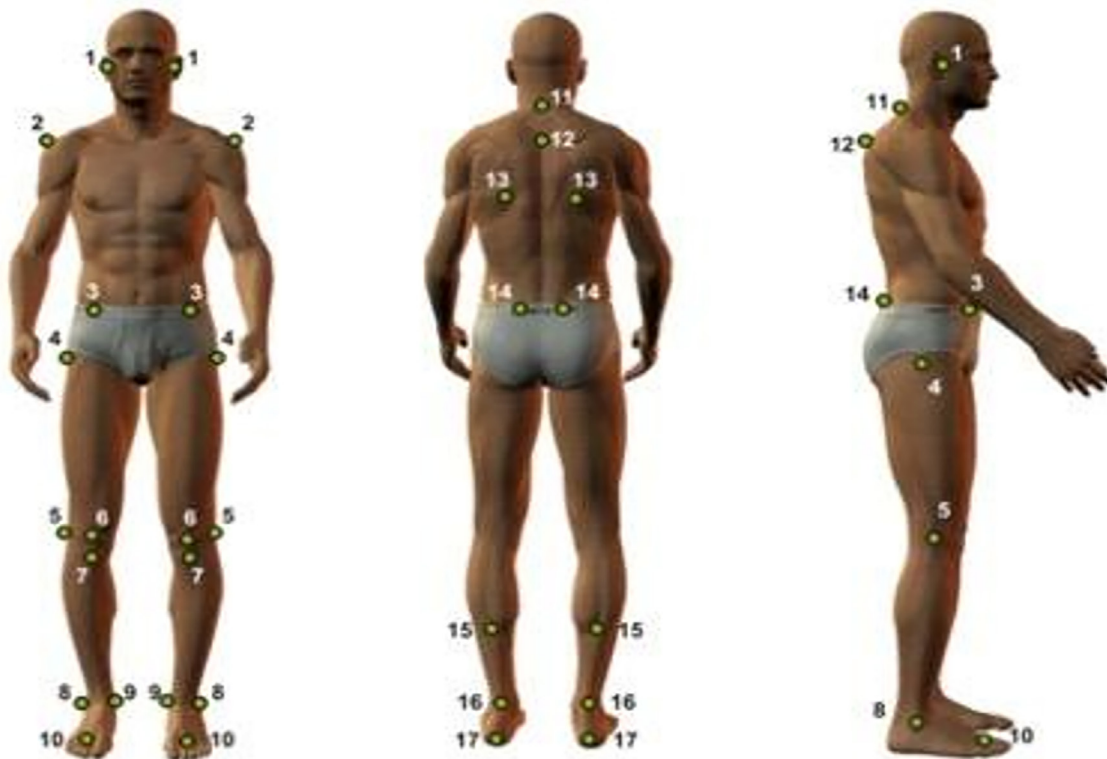
Authorization from parents and/or legal guardians, obtained through the signing of informed consent, was necessary. Verbal consent was also obtained from participants under 18 years of age for their involvement in the study and for the capture of photographs.

Each participant was required to complete a characterization form, providing the following information: age, gender, anthropometric measurements, details regarding refractive error (type of RE, correction with lenses, correction duration, and diagnostic duration), habits related to physical activity, and screen usage

Subsequently, the postural assessment of each participant was conducted using the SAPO software, which is based on the evaluation of the participant through four different photographic views: anterior, posterior, right lateral, and left lateral (Duarte et al., 2005). This software is deemed valid, precise in angle and distance measurements, with high inter- and intra-observer reliability, making it a valuable and reliable tool for postural measurement (Ferreira et al., 2010). Anatomical points from the protocol used for evaluation included: tragus (1); midpoint of the acromion (2); anterior-superior iliac spine (3); greater trochanter of the femur (4); knee joint line (5); midpoint of the patella (6); tibial tuberosity (7); lateral malleolus (8); medial malleolus (9); midpoint between the second and third metatarsals (10); C7 (11) and T3 (12) spinous processes; inferior angle of the scapula (13); posterior-superior iliac spine (14); midpoint of the leg (15); Achilles tendon, between the malleoli (16); and calcaneus (17) (Ferreira et al., 2010) (Figure 1).

Postural assessment involved analyzing the following variables: Horizontal Head Alignment (HHA), Horizontal Acromial Alignment (HAA), Horizontal Anterior-Superior Iliac Spine Alignment (HASIAS), Angle between the two acromia and the two anterior-superior iliac spines (Â\_AASIS), Limb Length Discrepancy (LLD), Frontal Plane Alignment (FPA), Sagittal Plane Alignment (SPA), Q angle (Qangle), Vertical Head Alignment (VHA), Leg/Rearfoot Angle (L/R Angle), Knee Angle (K Angle), Ankle Angle (A Angle), and Horizontal Pelvic Alignment (HPA)

Alinhamento Horizontal dos Acrômios (AHA), Alinhamento Horizontal das Espinhas Ilíacas Ântero-Superiores (AHEIAS), Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores ( $\hat{A}_{AEIAS}$ ), Diferença de Comprimento do Membro (DCM), Alinhamento no Plano Frontal (APF), Alinhamento no Plano Sagital (APS), Ângulo Q ( $\hat{A}_Q$ ), Alinhamento Vertical da Cabeça (AVC), Ângulo perna/retropé ( $\hat{A}_{P/R}$ ), Ângulo do Joelho ( $\hat{A}_J$ ), Ângulo do Tornozelo ( $\hat{A}_T$ ) e Alinhamento Horizontal da Pélvis (AHP).



Figura/Figure 1: Pontos Anatômicos do Protocolo SAPO/Anatomical Landmarks of the SAPO Protocol.

## 2.2. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Foi feita análise descritiva para a caracterização da amostra, com a média e o desvio padrão para as variáveis que constavam na ficha de caracterização. Seguida da distribuição percentual (%) para cada variável analisada na postura, por sexo e por ER.

Foi aplicado o teste paramétrico *t de student* para amostras independentes para comparar ambos os grupos, de acordo com o sexo na maioria das variáveis do alinhamento postural. Dada a normalidade dos dados foi também utilizado este teste para comparar quem pratica Atividade Física e quem não pratica nas variáveis alinhamento horizontal cabeça, Alinhamento Vertical da Cabeça direita e esquerda e Ângulo entre os dois acrômios e as duas espinhas ilíacas ântero-superiores.

Usou-se a correlação não paramétrica de *Spearman* para o Tempo de diagnóstico do ER, Tempo de uso de óculos, Tempo de uso do telemóvel dia, Tempo de uso de outros ecrãs, com as variáveis ditas anteriormente. Todas as análises foram realizadas no software SPSS, versão 25.

