

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DANÇA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

**Emanuelle Francine Detogni Schmit**

**PROPOSIÇÃO DE VALORES NORMATIVOS DA POSTURA CORPORAL  
ESTÁTICA NO PLANO SAGITAL PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
UTILIZANDO A FOTOGRAMETRIA**

Porto Alegre - RS

2019

**Emanuelle Francine Detogni Schmit**

**PROPOSIÇÃO DE VALORES NORMATIVOS DA POSTURA CORPORAL  
ESTÁTICA NO PLANO SAGITAL PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
UTILIZANDO A FOTOGRAMETRIA**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciências do Movimento Humano da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Doutora em Ciências do Movimento Humano.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cláudia Tarragô Candotti

Porto Alegre - RS

2019

Emanuelle Francine Detogni Schmit

**PROPOSIÇÃO DE VALORES NORMATIVOS DA POSTURA CORPORAL  
ESTÁTICA NO PLANO SAGITAL PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES  
UTILIZANDO A FOTOGRAMETRIA**

Conceito Final: \_\_\_\_

Aprovada em: ..... de ..... de.....

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Adriane Vieira – ESEFID - UFRGS

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Anelise Reis Gaya – ESEFID - UFRGS

---

Prof. Dr. Matias Noll – IFGoiano

---

Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Tássia Silveira Furlanetto – Personale Treinamento e Saúde

---

Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Cláudia Tarragô Candotti – ESEFID - UFRGS

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família. Aos meus pais por nunca terem medido esforços para me motivar e fornecer um ensino de qualidade, assim como por acreditarem nos meus sonhos e em meu potencial para realizá-los. À minha irmã, por todo amor, carinho e atenção, mesmo à distância, e principalmente por ter abraçado uma das etapas dessa tese (a mais chata)...a tabulação dos dados.

Aos mestres que se fizeram presentes durante minha jornada acadêmica. Em especial, ao Professor Heleodório Honorato dos Santos, meu orientador do trabalho de conclusão de curso da graduação, que despertou mais fortemente em mim o desejo de seguir a área acadêmica. Ao professor Jefferson Fagundes Loss, meu orientador do mestrado, que me fez ir além dos meus limites e buscar novos horizontes. E, obviamente, a magnânima e esplêndida professora Cláudia Tarragô Candotti, orientadora do doutorado, um exemplo de profissional...“quando crescer quero ser que nem ela”!

À banca, por terem aceito prontamente o convite para participação na avaliação e aprimoramento desse trabalho. Cada um de vocês é fonte inspiradora de alguma forma para mim.

Às escolas que aceitaram abrir as portas para receber o projeto, aos diretores e professores que se engajaram e auxiliaram, aos estudantes que toparam participar e aos responsáveis de cada criança e adolescente por terem confiado em meu trabalho.

À CAPES, pela concessão da bolsa de doutorado, fonte de auxílio imprescindível.

Aos colegas do grupo de pesquisa BIOMECH, e mais especificamente aos “Cabeças da Postura”, vocês são incríveis, sem vocês essa tese não existiria. Aos que compuseram a equipe avaliadora – Bruna, Grazielle, Luiza, Marja, Mateus, Paula, Vanessa, Vinícius, Tainara e Taís, muitíssimo obrigada. Ao Eduardo, pela parceria na revisão sistemática como segundo avaliador.

Aos meus colegas de trabalho, principalmente aos coordenadores, pela compreensão e por fazerem parte da minha realização profissional. Aos meus alunos, os quais foram e são fonte de motivação diária. Agradeço ao Luiz e a Tamara, por terem me auxiliado nas avaliações e elaborações dos laudos posturais. E, obviamente, também tenho que agradecer por sempre me lembrarem: Professora, e a tese?

Ao meu namorado Lucas, por toda paciência e companheirismo, por me entender e tornar meus dias mais leves e alegres. E, a minha filhota canina, Mel, por todo amor e tranquilidade que ela me passa.

Por fim, à todas as pessoas que passaram por mim nessa jornada, seja no âmbito pessoal, acadêmico e/ou profissional, e que doaram um pouquinho de si para minha construção, meu muito obrigada!

## RESUMO

SCHMIT, E. F. D. Proposição de valores normativos da postura corporal estática no plano sagital para crianças e adolescentes utilizando a fotogrametria. *Tese de Doutorado*. Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2019. **Contextualização:** Nas últimas décadas houve um significativo progresso no entendimento de vários fenômenos relacionados à saúde humana, inclusive no que diz respeito às questões posturais. Contudo, uma lacuna acerca dos valores normativos da postural corporal estática avaliada por meio da fotogrametria ainda se faz presente. Dessa forma, essa tese objetivou descrever os valores normativos da postura corporal estática no plano sagital dos segmentos cabeça, ombro, coluna vertebral, pelve e joelho de crianças e adolescentes por meio da fotogrametria considerando a influência dos fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica. A partir desse objetivo, dois estudos foram conduzidos: (1) Estudo 1: Variáveis posturais angulares avaliadas pela fotogrametria no plano sagital: revisão sistemática com metanálise dos estudos realizados com crianças e adolescentes. Os resultados desse estudo mostraram que, em uma análise postural, é possível avaliar: o ângulo do olhar, a posição da cabeça, a posição do ombro, o alinhamento sagital ou inclinação da pelve (valores normativos entre 12,4° e 14,9° para faixa etária de sete a nove anos e entre 12,3° e 13,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos), a posição do joelho ou ângulo do membro inferior e o alinhamento vertical do tronco (valores entre 2,1° a 2,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos); (2) Estudo 2: Proposição de valores normativos da postura corporal estática no plano sagital para crianças e adolescentes utilizando a fotogrametria. Nesse estudo epidemiológico do tipo transversal retrospectivo foram avaliados 567 escolares (ambos os sexos, faixa etária de 7 a 17 anos) de escolas da rede pública de sete diferentes mesorregiões do estado do Rio Grande do Sul, utilizando o protocolo e *software Digital Image-based Postural Assessment (DIPA)*. Os valores médios com seus desvios padrões (intervalo concebido entre os valores dos percentis 15% e 85%) podem ser considerados como normativos para o estado do Rio Grande do Sul e poderão subsidiar qualquer *software* de avaliação postural que utilize os mesmos pontos anatômicos e procedimentos matemáticos para obtenção dos valores angulares.

**Palavras-chave:** postura, fotogrametria, criança, adolescente, estudantes

## ABSTRACT

SCHMIT, E. F. D. Proposition of normative values of static body posture in the sagittal plane for children and adolescents using photogrammetry. *Doctoral thesis*. Pos Graduate Program in Human Movement Sciences. Federal University of Rio Grande do Sul. 2019.

**Contextualization:** In the last decades there has been a significant progress in the understanding various phenomena related to human health, including postural issues. However the gap regarding the normative values of the static body posture assessed by photogrammetry is still presente. Thus, this thesis aimed to describe the normative values of static body posture in the sagittal plane of the head, shoulder, spine, pelvis and knee segments of children and adolescents through photogrammetry considering the influence of the factors sex, age and maturity biological level. From this objective, two studies were conducted: (1) Study 1: Angular postural variables assessed by photogrammetry in the sagittal plane: systematic review with meta-analysis of studies performed with children and adolescents. The results of this study showed that, in the postural analysis, it is possible to evaluate: gaze angle, head position, shoulder position, pelvi sagittal alignment or pelvic tilt (normative values between 12.4° and 14.9° for age range of seven to nine years and between 12.3° e 13.6° for the age group of 10 to 14 years), the position of the knee or angle of the lower limb and the vertical alignment of the trunk (values between 2.1° to 2.6° for the age group of 10 to 14 years); (2) Study 2: Proposition of normative values of static body posture in the sagittal plane for children and adolescents using photogrammetry. In this cross-sectional retrospective epidemiological study, 567 schoolchildren (both sexes, aged 7-17 years) from public schools in seven diferent mesoregions of the state of Rio Grande do Sul, were evaluated using the Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) protocol and software. The mean values with their standard deviations (range between 15% and 85% percentile values) can be considered as normative for the state of the Rio Grande do Sul and may subsidize any postural evaluation software that uses the same anatomical points and mathematical procedures to obtain the angular values.

**Keywords:** posture, photogrammetry, child, adolescent, students

## LISTA DE QUADROS, TABELAS E FIGURAS

### CAPÍTULO 1

<b>Tabela 1 -</b>	Estratégia de busca utilizada no <i>PubMed</i> .....	17
<b>Figura 1 -</b>	Fluxograma dos estudos incluídos na revisão sistemática.....	19
<b>Tabela 2 -</b>	Características dos estudos incluídos.....	20
<b>Tabela 3 -</b>	Qualidade metodológica e risco de viés dos estudos incluídos de acordo com o <i>checklist</i> de Downs & Black.....	29
<b>Tabela 4 -</b>	Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise.....	30

### CAPÍTULO 2

<b>Equação 1 -</b>	Equação para estimar a maturação biológica de indivíduos do sexo feminino (MIRWALD <i>et al.</i> , 2002)	53
<b>Equação 2 -</b>	Equação para estimar a maturação biológica de indivíduos do sexo masculino (MIRWALD <i>et al.</i> , 2002)	53
<b>Quadro 1 -</b>	Especificação dos pontos anatômicos e das variáveis posturais angulares avaliadas no plano sagital (perfil direito) de acordo com o protocolo e <i>software</i> DIPA <sup>®</sup> .....	54
<b>Figura 1 -</b>	Fluxograma de inclusão amostral.....	58
<b>Tabela 2 -</b>	Posição da cabeça – estratificação por faixa etária para proposição dos valores normativos.....	60
<b>Tabela 3 -</b>	Postura do ombro – estratificação por faixa etária para proposição dos valores normativos.....	61
<b>Tabela 4 -</b>	Ângulo da curvatura cervical – proposição dos valores normativos.....	61
<b>Tabela 5 -</b>	Ângulo da curvatura dorsal – estratificação por sexo e faixa etária para proposição dos valores normativos.....	62
<b>Tabela 6 -</b>	Ângulo da curvatura lombar – estratificação por sexo para proposição dos valores normativos.....	63
<b>Tabela 7 -</b>	Posição da pelve – estratificação por sexo para proposição dos valores normativos.....	63
<b>Tabela 8 -</b>	Postura do joelho – estratificação por sexo e faixa etária para proposição dos valores normativos.....	64

### APÊNDICE 1

<b>Quadro 1 -</b>	Panorama de escolares matriculados no estado do Rio Grande do Sul (estratificados por mesorregião e faixa etária).....	83
<b>Quadro 2 -</b>	Estratificação amostral por mesorregião e faixa etária.....	84

<b>Quadro 3 -</b>	Estratificação amostral por mesorregião, faixa etária e sexo.....	84
<b>Quadro 4 -</b>	Estratificação amostral da faixa etária de 7 a 9 anos por mesorregião, sexo e idade.....	85
<b>Quadro 5 -</b>	Estratificação amostral da faixa etária de 10 a 14 anos por mesorregião, sexo e idade.....	85
<b>Quadro 6 -</b>	Estratificação amostral da faixa etária de 15 a 17 anos por mesorregião, sexo e idade.....	86
<b>Quadro 7 -</b>	Estratificação amostral dos indivíduos avaliados por mesorregião e faixa etária.....	87
<b>Quadro 8 -</b>	Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 7 a 9 anos por mesorregião, sexo e idade.....	87
<b>Quadro 9 -</b>	Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 10 a 14 anos por mesorregião, sexo e idade.	88
<b>Quadro 10 -</b>	Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 15 a 17 anos por mesorregião, sexo e idade.	88
<b>Quadro 11 -</b>	Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - por sexo, faixa etária e nível de maturação biológica.....	89

## SUMÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>11</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
1.2.1 Tipo de estudo .....	16
1.2.2 Estratégias de busca.....	16
1.2.3 Critérios de elegibilidade.....	17
1.2.4 Avaliação dos estudos .....	17
1.2.5 Análise estatística .....	18
<b>1.3 RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>36</b>
<b>1.5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>42</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>43</b>
<b>CAPÍTULO 2 .....</b>	<b>48</b>
<b>2.1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>50</b>
<b>2.2 MÉTODOS.....</b>	<b>51</b>
2.2.1 Amostra .....	51
2.2.2 Procedimentos .....	52
2.2.3 Análise estatística .....	57
<b>2.3 RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
<b>2.4 DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>
<b>2.5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>72</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>73</b>
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>78</b>
<b>DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....</b>	<b>81</b>
<b>PERSPECTIVAS.....</b>	<b>82</b>
<b>REFERÊNCIAS REFERENTES À INTRODUÇÃO GERAL .....</b>	<b>83</b>
<b>APÊNDICE .....</b>	<b>88</b>

## APRESENTAÇÃO

Esta tese foi desenvolvida visando preencher a lacuna relacionada às variáveis posturais angulares avaliadas por meio da fotogrametria no plano sagital, especificamente na população de crianças e adolescentes. Cabe destacar que a fotogrametria é uma metodologia avaliativa de baixo custo, fácil execução com relação aos aspectos ambientais de estrutura física, bem como demanda curto espaço de tempo para a aquisição de fotografias e análise. Além dessas características, a fotogrametria possui a vantagem de fornecer uma avaliação quantitativa da postura corporal. Contudo, a ausência de valores normativos para esse método dificulta o fornecimento de informações interpretativas e/ou classificatórias dos dados fornecidos.