## 2.2. STATICAL ANALYSIS

Descriptive analysis was performed to characterize the sample, providing mean and standard deviation for variables in the characterization form. Subsequently, the percentage distribution (%) for each postural variable was analyzed by gender and RE.

The Student's t-test for independent samples was applied to compare both groups according to gender for most postural alignment variables. Given the normality of the data, this test was also used to compare those who engage in physical activity and those who do not in variables such as horizontal head alignment, vertical head alignment (right and left), and angle between the two acromia and the two anterior-superior iliac spines.

Spearman's non-parametric correlation was employed to assess the correlation between refractive error diagnosis time, glasses usage time, daily mobile phone usage time, time spent on other screens, and the aforementioned postural variables.

All analyses were conducted using SPSS software, version 25.

**3. RESULTADOS**

O Fluxograma dos participantes no estudo, Figura 2, descreve o processo de seleção e inclusão dos participantes.

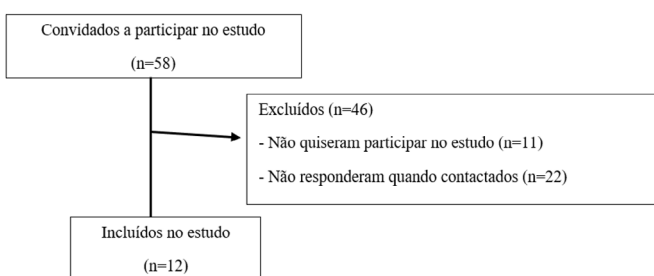
A Tabela 1 caracteriza a amostra em relação à idade, sexo, medidas antropométricas, informações sobre o erro de refração, hábitos relacionados à prática de atividade física, uso de ecrãs.

Relativamente à variável sexo, existe o mesmo número de participantes do sexo feminino e do masculino. Observamos predominância da idade dos 15 aos 18 anos, do problema visual miopia e do tempo de diagnóstico tanto dos 2 a 7 anos, como dos 8 aos 13 anos. O uso contínuo de óculos ou lentes de contacto ocorre em 75% dos participantes, sendo que a maioria apresenta tempo de evolução/degradação de visão com 2 a 7 anos, utilizando óculos ou lentes há 2 a 7 anos, assim como maior grau de correção visual ao nível do olho direito, e predominância de 3 a 4 horas no telemóvel por dia e nos restantes dispositivos, de 1 a 2 horas.

Relativamente à prática de atividade física, a maioria não pratica. Dos participantes que praticam, a frequência de prática é 2 a 3 vezes por semana, cerca de 60 a 90 minutos, e a maioria realiza há menos de 1 ano. Face ao tipo de desporto, o voleibol demonstra ser o mais prevalente. Em relação ao total de participantes, observa-se prevalência de 7 a 8 horas de sono por noite.

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se a frequência percentual das alterações posturais de acordo com o sexo e ER nas diferentes vistas.

Na vista anterior, as alterações posturais identificadas nos participantes com ER foram predominantemente: inclinação direita da cabeça, como esquerda, acrómio direito elevado, maior elevação da EIAS direita, inclinação esquerda do tronco, MI direito maior, varo do joelho direito e valgo do joelho esquerdo (Tabela 2). Na vista posterior, o valgismo direito do tornozelo e o valgismo esquerdo do tornozelo apresentaram maior frequência



**3. RESULTS**

The Participant Flow Diagram in Figure 2 describes the participant selection and inclusion process.

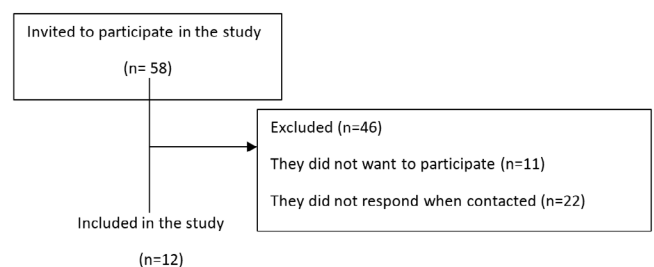
Table 1 provides a characterization of the sample in terms of age, gender, anthropometric measurements, information on refractive error, habits related to physical activity, and screen usage.

Concerning the gender variable, an equal number of male and female participants were included. The age distribution predominantly falls within the range of 15 to 18 years. There is a prevalence of myopia as the visual issue, with the diagnosis occurring both between 2 to 7 years and 8 to 13 years. Continuous use of glasses or contact lenses is reported by 75% of participants, with the majority experiencing a duration of visual impairment progression between 2 to 7 years and using corrective lenses for the same period. A higher degree of visual correction is observed in the right eye. The majority of participants report spending 3 to 4 hours per day on both mobile phones and other devices

Regarding physical activity, the majority of participants do not engage in any form of physical activity. Among those who do, the frequency ranges from 2 to 3 times per week, lasting approximately 60 to 90 minutes, with most having less than 1 year of practice. Volleyball emerges as the most prevalent sport among participants. In terms of sleep patterns, the majority report getting 7 to 8 hours of sleep per night.

Tables 2 and 3 display the percentage frequency of postural alterations according to gender and refractive error in different views

In the anterior view, postural alterations identified in participants with RE were predominantly: right head tilt, left head tilt, elevated right acromion, greater elevation of the right anterior-superior iliac spine (ASIS), left trunk tilt, increased right leg length, varus of the right knee, and valgus of the left knee (Table 2). In the posterior view, valgus of the right ankle and



**Figura/Figure 1:** Pontos Anatómicos do Protocolo SAPO/Anatomical Landmarks of the SAPO Protocol.

(Tabela 2). Na vista lateral direita, todos os participantes apresentaram tanto retificação cervical, anteversão da pélvis, como ausência de encurtamento da cadeia posterior e verificou-se maior frequência ao nível do flexo do joelho (Tabela 3).

A tabela 3 revela ainda que, na vista lateral esquerda, todos os participantes apresentaram anteversão da pélvis e que há maior predominância/predisposição para retificação da cervical, flexo do joelho e ausência de encurtamento da cadeia posterior. Quanto ao centro de gravidade, a transferência de peso para a esquerda foi mais prevalente, tendo todos demonstrado maior

valgus of the left ankle showed higher frequencies (Table 2). In the right lateral view, all participants exhibited cervical straightening, pelvic anteversion, and no shortening of the posterior chain, with a higher frequency observed at the knee flexion level (Table 3).

Table 3 further reveals that, in the left lateral view, all participants exhibited pelvic anteversion. There is a higher prevalence/predisposition for cervical straightening, knee flexion, and the absence of shortening of the posterior chain. Regarding the centre of gravity, weight transfer to the left was more prevalent, with all participants demonstrating greater

transferência de peso mais anterior no plano sagital.

Ao comparar as variáveis do alinhamento postural entre os sexos, verificam-se diferenças significativas na variável Q\_E, para  $p < 0,01$ , tendo o sexo feminino valores maiores para o ângulo Q (Média F = 25,23, Média M=11,08), o que significa existir maior valgismo. Em relação às restantes variáveis, não houve diferenças significativas entre os sexos (Tabela 4).

Houve correlação positiva e significativa entre o alinhamento horizontal da cabeça (AHC) e o tempo de uso de outros ecrãs (Tabela 5)

O *t de student* não revelou a existência de diferenças significativas entre os dois grupos (pratica AF/não pratica AF) e as variáveis do alinhamento postural (Tabela 6).

anterior weight transfer in the sagittal plane.

When comparing postural alignment variables between genders, significant differences are observed in the Q\_Left variable, at  $p < 0.01$ . The female gender shows higher values for the Q angle (Mean F = 25.23, Mean M = 11.08), indicating greater valgus. As for the remaining variables, there were no significant differences between genders (Table 4)

A positive and significant correlation was found between HHA and the time spent using other screens (Table 5).

The Student's t-test did not reveal significant differences between the two groups (engages in PA/does not engage in PA) and postural alignment variables (Table 6).

Tabela/Table 1: Caracterização da amostra/Sample characterization.

	%	Média/Mean (±DP/SD)
<b>Idade (Anos)/Age (years)</b>		15 (± 1,86)
12 a 14 anos/12 to 14 Years	41,7%	
15 a 18 anos/15 to 18 Years	58,3%	
<b>Peso/Weight (Kg)</b>		51,99 (± 10,35)
<b>Altura/Height (cm)</b>		1,64 (± 0,11)
<b>IMC/BMC</b>		19,21 (± 2,47)
<b>Sexo/Sex</b>		
Masculino/Male	50%	
Feminino/Female	50%	
<b>Problema Visual/Visual Problem</b>		
Miopia/Myopia	66,7%	
Hipermetropia/Hyperopia	8,3%	
Miopia e Astigmatismo/Myopia and Astigmatism	8,3%	
Hipermetropia e Astigmatismo/Hyperopia and Astigmatism	16,7%	
<b>Tempo de Diagnóstico/Diagnosis time</b>		
Menos de 2 anos/Less than 2 years	16,7%	
2 a 7 anos/2 to 7 years	41,7%	
8 a 13 anos/8 to 13 years	41,7%	
<b>Tempo de Evolução/Degradação de Visão/Evolution/Degradation time</b>		4,70 (± 3,97)
Não Tem/It does not have	16,7%	
Menos de 2 anos/Less than 2 years	25%	
2 a 7 anos/2 to 7 years	33,3%	
8 a 13 anos/8 to 13 years	25%	
<b>Uso de óculos ou lentes/Wear glasses or lenses</b>		
Sim/Yes	100%	
Não/No	0%	
<b>Tempo de uso de óculos/Glasses usage time</b>		
Menos de 2 anos/Less than 2 years	16,7%	
2 a 7 anos/2 to 7 years	50%	
8 a 13 anos/8 to 13 years	33,3%	
<b>Grau de Correção Visual/Degree of visual correction</b>		
Esquerdo/Left		2,10 (± 2,28)
Direito/Right		2,12 (± 2,29)
<b>Em que situações utiliza/In what situation do you use glasses</b>		
Estudar e em frente aos ecrãs/Studying in front of screens	25%	
Geral/sempre/General/always	75%	
<b>Tempo de Ecrã no Telemóvel por Dia/Mobile screen time per day</b>		

1 a 2 horas/1 to 2 hours	16,7%
3 a 4 horas/3 to 4 hours	58,3%
5 a 6 horas/5 to 6 hours	25%
<b>Tempo de Ecrã noutros dispositivos (Serviços de Streaming/televisão/computador) por Dia/Screen time on other device (streaming services TV/computer) per day</b>	
1 a 2 horas/1 to 2 hours	50%
3 a 4 horas/3 to 4 hours	41,7%
5 a 6 horas/5 to 6 hours	8,3%
<b>Prática de Atividade Física Extracurricular/Practice of extracurricular physical activity</b>	
Sim/Yes	33,3%
Não/No	66,7%
<b>Tipo de Atividade Física/Physical activity type</b>	
Ginásio/Gymnasium	25%
Basquetebol/Basketball	25%
Voleibol/Volleyball	50%
<b>Há quanto tempo pratica atividade física/How long have you been practicing physical activity</b>	
Há menos de 1 ano/less than 1 year	50%
Há 1 anos/1 year	25%
Há 2 anos/2 years	25%
<b>Frequência da prática de atividade física/Frequency of Physical activity</b>	
2 a 3 vezes/semana/2 to 3 times/week	75%
3 a 4 vezes/semana/3 to 4 times/week	25%
<b>Duração da prática de atividade física/Duration of physical activity</b>	
30 a 60 minutos/30 to 60 minutes	25%
60 a 90 minutos/60 to 90 minutes	75%

**Tabela/Table 2:** Frequência das alterações posturais de acordo com o sexo e problema visual - Vista Anterior e Posterior/Frequency of postural changes according to gender and visual problem - Anterior and Posterior View.

	Miopia/Myopia		Hipermetropia/Hyperopia		Miopia e Astigmatismo/Myopia and Astigmatism		Hipermetropia e Astigmatismo/Hyperopia and Astigmatism	
	F	M	F	M	F	M	F	M
<b>Anterior/Front</b>								
Inclinação direita da cabeça/ Right tilt of the head	16,6%	8,3%	8,3%			8,3%		
Inclinação esquerda da cabeça/ Left tilt of the head	16,6%	16,6%						8,3%
Alinhamento da cabeça/ Head alignment		8,3%					8,3%	
Acrómio direito elevado/ Elevated right acromion	33,3%	16,6%				8,3%		8,3%
Acrómio esquerdo elevado/ Elevated left acromion		8,3%	8,3%				8,3%	
Alinhamento do acrómio/ Acromion alignment		8,3%						
EIAS direita elevada/ Elevated right ASIS	25%	33,3%						8,3%
EIAS esquerda elevada/ Elevated Left ASIS	8,3%		8,3%			8,3%	8,3%	
Inclinação direita do tronco/ Right trunk tilt	8,3%	8,3%	8,3%			8,3%		
Inclinação esquerda do tronco/ Left trunk tilt	25%	25%					8,3%	8,3%
Diferença de comprimento dos MMII/ Difference in length of LL	MI direito maior/ Greater right LL	25%	25%					8,3%
	MI esquerdo maior/ Greater left LL	8,3%	8,3%	8,3%		8,3%	8,3%	

Valgo joelho direito/ Right knee valgus	16,6%	8,3%	8,3%			
Varo joelho direito/ Right knee varus	16,6%	25%		8,3%	8,3%	8,3%
Valgo joelho esquerdo/ Left knee valgus	33,3%	16,6%	8,3%		8,3%	
Varo joelho esquerdo/ Left knee varus		16,6%		8,3%		8,3%
<b>Posterior/Back</b>						
Valgo direito do tornozelo/ Right ankle valgus	33,3%	33,3%	8,3%		8,3%	
Varo direito do tornozelo/ Right ankle varus				8,3%		8,3%
Valgo esquerdo do tornozelo/ Left ankle valgus	25%	25%	8,3%	8,3%	8,3%	8,3%
Varo esquerdo do tornozelo/ Left ankle varus	8,3%	8,3%				
<b>Legenda/Legend:</b> F: Feminino, M: Masculino/F: Female, M: Male.						