Diversos protocolos e *softwares* estão disponíveis para realização desse tipo de avaliação, alguns de livre acesso e outros pagos, mas que em sua maioria carecem de informações científicas para interpretação das informações. No que tange a esse aspecto, um dos fatores motivadores para realização dessa tese diz respeito ao protocolo e *software Digital Image-based Postural Assessment (DIPA<sup>®</sup>)*, desenvolvido pelo Grupo de Investigação da Mecânica do Movimento (BIOMECH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, do qual sou integrante desde o ano de 2013. Tal *software* tem suas informações baseadas em estudos e pesquisas desenvolvidos pelo grupo, seja com delineamento observacional ou bibliográfico.

O Grupo BIOMECH tem dedicado grande parte dos seus estudos para a temática “postura corporal”, especificamente o eixo “avaliação”. Dentre as possibilidades de estudos, a população de escolares (crianças e adolescentes) tem sido alvo de interesse do grupo. Um dos principais problemas encontrados nessas investigações é a interpretação correta dos resultados das avaliações posturais, que é dificultada por dois grandes fatores: (1) no período compreendido entre a infância e a adolescência, o sistema osteomioarticular dos escolares encontra-se em processo de maturação, podendo ocorrer variações de postura de acordo com o sexo, faixa etária e nível de maturação biológica; e (2) a literatura disponível não é consensual quanto a evolução cronológica postural, bem como não apresenta valores normativos da postura corporal estática aplicáveis nas avaliações fotogramétricas de crianças e adolescentes. Assim, a principal motivação para desenvolver esta tese de doutorado foi buscar conhecer como ocorre essa evolução postural ao longo do período de crescimento (fase escolar), fornecendo valores

normativos da postura corporal estática que possam ser utilizados como referência para a interpretação das avaliações posturais por fotogrametria de crianças e adolescentes.

Para contemplar o desenvolvimento desta tese, foram realizadas avaliações em escolas da rede pública de sete diferentes cidades do estado do Rio Grande do Sul, visando o cobertura territorial das mesorregiões geográficas.

Considerando o exposto, a partir dos dados obtidos na literatura e das coletas e análises dos dados da fase experimental, foi possível a elaboração dessa tese de doutorado, cujo texto está formatado da seguinte forma: (1) Introdução geral; (2) Capítulo 1, contendo a revisão sistemática da literatura das variáveis posturais angulares avaliadas pela fotogrametria no plano sagital. Esse artigo será submetido na revista *Gait & Posture*; (3) Capítulo 2, contendo os resultados da coleta de dados. Esse artigo será submetido no *Jornal de Pediatria*; (4) Considerações finais; (5) Dificuldades e limitações; (6) Perspectivas; e, (7) Referências bibliográficas utilizadas na introdução geral. Ressalta-se que os Capítulos 1 e 2 estão apresentados em formato de artigos, sendo que o Capítulo 1 segue a recomendação MOOSE (*Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology*) e o Capítulo 2 segue a recomendação STROBE (*Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology statement*).

## INTRODUÇÃO GERAL

A postura corporal, definida em uma concepção biomecânica como o alinhamento dos segmentos corporais, pode ser considerada um importante indicador de saúde (DIEBO et al., 2015; FORTIN et al., 2010; STOLINSKI et al., 2017). Contudo, apesar do grande interesse social e do âmbito assistencial da saúde, o diagnóstico das alterações posturais ainda é pouco padronizado devido à diversidade de procedimentos avaliativos e a falta de valores normativos (IUNES et al., 2009; SEDREZ; CANDOTTI, 2013).

Uma técnica comumente utilizada na avaliação postural, de baixo custo e de fácil acesso, é a fotogrametria (STOLINSKI et al., 2017). A fotogrametria se baseia na aplicação dos princípios da fotografia às imagens de segmentos corporais, permitindo a mensuração das suas inter-relações, usando facilmente a mesma imagem, sem envolver exposição à radiação ionizante (RIBEIRO et al., 2017). Apesar da fotogrametria fornecer dados quantitativos acerca da postura corporal, são limitadas as possibilidades de interpretações, uma vez que a literatura ainda carece de informações sobre os valores normativos, principalmente no que tange às variáveis avaliadas no plano sagital (LAFOND et al., 2007).

Segundo alguns autores, quando comparado ao plano frontal, a avaliação dos segmentos corporais no plano sagital é a mais importante e de difícil realização, visto que, nesse plano, os valores angulares esperados diferem de zero (DUNK; LALONDE; CALLAGHAN, 2005; KRAWCZKY; PACHECO; MAINENTI, 2007) e que o alinhamento sagital é resultante de vários fatores orgânicos (DIEBO et al., 2015), tais como o equilíbrio entre o desenvolvimento dos sistemas muscular, esquelético e articular.

Ao longo do tempo, é possível e provável que ocorram variações posturais decorrentes do crescimento e desenvolvimento corporal, principalmente compreendidas entre a infância e a adolescência, ou seja, na fase escolar, em virtude da constante evolução da manutenção postural (NISSINEN et al., 2000; PENHA; JOÃO, 2008). Somado a isso, tem sido aceito que os problemas posturais relacionados às alterações na morfologia corporal quase sempre têm sua origem na infância (PAUSIC; PEDISIC; DIZDAR, 2010).

Nesse sentido, cabe destacar que as alterações posturais observadas em escolares são passíveis de serem influenciadas pela faixa etária, pelo sexo, pela massa corporal e estatura, assim como, em decorrência do nível de maturação e dos padrões de crescimento e desenvolvimento (ALEIXO et al., 2012; ARAÚJO et al., 2017; BATISTÃO et al., 2014;

DA ROSA et al., 2016; GRABARA; PSTRAGOWSKA, 2008; LAFOND et al., 2007; NISSINEN et al., 2000; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009). Portanto, conhecer as alterações que podem ocorrer na postura do corpo, em particular durante o período de crescimento e desenvolvimento corporal, bem como conhecer os valores normativos ao longo do crescimento, poderá auxiliar os profissionais que utilizam a fotogrametria para avaliação postural a interpretarem seus resultados, seja nos estudos de levantamento (epidemiológicos), seja nos estudos de intervenções de educação ou reeducação postural. Espera-se que os resultados dessa tese ainda possam contribuir para fomentar programas que visam a promoção da saúde, com ênfase na inclusão nos cuidados primários, especialmente no âmbito escolar (CANDOTTI *et al.*, 2015).

Com base no exposto, a presente tese apresentou o seguinte problema de pesquisa:

- Quais são os valores normativos para postura corporal estática no plano sagital para crianças e adolescentes?

Dessa forma, o objetivo da presente tese foi:

- Descrever os valores normativos da postura corporal estática no plano sagital dos segmentos cabeça, ombro, coluna vertebral, pelve e joelho de crianças e adolescentes por meio da fotogrametria considerando a influência dos fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica.

A partir desse objetivo, dois estudos foram definidos:

- Estudo 1: Variáveis posturais angulares avaliadas pela fotogrametria no plano sagital: revisão sistemática com metanálise dos estudos realizados com crianças e adolescentes.
- Estudo 2: Proposição de valores normativos da postura corporal estática no plano sagital para crianças e adolescentes utilizando a fotogrametria.

# CAPÍTULO 1

## ARTIGO DE REVISÃO SISTEMÁTICA

### **Variáveis posturais angulares avaliadas pela fotogrametria no plano sagital: revisão sistemática com metanálise dos estudos realizados com crianças e adolescentes**

#### **RESUMO**

##### **Objetivo**

Identificar, em estudos observacionais, (1) quais são as metodologias existentes para avaliar a postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital através da fotogrametria, e (2) se existem valores normativos para essa postura ou a possibilidade de proposição dos mesmos por meio de metanálise.

##### **Métodos**

Foram realizadas buscas sistemáticas no dia 04 de abril de 2019 nas bases de dados *PubMed*, *EMBASE*, *BIREME*, *SCOPUS*, *Science Direct*, e *Web of Science*, sem restrição de idioma e ano de publicação. Também foram realizadas buscas manuais nas referências dos estudos incluídos e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. A qualidade dos estudos e risco de viés foi avaliada pelo *check-list* de Downs & Black. Dados de artigos elegíveis foram agrupados e metanálises foram conduzidas.

##### **Resultados**

Foram encontrados 714 estudos, sendo incluídos, após o crivo dos critérios de elegibilidade, 18 estudos de elevada qualidade metodológica na presente revisão. Desses, sete foram passíveis de agrupamento para condução de metanálise.

##### **Conclusões**

Em uma análise postural, é possível e apropriado avaliar: o ângulo do olhar; a posição da cabeça; a posição do ombro; o alinhamento sagital ou inclinação da pelve (valores normativos entre 12,4° e 14,9° para faixa etária de sete a nove anos e entre 12,3° e 13,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos); a posição do joelho ou ângulo do membro inferior; e o alinhamento vertical do tronco (valores normativos entre 2,1° a 2,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos).

**Palavras-chave:** postura, posição em pé, técnicas e procedimentos diagnósticos, estudantes

## **ABSTRACT**

### **Objectives**

To identify, in observational studies, (1) what are the existing methodologies for assessing the children and adolescents body posture in the sagittal plane through photogrammetry, and (2) whether there are normative values for this posture or the possibility of proposing them through of meta-analysis.

### **Methods**

Systematic searches were performed on April 4, 2019 in the PubMed, EMBASE, BIREME, SCOPUS, Science Direct, and Web of Science databases, without restriction of language and year of publication. Manual searches were also carried out in the references of the included studies and in the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations. The quality of the studies and risk of bias was assessed by the Downs & Black check-list. Data from eligible articles were pooled and meta-analyzes were conducted.

### **Results**

A total of 714 studies were found, and 18 studies of high methodological quality were included after the eligibility criteria were established in the present review. Of these, seven were groupable for conduction of meta-analysis.

### **Conclusions**

In a postural analysis, it is possible and appropriate to evaluate: the angle of the gaze; the position of the head; the position of the shoulder; sagittal alignment or pelvic tilt (normative values between 12.4° and 14.9° for the age group of seven to nine years and between 12.3° and 13.6° for the age group of 10 to 14 years); the position of the knee or angle of the lower limb; and the vertical alignment of the trunk (normative values between 2.1° to 2.6° for the age group of 10 to 14 years).

**Keywords:** posture, standing position, diagnostic techniques and procedures, students

## 1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente, tem aumentado o número de estudos conduzidos com enfoque em avaliar a postura corporal utilizando métodos de mensuração objetivos alternativos aos que levam a exposição à radiação ionizante (AMICO; KINEL; RONCOLETTA, 2017; DOLPHENS et al., 2018). Dentre esses métodos destaca-se a fotogrametria, importante ferramenta que permite avaliações posturais quantitativas, mas que ainda carece de padronizações metodológicas avaliativas (FURLANETTO et al., 2011).

Tal temática também tem sido alvo de recentes revisões sistemáticas, principalmente no que tange aos aspectos de prover valores normativos. Krawczyk, Pacheco e Mainenti (2014) conduziram uma revisão visando especificamente estudos que avaliaram variáveis posturais no plano sagital, contudo restritos ao *Software* para Avaliação Postural – SAPO (Universidade de São Paulo – Brasil) e a população de adultos saudáveis. Já Ribeiro et al. (2017) se restringiram a população de mulheres adultas saudáveis, com o mesmo *software*, mas abarcando variáveis posturais angulares e de distâncias. Ainda, outras revisões também tem sido conduzidas, sobretudo direcionadas a região da coluna vertebral (BARRETT; MCCREESH; LEWIS, 2014; FURLANETTO et al., 2016; PORTO; OKAZAKI, 2018; SEDREZ; CANDOTTI, 2013). Não obstante, ainda não existe um consenso sobre os parâmetros normativos para a postura corporal que possam ser aplicados, tanto na avaliação clínica, quanto de caráter científico, deixando os profissionais sem respaldo para a interpretação dos dados fornecidos pelo uso da fotogrametria.