**Tabela/Table 3:** Frequência das alterações posturais de acordo com o sexo e problema visual - Vista Lateral Direita e Esquerda; e Centro de Gravidade/Frequency of postural changes according to gender and visual problem - Right and Left Lateral View; and Center of Gravity

	Miopia/ Myopia		Hipermetropia/ Hyperopia		Miopia e Astigmatismo/ Myopia and Astigmatism		Hipermetropia e Astigmatismo/ Hyperopia and Astigmatism	
	F	M	F	M	F	M	F	M
<b>Lateral Direita/Right Side</b>								
Retificação da cervical/ Cervical straightening	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%	8.3%	8.3%
Anteversão da pélvis/Pelvic anteversion	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%	8.3%	8.3%
Flexão do Joelho/Knee flexion	33.3%	16.6%					8.3%	8.3%
Hiperextensão do Joelho/ Knee hyperextension		16.6%	8.3%			8.3%		
Ângulo tornozelo (sem encurtamento da cadeia posterior)/Ankle angle (without posterior chain shortening)	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%	8.3%	8.3%
<b>Lateral Esquerda/Left Side</b>								
Protusão da cervical/Cervical protrusion						8.3%		
Retificação da cervical/ Cervical straightening	33.3%	33.3%	8.3%				8.3%	
Alinhamento da cervical/ Cervical alignment								8.3%
Anteversão da pélvis/Pelvic anteversion	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%	8.3%	8.3%
Flexão do Joelho/Knee flexion	16.6%	16.6%				8.3%	8.3%	8.3%
Hiperextensão do Joelho/ Knee hyperextension	16.6%	16.6%	8.3%					
Ângulo tornozelo (com encurtamento da cadeia posterior)/Ankle angle (with posterior chain shortening)							8.3%	
Ângulo tornozelo (sem encurtamento da cadeia posterior)/Ankle angle (without posterior chain shortening)	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%		8.3%
<b>Centro de gravidade/Gravity Center</b>								
Transferência de peso para a direita/ Weight transfer to the right	8.3%	8.3%				8.3%	8.3%	
Transferência de peso para a esquerda/ Weight transfer to the left	33.3%	25%				8.3%		
Transferência de peso mais anterior no plano sagital/More anterior weight transfer in the sagittal plane	33.3%	33.3%	8.3%			8.3%	8.3%	8.3%
<b>Legenda/Legend:</b> F: Feminino, M: Masculino/F: Female, M: Male.								

**Tabela/Table 4:** Comparação das variáveis posturais por grupo (masculino e feminino)/Comparison of postural variables by group (male and female).

	Sexo/Sex	Média/Mean (±DP/SD)	Teste-t/T- test
AHC/HHA	Masculino/Male	2,6(2,3)	t(10)=0,489, p=0,635
	Feminino/Female	2,0(1,7)	
AHA/HAA	Masculino/Male	0,9(0,9)	t(10)= -0,894, p=0,393
	Feminino/Female	1,6(1,6)	
AHEIAS/HASIAS	Masculino/Male	2,0(0,9)	t(10)= -0,361, p=0,725
	Feminino/Female	2,3(1,3)	
Â_aeias/Â_aasis	Masculino/Male	1,8(1,3)	t(10)= -0,711, p=0,493
	Feminino/Female	2,4(1,6)	
DCM/LLD	Masculino/Male	0,9(0,6)	t(10)= -0,162, p=0,875
	Feminino/Female	0,9(0,8)	
Q_D/Q_R	Masculino/Male	11,7(7,2)	t(10)= -1,473, p=0,172
	Feminino/Female	17,7(6,9)	
Q_E/Q_L	Masculino/Male	11,1(4,7)	t(10)= -3,780, p=0,004
	Feminino/Female	25,2(7,9)	
AVC_D/VHA_R	Masculino/Male	14,3(9,9)	t(10)= -1,977, p=0,076
	Feminino/Female	24,2(7,3)	
AVC_E/VHA_L	Masculino/Male	12,9(11,7)	t(10)= -1,838, p=0,096
	Feminino/Female	22,9(6,4)	
AJ_D/Kanle_R	Masculino/Male	6,7(5,6)	t(10)= 0,694, p=0,504
	Feminino/Female	4,6(5,3)	
AJ_E/Kangle_E	Masculino/Male	7,1(5,2)	t(10)= 0,685, p=0,509
	Feminino/Female	4,9(5,8)	
AT_D/Aangle_R	Masculino/Male	84,5(3,5)	t(10)= -0,740, p=0,477
	Feminino/Female	85,7(2,3)	
AT_E/Aangle_L	Masculino/Male	86,3(3,0)	t(10)= 0,063, p=0,951
	Feminino/Female	86,2(5,0)	
AHP_D/HPA_R	Masculino/Male	13,4(5,8)	t(10)= 0,099, p=0,923
	Feminino/Female	13,1(7,0)	
AHP_E/HPA_L	Masculino/Male	13,3(6,8)	t(10)= -0,307, p=0,765
	Feminino/Female	14,3(3,7)	
APF/FPA	Masculino/Male	7,8(3,9)	t(10)= -1,231, p=0,246
	Feminino/Female	11,5(6,2)	
APS/SPA	Masculino/Male	42,6(11,5)	t(10)= -0,717, p=0,490
	Feminino/Female	46,7(7,9)	
APR_D/L/Rangle_R	Masculino/Male	11,0(5,6)	t(10)= 0,935, p=0,372
	Feminino/Female	7,3(8,1)	
APR_E/L/Rangle_L	Masculino/Male	11,3(6,8)	t(10)= 0,204, p=0,843
	Feminino/Female	10,5(6,6)	

**Tabela/Table 5:** Correlação entre Tempo de diagnóstico, Tempo de uso de óculos, Tempo de uso do telemóvel dia, Tempo de uso de outros ecrãs, com AHC, AVC\_D, AVC\_E e Â\_aeias/ Correlation between Diagnosis time, Time using glasses, Time using cell phone per day, Time using other screens with HHA, VHA\_R, VHA\_L and Â\_aasis.

		AHC/HHA	Â_aeias/Â_aasis	AVC_D/VHA_R	AVC_E/AVHA_L	
Spearman's rho	Tempo diagnóstico_anos/ Diagnosis time_years	r	,025	,109	,161	,290
		p	,939	,736	,616	,361
	Tempo uso óculos_meses/ Time using glasses_months	r	-,056	-,014	,218	,388
		p	w,862	,965	,497	,212
	Tempo piora visão_meses/ Time of worsening vision_months	r	,283	,264	,178	,535
		p	,428	,461	,623	,111
	Tempo uso telemóvel/ Time using cell phone per day	r	-,184	-,115	-,315	-,367
		p	,567	,723	,318	,240

		AHC/HHA	Â_aeias/Â_aasis	AVC_D/VHA_R	AVC_E/AVHA_L
Tempo_uso_outros_ecrãs/ Time using others screens	r	-,660	-,398	-,121	-,173
	p	,020	,201	,709	,590

**Legenda/Legend:** \*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). , r= coeficiente de correlação de Spearman, p= nível de significância/\*. Correlation is significant at the 0.05 level (2-tailed). , r= Spearman correlation coefficient , p= level of significance.

**Tabela/Table 6:** Comparação entre quem pratica Atividade Física e quem não pratica nas variáveis AHC, AVC\_D, AVC\_E e Â\_aeias/Comparison between those who practice Physical Activity and those who do not in the variables HHA, Â\_aasis, VHA\_R and VHR\_L.

Variáveis/Variable	Grupo/Group	Média/Mean (±DP/SD)	Teste-t/T-test
AHC/HHA	Pratica AF/Practice PA	1,9 (0,9)	t(10)=0,446, p=0,665
	Não pratica AF/Not practice PA	2,5 (2,4)	
Â_aeias/Â_aasis	Pratica AF/Practice PA	2,2 (0,9)	t(10)=0,196, p=0,849
	Não pratica AF/Not practice PA	2,0 (0,93)	
AVC_D/VHA_R	Pratica AF/Practice PA	16,2 (1,7)	t(10)=0,890, p=0,394
	Não pratica AF/Not practice PA	21,4 (7,8)	
AVC_E/VHA_L	Pratica AF/Practice PA	16,1(11,9)	t(10)=0,486, p=0,637
	Não pratica AF/Not practice PA	19,2(9,8)	

**Legenda/Legend:** AF: Atividade Física/PA: Physical Activity.

**4. DISCUSSÃO**

Este estudo objetivou identificar as possíveis alterações posturais em adolescentes que apresentam ER; verificar a relação entre tempo de ecrã, AF e estilo de vida, com o ER e postura; e observar a existência, ou não, de diferenças a nível postural entre os sexos.

Na nossa amostra, o ER mais prevalente foi a miopia, presente em 66,7% dos participantes. Esta prevalência vai de encontro às conclusões de Queirós *et al.* (2009), que referem que o astigmatismo é o ER visual mais prevalente na população portuguesa, apesar de, nas últimas décadas, a miopia ter vindo a aumentar cada vez mais, principalmente, em indivíduos jovens. Porém, o astigmatismo, na amostra do nosso estudo, apenas está presente juntamente com a miopia, em 8,3% e, juntamente com a hipermetropia, em 16,7%.

As alterações posturais anteversão da pélvis, inclinação pélvica, valgo do joelho e elevação do ombro, identificadas no presente estudo, apresentam similaridades com as alterações posturais observadas no estudo realizado por Batistão *et al.* (2016), que relata como alterações posturais mais comuns, encontradas em pelo menos 50% das crianças e adolescentes, a má formação do arco longitudinal do pé, hiperextensão e valgo do joelho, rotação medial da anca, anteversão da pélvis, inclinação pélvica, protrusão abdominal, hiperlordose lombar, omoplatas aladas, ombros salientes, hipercifose torácica e elevação do ombro. Apenas o flexo de joelho, uma das alterações posturais mais frequentes no presente estudo, não se incluí nos resultados encontrados na literatura.

Concretamente em relação à miopia, ER visual muito prevalente na amostra, verifica-se as seguintes alterações posturais: retificação da cervical, anteversão da pélvis e transferência de peso anterior em relação ao plano sagital. Estas estão presentes em 100% dos participantes com miopia e em 67% da amostra total. De seguida, verifica-se, também, que a elevação da EIAS direita (que se reflete em inclinação esquerda

**4. DISCUSSION**

This study aimed to identify possible postural alterations in adolescents with RE, examine the relationship between screen time, PA, lifestyle, ER, and posture, and observe the existence of postural differences between genders.

In our sample, the most prevalent refractive error was myopia, present in 66.7% of participants. This prevalence aligns with the findings of Queirós *et al.* (2009), who noted that astigmatism is the most prevalent visual refractive error in the Portuguese population. However, over the past decades, myopia has been increasing, particularly among young individuals. In our study sample, astigmatism is present only alongside myopia in 8.3% and alongside hypermetropia in 16.7%.

The postural alterations such as pelvic anteversion, pelvic tilt, knee valgus, and shoulder elevation identified in this study exhibit similarities with the postural alterations observed in the study conducted by Batistão *et al.* (2016). Their study reports common postural alterations found in at least 50% of children and adolescents, including malformation of the longitudinal arch of the foot, knee hyperextension and valgus, medial rotation of the hip, pelvic anteversion, pelvic tilt, abdominal protrusion, lumbar hyperlordosis, winged scapulae, prominent shoulders, thoracic hyperkyphosis, and shoulder elevation. The only exception is knee flexion, one of the most frequent postural alterations in the present study, which does not align with the findings in the literature.

Specifically regarding myopia, a highly prevalent visual RE in the sample, the following postural alterations are observed: cervical straightening, pelvic anteversion, and anterior weight transfer in relation to the sagittal plane. These alterations are present in 100% of participants with myopia and in 67% of the total sample. Furthermore, the elevation of the right ASIS (resulting in left pelvic tilt) and weight transfer to the left are also frequent, occurring in 88% of participants with myopia,

da pélvis) e a transferência de peso para a esquerda são muito frequentes, estando presentes em 88% dos participantes com miopia, representando 58% da amostra. Para além disso, a elevação do acrómio direito (que se reflete em elevação do ombro direito), a inclinação esquerda do tronco, o valgismo do joelho esquerdo, o flexo do joelho direito, o valgismo da tibio-társica esquerda e o comprimento do membro inferior direito maior que o esquerdo, são alterações posturais presentes em 75% dos participantes com miopia e em 50% da amostra total. Segundo de Pádua *et al.* (2018), os ER visuais nas crianças, provocam, nomeadamente, posicionamento incorreto da cabeça (anteriorização, lateralização e rotação), assimetria entre os ombros, desvio lateral da coluna, cifose dorsal, lordose lombar e valgismo dos joelhos. Para além disso, Arcanjo *et al.* (2005) realçam a anteriorização da cabeça em indivíduos míopes.