Ainda cabe salientar que, até onde se tem conhecimento, nenhuma revisão sistemática se propôs a tentar elucidar especificamente os aspectos posturais relacionados a população de crianças e adolescentes, principalmente abarcando a avaliação postural de diferentes segmentos corporais. É aceito que, no período compreendido entre a infância e a adolescência, ocorrem muitas transformações no aspecto físico, sobretudo relacionadas ao crescimento e desenvolvimento, as quais infere-se que podem repercutir diretamente na postura corporal (ASHER, 1976; CIL et al., 2005; DOLPHENS et al., 2018). Assim, estudos que busquem evidências sobre a evolução postural ao longo do tempo e fases da vida, bem como sobre as ferramentas precisas e acuradas que permitam a detecção precoce das sutis alterações durante o crescimento, ainda se fazem necessários.

Nesse contexto, os objetivos do presente estudo foram identificar, em estudos observacionais, (1) quais são as metodologias existentes para avaliar a postura corporal

de crianças e adolescentes no plano sagital através da fotogrametria, e (2) se existem valores normativos para essa postura ou a possibilidade de proposição dos mesmos por meio de metanálise. Nós hipotetizamos que a presente revisão fornecerá evidências suficientes para uma possível normatização das metodologias de análise a serem utilizadas na fotogrametria, além de fornecer valores angulares normativos sobre a postura dos segmentos corporais de crianças e adolescentes, que facilitarão a interpretação dos seus resultados.

## 1.2 MÉTODOS

### 1.2.1 Tipo de estudo

O presente estudo compreendeu uma revisão sistemática da literatura (GALVÃO; PEREIRA, 2014) norteada conforme as recomendações do relatório MOOSE (*Meta-Analysis of Observational Studies in Epidemiology*) (STROUP et al., 2000).

### 1.2.2 Estratégias de busca

Com o intuito de concretizar o objetivo proposto, foram conduzidas buscas por dois pesquisadores (fisioterapeutas e estudiosos da área de ciências do movimento humano, na temática postural corporal) no dia 04 de abril de 2019, nas bases de dados *PubMed*, EMBASE, BIREME, SCOPUS, *Science Direct*, e *Web of Science*. Os termos e operadores booleanos utilizados foram: “*posture*” [AND] “*photogrammetry*” [AND] “*sagittal*”. Não foi feita restrição de idioma e ano de publicação na busca, sendo essa realizada do início das bases até o momento da sua realização. Os estudos deveriam ser do tipo observacional. Também foram realizadas buscas manuais nas referências dos estudos incluídos e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações. A Tabela 1 apresenta a estratégia de busca utilizada na base de dados *PubMed*, sendo que nas demais bases essa estratégia foi adaptada conforme necessário.

**Tabela 1** - Estratégia de busca utilizada no *PubMed*

---

#1	“Posture”[Mesh] OR “Posture”
#2	“Photogrammetry”[Mesh] OR “Photogrammetry”
#3	“Sagittal”[Mesh] OR “Sagittal”
#4	#1 AND #2 AND #3

---

### 1.2.3 Critérios de elegibilidade

Após a realização das buscas, foi conduzida a importação e organização das informações no *software* EndNote® (Thomson Reuters, X7). Dois avaliadores, de forma independente, selecionaram os estudos potencialmente relevantes identificados pela estratégia de busca, a partir dos títulos e dos resumos. Quando o título e o resumo não forneceram informações suficientes para excluir o estudo, o texto completo foi verificado. Após, os mesmos revisores avaliaram, independentemente, os estudos completos e fizeram a seleção de acordo com os critérios de elegibilidade, os quais foram: (1) estudo observacional; (2) amostra de crianças e adolescentes saudáveis, com faixa etária compreendida de 7 a 17 anos; (3) avaliação postural realizada por fotogrametria no plano sagital na posição em pé; e (4) análise das variáveis posturais de forma angular (com descrição da metodologia e apresentação dos resultados). Os casos discordantes foram resolvidos por consenso.

### 1.2.4 Avaliação dos estudos

Os avaliadores obtiveram os dados dos estudos de forma independente e por meio de formulário padronizado de acordo com as seguintes informações: autores, ano de publicação, objetivo do estudo, amostra avaliada, metodologia utilizada na fotogrametria e resultados das variáveis posturais de interesse.

Do mesmo modo, os estudos foram avaliados quanto a qualidade metodológica e o risco de viés por meio do *checklist* de Downs & Black (1998), que consiste em 27 itens onde é atribuído um ponto para o estudo quando a resposta ao critério avaliado é sim e o item é preenchido, ou zero pontos quando a resposta é não e o item não é cumprido. O *checklist* é um instrumento adaptável que pode avaliar tanto estudos observacionais quanto ensaios clínicos, além de apresentar reprodutibilidade e consistência interna