Deste modo, verifica-se que algumas das alterações posturais mais frequentes nos participantes com miopia, como a assimetria entre os ombros, inclinação do tronco e valgismo dos joelhos, corroboram os dados referidos na literatura (de Pádua *et al.*, 2018). No entanto, a retificação cervical verificada neste estudo, vai de encontro à anteriorização da cabeça referida na literatura por Arcanjo *et al.* (2005), concretamente em indivíduos com miopia. Uma possível justificação para este facto, poderá ser, em comparação com o ano de 2005, o aumento do uso dos aparelhos tecnológicos, como o telefone, por parte das crianças. Deste modo, o foco das crianças encontra-se abaixo do nível do olhar, durante longos períodos, fazendo com que tendam a assumir posturas de flexão da cabeça, que se reflete em retificação da cervical.

É importante referir que não foi possível realizar-se esta mesma discussão para os restantes ER visual (hipermetropia, miopia e astigmatismo, hipermetropia e astigmatismo), devido ao reduzido número de participantes com os mesmos.

Nos resultados deste estudo, verificam-se correlações significativas entre o alinhamento horizontal da cabeça, concretamente inclinação cervical, e o tempo de uso de ecrãs, à exceção do uso do telemóvel. Tendo a maioria dos participantes apresentado inclinação da cervical e retificação da mesma, estes resultados vão ao encontro do relatado por Eitivipart *et al.* (2018), que refere que o ângulo de flexão do pescoço e o ângulo de inclinação da cervical aumentam durante a utilização destes aparelhos, e por Matta *et al.* (2008) que referem que a utilização prolongada de meios eletrónicos mostra ter impacto nas alterações posturais.

Estas variações ao nível da cervical durante a utilização destes aparelhos, poderão estar dependentes da tarefa, da postura e da forma como estes são utilizados e manuseados. O uso prolongado e frequente destes ecrãs, bem como os movimentos repetidos pelos membros superiores numa postura incómoda, são os principais fatores contribuintes para a incidência de sintomas músculo-esqueléticos.

Outra variável analisada no estudo foi o estilo de vida dos participantes e a sua relação com a alteração postural. De facto, o sedentarismo em jovens é uma preocupação crescente, uma vez que está associado a múltiplos problemas de saúde. Os jovens tendem a passar a maior parte dos seus dias sentados, combinando longos períodos nessa posição durante as aulas,

representing 58% of the sample. Additionally, the elevation of the right acromion (resulting in right shoulder elevation), left trunk tilt, valgus of the left knee, flexion of the right knee, valgus of the left tibio-tarsal joint, and greater length of the right lower limb than the left are postural alterations present in 75% of participants with myopia and in 50% of the total sample. According to De Pádua *et al.* (2018), visual refractive errors in children lead to incorrect head positioning (anteriorization, lateralization, and rotation), asymmetry between the shoulders, lateral deviation of the spine, dorsal kyphosis, lumbar lordosis, and knee valgus. Additionally, Arcanjo *et al.* (2005) emphasize head anteriorization in myopic individuals.

Therefore, some of the most frequent postural alterations in participants with myopia, such as shoulder asymmetry, trunk tilt, and knee valgus, align with the literature findings (De Pádua *et al.*, 2018). However, the cervical straightening observed in this study contradicts the head anteriorization mentioned in the literature by Arcanjo *et al.* (2005), specifically in individuals with myopia. One possible explanation for this difference could be the increased use of technological devices, such as phones, by children in comparison to the year 2005. Consequently, children's focus is below eye level for extended periods, leading them to adopt head flexion postures, reflected in cervical straightening.

It is important to note that a discussion for the remaining visual RE (hypermetropia, myopia and astigmatism, hypermetropia, and astigmatism) could not be conducted due to the limited number of participants with these conditions.

In the results of this study, significant correlations are found between horizontal head alignment, specifically cervical tilt, and screen time, except for mobile phone usage. As most participants exhibited cervical tilt and straightening, these results align with the findings of Eitivipart *et al.* (2018), who reported an increase in neck flexion and cervical tilt during the use of electronic devices. Additionally, Matta *et al.* (2008) noted that prolonged use of electronic devices has an impact on postural alterations.

These cervical variations during the use of electronic devices may depend on the task, posture, and how these devices are used and handled. Prolonged and frequent use of screens, along with repeated movements by the upper limbs in an uncomfortable posture, are the main contributing factors to the incidence of musculoskeletal symptoms.

Another variable analyzed in the study was the participants' lifestyle and its relationship with postural alterations. Indeed, sedentary behavior in young individuals is a growing concern, as it is associated with multiple health issues. Young individuals tend to spend most of their days sitting, combining long periods in this position during classes with excessive screen time at home (Schwertner *et al.*, 2022).

In our sample, it is evident that the majority of participants do not engage in any PA. However, when comparing the variables "Engages in PA" and "Does not engage in PA" with the variables analyzed in the postural assessment (HHA; VHA Right, VHA Left; and Â\_AASIS), no significant differences are observed between the two groups (engages in and does not engage in PA). This suggests that no statistically relevant evidence was found to assert a relationship between PA and postural

com o tempo excessivo gasto em frente aos ecrãs de televisão, computadores, *tablets* e *smartphones* em casa (Schwertner *et al.*, 2022).

Na nossa amostra, é possível verificar que, relativamente à AF, a maioria dos participantes não pratica qualquer atividade. Contudo, quando comparadas as variáveis "Prática AF" e "Não pratica AF" com as variáveis analisadas na avaliação postural (AHC; AVC\_D; AVC\_E e Â\_aeias), percebe-se que não existe diferenças significativas entre os dois grupos (prática e não pratica AF), o que demonstra que não foram encontradas evidências estatisticamente relevantes para afirmar que há uma relação entre a prática de AF e as alterações posturais.

É ainda relevante perceber que a ausência de diferenças significativas não traduz, necessariamente, a ausência de relação entre as variáveis estudadas, mas que a amostra estudada não forneceu evidências estatisticamente significativas para afirmar a presença dessa relação. Recomenda-se por isso, a realização de um estudo com uma amostra maior.

Face à análise de ambos os sexos com as várias alterações posturais, verifica-se que só houve diferença significativa entre os sexos para o ângulo Q do joelho esquerdo. Sendo que o sexo feminino foi o que demonstrou maior ângulo, indicando maior valgo do joelho esquerdo nas mulheres. Estes resultados corroboram com o estudo de Nguyen e Shultz (2007), que afirma que, enquanto o sexo masculino, ao longo da sua adolescência, desenvolve um alinhamento varo ou mais neutro do joelho, o sexo feminino demonstra prevalência de um alinhamento valgo do joelho.

Considera-se que este estudo tem algumas limitações, entre as quais, o facto de a amostra ter sido selecionada por conveniência, uma vez que os participantes do estudo não foram escolhidos de um modo aleatório. Também a pequena amostra de participantes foi tida como uma limitação, pela dificuldade de adesão ao estudo, possivelmente pelo tempo necessário para realizar toda a avaliação postural (marcação de pontos anatómicos e realização de fotos em várias vistas) e pela exposição corporal, mesmo com a presença de um consentimento informado. Devido ao pequeno tamanho da amostra, não conseguimos identificar as alterações posturais mais prevalentes em relação a cada ER, e, por isso, os resultados obtidos não podem ser generalizados.

Outra limitação identificada reside na recolha de dados acerca da prática de atividade física pelos participantes. Neste sentido, a utilização do Questionário Internacional de Atividade Física (IPAQ) poderia ter sido adotada como uma abordagem mais objetiva para avaliar o nível de atividade física. Adicionalmente, seria relevante considerar a inclusão da avaliação da variável dor, uma vez que a revisão de literatura conduzida indica a sua presença frequente em disfunções músculo-esqueléticas e o seu impacto na postura.

Por fim, e devido ao tipo de desenho deste estudo, não é permitido estabelecer uma relação de causa efeito, uma vez que por detrás das alterações posturais podem estar outros fatores, como a adoção de hábitos posturais menos corretos. Posto isto, recomendamos investigações futuras nesta mesma temática, salientando a importância de se realizarem estudos com um maior nível de evidência, de modo a poderem estabelecer-se relações de causalidade.

alterations.

It is essential to note that the absence of significant differences does not necessarily indicate the absence of a relationship between the studied variables. Instead, it suggests that the studied sample did not provide statistically significant evidence to assert the presence of such a relationship. Therefore, it is recommended to conduct a study with a larger sample size.

Upon analyzing both sexes for various postural alterations, significant differences were observed only for the Q angle of the left knee. The female participants demonstrated a significantly larger angle, indicating a greater valgus of the left knee in women. These results align with the study by Nguyen and Shultz (2007), which asserts that, during adolescence, males tend to develop a varus or more neutral alignment of the knee, while females exhibit a prevalence of valgus knee alignment.

This study is acknowledged to have several limitations, including the use of a convenience sample, as participants were not selected randomly. The small sample size is also considered a limitation due to difficulties in participant adherence, possibly stemming from the time required for the entire postural assessment (marking anatomical points and taking photos from various views) and the necessary body exposure, even with the presence of informed consent. Owing to the small sample size, it was not possible to identify the most prevalent postural alterations related to each visual RE. Therefore, the results obtained may not be

Another limitation identified lies in the data collection regarding participants' physical activity. In this regard, adopting the International Physical Activity Questionnaire (IPAQ) could have provided a more objective approach to assess the level of physical activity. Additionally, it would be relevant to consider including the assessment of the variable pain, as the literature review conducted indicates its frequent presence in musculoskeletal dysfunctions and its impact on posture.

Finally, due to the study's design, it is not permissible to establish a cause-and-effect relationship, as factors such as the adoption of less correct postural habits may underlie postural alterations. Given this, we recommend future research in this area, emphasizing the importance of conducting studies with a higher level of evidence to establish causal relationships.

## 5. CONCLUSION

The study identified postural alterations in adolescents with myopia as their visual RE. These alterations included cervical straightening, head inclination, pelvic anteversion, anterior weight transfer in relation to the sagittal plane, left pelvic inclination, weight transfer to the left, right shoulder elevation, left trunk inclination, valgus of the left knee, flexion of the right knee, valgus of the left tibio-tarsal joint, and a greater length of the right lower limb than the left.

Females exhibited greater valgus compared to males, representing the only postural difference between genders in individuals aged 12 to 18 years with visual refractive errors.

Adolescents with visual RE, whether engaging in PA or not, demonstrated similar postures. A significant correlation was observed between cervical inclination and screen time, excluding mobile phone usage.

## 5. CONCLUSÕES

O estudo permitiu identificar alterações posturais em adolescentes que apresentam como ER a miopia. Estas alterações incluíram, a retificação da cervical, inclinação da cabeça, anteversão da pélvis, a transferência de peso anterior em relação ao plano sagital, a inclinação esquerda da pélvis, a transferência de peso para a esquerda, a elevação do ombro direito, a inclinação esquerda do tronco, o valgismo do joelho esquerdo, o flexo do joelho direito, o valgismo da tibio-társica esquerda e o comprimento do membro inferior direito maior que o esquerdo.

O sexo feminino apresenta maior valgismo do que o sexo masculino, sendo a única diferença da postura entre o sexo de indivíduos com ER na idade de 12 e 18 anos.

Adolescentes com ER praticantes e não praticantes de AF, apresentam postura semelhante. Verificamos correlação significativa entre a inclinação cervical e o tempo de uso de ecrãs, à exceção do uso do telemóvel.

## CONFLITO DE INTERESSES

Sem conflitos de interesse a declarar.

## AGRADECIMENTOS

A todos os participantes, colegas e professores que tornaram possível a realização deste projeto de investigação.