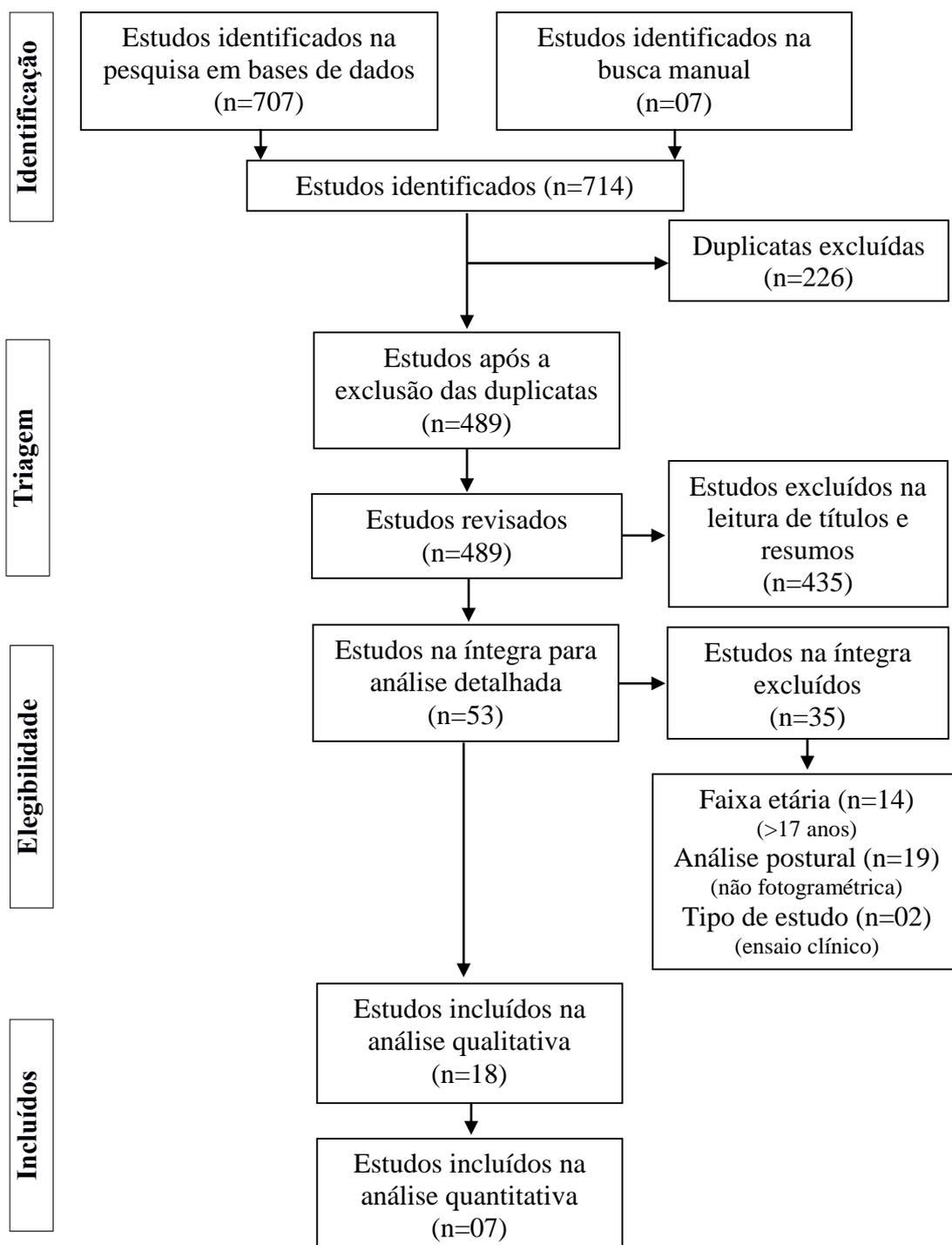
(DOWNS; BLACK, 1998), razões pelas quais foi escolhido. Todos os itens devem ser considerados na avaliação de ensaios clínicos. No entanto, nessa revisão, apenas estudos observacionais foram incluídos, sendo dessa forma considerados 12 itens do *checklist* (Tabela 3). Os estudos foram atribuídos como com alta qualidade metodológica ao cumprirem pelo menos 60% dos itens considerados na avaliação.

#### 1.2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados inicialmente por meio de estatística descritiva, separados em sub-grupos de acordo com a metodologia de análise postural (*software* e variável postural) e a faixa etária da amostra (7 a 9 anos; 10 a 14 anos; 15 a 17 anos). Foi realizada metanálise no *software Comprehensive Meta-Analysis* versão 3.0 (Biostat, Nova Jersey, USA), com base nas informações de tamanho amostral, média e desvio padrão (erro padrão), por meio de estatística inferencial com o Teste de Inconsistência de Higgins ( $I^2$ ) para verificar a homogeneidade interestudos, sendo considerada a heterogeneidade baixa se  $I^2 < 50\%$  e moderada/alta se  $I^2 \geq 50\%$  (HIGGINS; GREEN, 2011).

### 1.3 RESULTADOS

A busca inicial identificou 707 artigos, sendo que 226 estavam em duplicata, assim, restaram 481. Desses, 434 foram excluídos baseados no título e resumo, de modo que apenas 54 ficaram para análise detalhada, contudo não se conseguiu acesso a versão na íntegra de um artigo mesmo após contatar o autor, restando dessa forma 53 estudos para verificação do crivo dos critérios de elegibilidade. Foram incluídos então 11 estudos, nos quais realizaram-se buscas manuais nas referências, sendo incluídos mais quatro estudos, e, ainda, houve a inclusão de mais três estudos oriundos da busca manual no banco de teses e dissertações. Dessa forma, a presente revisão sistemática contou com 18 estudos. A Figura 1 demonstra o fluxograma da seleção dos estudos (VU-NGOC et al., 2018), a Tabela 2 resume as características dos estudos, a Tabela 3 explicita a qualidade metodológica dos estudos e a Tabela 4 as informações referentes às análises estatísticas.



**Figura 1** – Fluxograma dos estudos incluídos na revisão sistemática

**Tabela 2 - Características dos estudos incluídos**

<b>Primeiro Autor (ano)</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Amostra</b>	<b>Metodologia Fotogramétrica</b>	<b>Resultados</b>
Araújo (2017)	Identificar e descrever padrões posturais de meninos e meninas em idade escolar	2413 indivíduos (7 anos) (1147 meninas e 1266 meninos)	SAPO Ângulo de flexão da cabeça (canthus, tragus e vertical) Ângulo de flexão cervical (tragus, C7 e vertical) Ângulo crânio-cervical (canthus, tragus e C7) Ângulo cérvico-torácico (tragus, C7 e T12) Ângulo de flexão torácica (C7, T12 e vertical) Tilt pélvico (EIAS, trocânter maior do fêmur e vertical)	Ângulo de flexão da cabeça: ♀ 74,4±7,6°; ♂ 73,7±7,8° Ângulo de flexão cervical: ♀ 43,3±4,9°; ♂ 41,4±4,8° Ângulo crânio-cervical: ♀ 148,8±8,3°; ♂ 147,6±8,5° Ângulo cervicotorácico: ♀ 136,9±5,7°; ♂ 140,2±5,5° Ângulo de flexão torácica: ♀ 0,5±4,6°; ♂ 1,7±4,7° Tilt pélvico: ♀ 128,7±7,0°; ♂ 132,4±7,0°
Azevedo (2012)	Contribuir para a melhora dos métodos de aquisição e processamento de dados através da fotogrametria, possibilitando uma análise mais digna e confiável	49 indivíduos (19 meninas e 30 meninos) (8,5±1,4 anos)	CorelDRAW X5® Ângulo têmporo madibular (mento, tragus e vertical) Ângulo de protusão da cabeça (tragus, C7 e horizontal) Cifose torácica (T1, T7 e T11)	Ângulo têmporo madibular: D – 33,7±8,41°; E – 32,92±7,95° Ângulo de protusão da cabeça: D – 44,23±6,36°;