## CONTRIBUIÇÕES AUTORAIS

Conceptualização, C.S.; metodologia, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; software, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; validação, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; análise formal, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; investigação, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; recursos, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; curadoria de dados, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; redação - preparação do draft original, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; redação - revisão e edição, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; visualização, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. e S.S.; supervisão, C.S.; coordenação do projeto, C.S. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS/REFERENCES

- Hashemi H, Fotouhi A, Yekta A, Pakzad R, Ostadimoghaddam H, Khabazkhoob M. Global and regional estimates of prevalence of refractive errors: Systematic review and meta-analysis. *J Curr Ophthalmol* 30(1):3-22, 2017.
- Williams KM, Verhoeven VJ, Cumberland P, Bertelsen G, Wolfram C, Buitendijk GH, Hofman A, van Duijn CM, Vingerling JR, Kuijpers RW, Höhn R, Mirshahi A, Khawaja AP, Luben RN, Erke MG, von Hanno T, Mahroo O, Hogg R, Gieger C, Cougnard-Grégoire A, Anastasopoulos E, Bron A, Dartigues JF, Korobelnik JF, Creuzot-Garcher C, Topouzis F, Delcourt C, Rahi J, Meitinger T, Fletcher A, Foster PJ, Pfeiffer N, Klaver CC, Hammond CJ. Prevalence of refractive error in Europe: The European Eye Epidemiology (E(3)) Consortium. *Eur J Epidemiol* 30(4):305-15, 2015.
- Queirós A, Ferrer-Blasco T, Jorge J, Peixoto-De-Matos S, González-Méijome JM, Cerviño A, Montés-Micó R. Prevalence of refractive conditions in the general population attending eye care clinics in the north of Portugal. *Fondazione Giorgio Ronchi* 54(1):101-111, 2009.
- Gurpinar B, Kara B, Idiman E. Effects of aquatic exercises on postural control and hand function in Multiple Sclerosis: Halliwick versus Aquatic Plyometric Exercises: a randomised trial. *J Musculoskelet Neuronal Interact* 20(2): 249-255, 2020.
- Dusing SC, Harbourne RT. Variability in postural control during infancy: implications for development, assessment, and intervention. *Physical Therapy* 90(12):1838-49, 2010.
- Jayakaran P, Aman W, Fernando U, Hackfath K, McPherson A, Williams M, Mitchell L. Sensory organization for postural control in children with strabismus-A systematic review and meta-analysis. *Gait & Posture* 88: 94-104, 2021.
- Carini F, Mazzola M, Fici C, Palmeri S, Messina M, Damiani P, Tomasello G. Posture and posturology, anatomical and physiological profiles: overview and current state of art. *Acta Biomed* 88(1):11-16, 2017.
- Arcanjo GN, Lima RF, Macena RHM, de Almeida LC. Análise da relação entre mudanças posturais na coluna e alterações visuais. *Fisioterapia Brasil* 354-360, 2005.
- De Pádua M, Sauer JF, João SMA. Quantitative Postural Analysis of Children with Congenital Visual Impairment. *Journal of Manipulative and Physiological*

**Ethics committee approval:** The study received approval from the Ethics and Research Committee of the Federal University of São Paulo under the reference number 1223/2021.

## CONFLICT OF INTERESTS

No conflicts of interest to declare.

## ACKNOWLEDGMENTS

To all participants, colleagues and teachers who made this research project possible.

## AUTHORS' CONTRIBUTIONS

Conceptualization,, C.S.; methodology, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; software, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; validation, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; formal analysis, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; investigation, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; resources, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; date curation, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; writing - original draft preparation, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; writing - review e editing, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; visualization, C.S., A.C, B.P, M.R., M.B. and S.S.; supervision, C.S.; project coordination, C.S. All authors read and agreed to the final published version of the manuscript.

- Therapeutics* 41(1):62–70, 2018.
- Rys M, Konz S. Standing. *Ergonomics* 37(4):677–687, 1994.
- Emami MJ, Ghahramani MH, Abdinejad F, Namazi H. Q-angle: An invaluable parameter for evaluation of anterior knee pain. *Archives of Iranian Medicine* 10(1):24–26, 2007.
- Lennon J, Shealy C, Cady R, Matta W, Cox R, Simpson, WF. Postural and respiratory modulation of autonomic function, pain, and health. *American Journal of Pain Management* 4:36–39, 1994.
- Batistão M, Moreira R, Cury HJ, Salazar LE, Sato T. Prevalence of postural deviations and associated factors in children and adolescents: A cross-sectional study. *Fisioterapia Em Movimento* 29(4):777–786, 2016.
- Rusek W, Baran J, Leszczak J, Adamczyk M, Baran R, Weres A, Ingłot G, Czenczek-Lewandowska E, Pop T. Changes in Children's Body Composition and Posture during Puberty Growth. *Children* 8(4):288, 2021.
- Kratenová J, Zejglicová K, Malý M, Filipová V. Prevalence and risk factors of poor posture in school children in the Czech Republic. *The Journal of School Health* 77(3):131–137, 2007.
- Posluszny P, Pokrywka J, Fugiel J. Prevalence of postural disorders in children from Copper Basin in Poland. Częstość wad postawy ciała u dzieci z Zagłębia Miedziowego. *Fizjoterapia* 19:3–10, 2011.
- Taborda LD. A influência da tecnologia no desenvolvimento da criança. *Uningá Review* 34(1):40–48, 2019.
- Schwertner DS, Da-Silva-Oliveira R, Swarowsky A, Felden É, Beltrame TS, Da-Luz-Koerich M. Young people's low back pain and awareness of postural habits: A cross-sectional study. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation* 35(5): 983–992, 2022.
- Namwongsa S, Puntumetakul R, Neubert MS, Chaiklieng S, Boucaut R. Ergonomic risk assessment of smartphone users using the Rapid Upper Limb Assessment (RULA) tool. *PLoS ONE* 13(8), 2018.
- Eitviviart AC, Viriyarajanukul S, Redhead L. Musculoskeletal disorder and pain associated with smartphone use: A systematic review of biomechanical evidence. *Hong Kong Physiotherapy Journal* 38(2): 77–90, 2018.
- Matta NS, Singman EL, Silbert DI. Performance of the Plusoptix vision screener for the detection of amblyopia risk factors in children. *Journal of AAPOS: The Official Publication of the American Association for Pediatric Ophthalmology and Strabismus* 12(5): 490–492, 2008.
- Duarte M, Ferreira EA, Maldonado EP, Freitas AZ. SAPO - Software para avaliação postural, 2005.
- Ferreira EA, Duarte M, Maldonado EP, Burke TN, Marques AP. Postural Assessment Software (PAS/SAPO): Validation and Reliability. *Clinics* 65(7): 675–681, 2010.
- Lee M, Hong Y, Lee S, Won J, Yang J, Park S, Chang KT, Hong Y. The effects of smartphone use on upper extremity muscle activity and pain threshold. *Journal of Physical Therapy Science* 27(6): 1743–1745, 2015.
- Xie Y, Szeto GP, Dai J, Madeleine P. A comparison of muscle activity in using touchscreen smartphone among young people with and without chronic neck-shoulder pain. *Ergonomics* 59(1): 61–72, 2016.
- Jung SI, Lee NK, Kang KW, Kim K, Lee DY. The effect of smartphone usage time on posture and respiratory function. *Journal of Physical Therapy Science* 28(1): 186–189, 2016.
- Nguyen AD, Shultz SJ. Sex Differences in Clinical Measures of Lower Extremity Alignment. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* 37(7): 389–398, 2007.