			<p>Lordose lombar (L1, L3 e L5)</p> <p>Ângulo cervico-pélvico (EIAS, C7 e vertical)</p> <p>Ângulo de inclinação torácico (EIPS, C7 e T7)</p> <p>Ângulo de inclinação lombar (EIPS, C7 e L5)</p> <p>Ângulo de inclinação pélvica (EIPS, EIAS e horizontal)</p>	<p>E – 45,23±5,72°</p> <p>Cifose torácica:</p> <p>D – 158,53±4,73°;</p> <p>E – 159,98±4,61°</p> <p>Lordose lombar:</p> <p>D – 169,65±9,82°;</p> <p>E – 168,68±7,08°</p> <p>Ângulo cervico-pélvico:</p> <p>D – 20,17±3,49°;</p> <p>E – 19,37±3,17°</p> <p>Ângulo de inclinação torácico:</p> <p>D – 13,17±4,86°;</p> <p>E – 12,0±4,55°</p> <p>Ângulo de inclinação lombar:</p> <p>D – 12,62±9,82°;</p> <p>E – 14,64±8,2°</p> <p>Ângulo de inclinação pélvica:</p> <p>D – 11,27±5,26°;</p> <p>E – 11,8±6,17°</p>
Baptista (2015)	Identificar e quantificar os desvios posturais em crianças com distrofia muscular de Duchenne em comparação com crianças não afetadas	10 indivíduos saudáveis (8,2±1,7 anos)	<p>SAPO</p> <p>Alinhamento do acrômio e EIAS (acrômio, EIAS e vertical)</p> <p>Alinhamento vertical</p> <p>Alinhamento horizontal da pelve (EIAS, EIPS e horizontal)</p>	<p>Alinhamento do acrômio e EIAS: 0,38±2,3°</p> <p>Alinhamento vertical:</p> <p>D – 2,19±1,6°;</p> <p>E – 2,20±1,3°</p> <p>Alinhamento horizontal da pelve:</p> <p>D – 12,84±7,9°;</p>

				E – 10,46±9,1°
Batistão (2014)	Identificar as diferenças na postura entre os estudantes eutróficos, com sobrepeso e obesos	268 indivíduos eutróficos (11,1±2,3 anos) (161 meninas e 107 meninos)	SAPO Alinhamento vertical da cabeça (acrômio, tragus e vertical) Alinhamento horizontal da cabeça (tragus, C7 e horizontal) Ângulo entre acrômios e EIAS Ângulo vertical do tronco (acrômio, trocânter maior do fêmur e vertical) Alinhamento horizontal da pelve (EIAS, EIPS e horizontal) Ângulo do quadril (acrômio, trocânter maior do fêmur e maléolo lateral) Ângulo do joelho (trocânter maior do fêmur, linha articular do joelho e maléolo lateral) Ângulo de dorsiflexão do tornozelo (linha articular do joelho, maléolo e horizontal)	Alinhamento vertical da cabeça: 16,7±10,6° Alinhamento horizontal da cabeça: 0,7±3,0° Ângulo entre acrômios e EIAS: 0,4±2,8° Ângulo vertical do tronco: 2,4±3,1° Alinhamento horizontal da pelve: 12,9±5,9° Ângulo do quadril: D – 5,0±6,5°; E – 7,0±5,2° Ângulo do joelho: D – 3,6±6,6°; E – 0,6±5,3° Ângulo de dorsiflexão do tornozelo: D – 83,9±3,5°; E – 84,9±3,0°
Bolzan (2011)	Verificar a postura da cabeça de crianças respiradoras nasais e respiradoras orais	15 indivíduos respiradores nasais (9,7 anos) (13 meninas e 02 meninos)	SAPO Anteriorização da cabeça (tragus, C7 e horizontal)	Anteriorização da cabeça: 46,15±4,27°
Camargo (2017)	Caracterizar a postura da cabeça, cervical e ombros no	99 indivíduos (9 anos)	SAPO Ângulo sagital da cabeça	Ângulo sagital da cabeça: 17,06°

	plano sagital, por médias pela fotogrametria e também investigar as diferenças entre os sexos assim como o excesso de peso no processo de evolução postural		(canthus, tragus e horizontal) Ângulo cervical (tragus, C7 e horizontal) Ângulo do ombro (C7, acrômio e horizontal)	♀ 21,84°; ♂ 24,48° Ângulo cervical: 41,1° ♀ 42,6°; ♂ 42,62° Ângulo do ombro: 35,84° ♀ 36,1°; ♂ 35,57°
Camargo (2018)	Identificar as variações no alinhamento da coluna torácica e lombar e na oscilação de tronco, no plano sagital, de crianças eutróficas e acima do peso corporal, em duas fases distintas (pré-escolar e escolar) do crescimento e desenvolvimento infantil	99 indivíduos (9 anos)	SAPO Ângulo de oscilação corporal (C7, trocânter maior e maléolo lateral) Ângulo torácico (C7, T12 e trocânter maior do fêmur) Ângulo lombar (T12, EIAS e trocânter maior do fêmur)	Ângulo de oscilação corporal: 164,36±4,26° Ângulo torácico: 206,07±7,31° Ângulo lombar: 104,32±7,93°
Coelho (2013)	Verificar se o perfil nutricional e a atividade física exercem influência sobre a postura de crianças e adolescentes	35 indivíduos (IMC normal) (meninos e meninas) (10±2 anos)	SAPO Anteriorização da cabeça (tragus, C7 e horizontal) Protusão do ombro (C7, acrômio e horizontal) Ântero-posterioridade do corpo (maléolo, tragus e vertical)	Anteriorização da cabeça: 44,4±5,65° Protusão do ombro: 154,57±10,31° Ântero-posterioridade do corpo: 3,49±1,19°
Coelho (2014)	Avaliar se a flexibilidade e o gênero influenciam a postura de estudantes	60 indivíduos (9,8±2,3 anos)	SAPO Anteriorização da cabeça (tragus, C7 e horizontal)	Anteriorização da cabeça: ♀ 44,5±6,69°; ♂ 42,89±2,01° Protusão do ombro:

		(35 meninas e 25 meninos)	Protusão do ombro (C7, acrômio e horizontal) Ântero-posterioridade do corpo (maléolo, tragus e vertical)	♀ 152,4±11,57°; ♂ 156,8±3,91° Ântero-posterioridade do corpo: ♀ 2,81±0,93°; ♂ 2,84±1,10°
de Pádua (2018)	Comparar o alinhamento postural de crianças com e sem deficiência visual	40 indivíduos saudáveis (17 meninas=8,7 anos; 23 meninos=8 anos)	SAPO Posição da cabeça (meato acústico externo, C7 e horizontal) Posição do ombro (C7, acrômio e horizontal) Cifose torácica (pontos de maior concavidade cervical e lombar, e ponto de maior convexidade torácica) Lordose lombar (pontos de maior convexidade torácica e glútea, e ponto de maior concavidade lombar) Posição do joelho (trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula e maléolo lateral) Posição da pelve (EIAS, EIPS e horizontal)	Posição da cabeça: D – 135,5±5,8°; E – 135,4±5,8° Posição do ombro: D – 30,9±10,1°; E – 31,2±11,5° Cifose torácica: D – 31,0±5,4°; E – 30,0±4,7° Lordose lombar: D – 41,3±6,6°; E – 40,1±6,3° Posição do joelho: D – 178,7±6,0°; E – 176,8±5,8° Posição da pelve: D – 13,7±4,2°; E – 13,0±3,8°
Dolphens (2013)	Realizar uma comparação entre o alinhamento sagital em pé de meninos e meninas pré-pico de velocidade de crescimento	249 indivíduos (223 meninas e 226 meninos) (10 a 13 anos)	Fotogrametria digital Deslocamento pélvico (maléolo lateral, trocânter maior do fêmur e a vertical) Ângulo de inclinação do tronco	Deslocamento pélvico: ♀ 2,8±1,03°; ♂ 3,4±1,3° Ângulo de inclinação do tronco:

			(trocâter maior do fêmur, C7 e a vertical) Ângulo de inclinação do corpo (maléolo lateral, C7 e a vertical) Ângulo crânio-vertebral (tragus, C7 e horizontal)	♀ 5,7±1,75°; ♂ 4,9±2,0° Ângulo de inclinação do corpo: ♀ 0,8±0,79°; ♂ -0,1±1,00° Ângulo crânio-vertebral: ♀ 54,6±5,22°; ♂ 54,2±5,98°
Grimmer (1999)	Investigar a resposta do ângulo crânio-vertebral ao carregamento de mochila	1049 indivíduos (12 a 17 anos)	<i>Image Tool</i> Ângulo crânio-vertebral (tragus, C7 e horizontal)	Ângulo crânio-vertebral Ano escolar 8: ♀ 46,9±5,5°; ♂ 49,4±5,6° Ano escolar 9: ♀ 48,2±6,0°; ♂ 48,7±5,9° Ano escolar 10: ♀ 47,3±6,1°; ♂ 49,7±6,5° Ano escolar 11: ♀ 48,0±6,1°; ♂ 50,0±5,8° Ano escolar 12: ♀ 48,0±4,9°; ♂ 48,9±5,0°
Hazar (2015)	Investigar a reprodutibilidade intra e interavaliador da análise postural fotográfica usando o <i>MB-ruler software</i>	30 indivíduos (16,4±0,4 anos) (15 meninas e 15 meninos)	<i>MB-ruler software</i> Ângulo crânio-horizontal (canthus, tragus e horizontal) Ângulo crânio-vertebral (tragus, C7 e horizontal)	Ângulo crânio-horizontal: 21,2±8,1° Ângulo crânio-vertebral: 48,4±4,9°

			<p>Ângulo do tronco (C7, trocânter maior do fêmur e vertical)</p> <p>Ângulo lombar (T12, EIAS e trocânter maior)</p> <p>Ângulo <i>Sway</i> (C7, trocânter maior do fêmur e maléolo lateral)</p>	<p>Ângulo do tronco: <math>169,5 \pm 2,4^\circ</math></p> <p>Ângulo lombar: <math>111,7 \pm 9,7^\circ</math></p> <p>Ângulo <i>Sway</i>: <math>164,3 \pm 3,5^\circ</math></p>
McEvoy (2005)	Avaliar a variabilidade da postura de crianças usando medidas repetidas na mesma hora	29 indivíduos (7 à 12 anos) (12 meninas e 17 meninos)	<p><i>Image Tool</i></p> <p>Ângulo do tronco (C7, trocânter maior do fêmur e vertical)</p> <p>Ângulo cervical (tragus, C7 e trocânter maior do fêmur)</p> <p>Ângulo do olhar (canthus, tragus e horizontal)</p> <p>Ângulo cabeça-cervical (canthus, tragus e C7)</p> <p>Ângulo do membro inferior (trocânter maior do fêmur, tornozelo e vertical)</p>	<p>Ângulo do tronco: 7-9 anos = <math>-5,0 \pm 2,6^\circ</math> 10-11 anos = <math>-5,0 \pm 4,3^\circ</math> &gt;11 = <math>-5,6 \pm 2,6^\circ</math></p> <p>Ângulo cervical: 7-9 anos = <math>58,5 \pm 3,4^\circ</math> 10-11 anos = <math>55,7 \pm 8,7^\circ</math> &gt;11 = <math>51,6 \pm 4,9^\circ</math></p> <p>Ângulo do olhar: 7-9 anos = <math>11,1 \pm 7,9^\circ</math> 10-11 anos = <math>10,3 \pm 7,6^\circ</math> &gt;11 = <math>13,1 \pm 9,0^\circ</math></p> <p>Ângulo cabeça-cervical: 7-9 anos = <math>25,5 \pm 7,3^\circ</math> 10-11 anos = <math>29,1 \pm 7,4^\circ</math> &gt;11 = <math>30,9 \pm 9,6^\circ</math></p> <p>Ângulo do membro inferior: 7-9 anos = <math>0,05 \pm 1,2^\circ</math> 10-11 anos = <math>2,1 \pm 1,9^\circ</math> &gt;11 = <math>2,9 \pm 2,0^\circ</math></p>
Penha (2009)	Caracterizar e analisar quantitativamente os padrões posturais da coluna vertebral em crianças de 7 e 8 anos, para	230 indivíduos (7 anos: 66 meninas e 49 meninos; 8 anos:	<p><i>CorelDRAW®</i></p> <p>Postura da cabeça (meato acústico externo, C7 e horizontal)</p>	<p>Postura da cabeça: ♀ <math>49,55 \pm 6,67^\circ</math>; ♂ <math>52,16 \pm 7,58^\circ</math></p> <p>Cifose torácica:</p>

	<p>verificar quais das diferenças encontradas estavam correlacionadas com a idade e o sexo</p>	<p>64 meninas e 51 meninos)</p>	<p>Cifose torácica (pontos de maior concavidade cervical e lombar, e ponto de maior convexidade torácica)          Lordose lombar (pontos de maior convexidade torácica e glútea, e ponto de maior concavidade lombar)          Inclinação pélvica (EIAS, EIPS e horizontal)</p>	<p>7 anos – <math>28,07 \pm 7,73^\circ</math>;          8 anos – <math>30,32 \pm 7,73^\circ</math>;          Lordose lombar:  <math>\text{♂}</math> 7 anos – <math>38,49 \pm 15,32^\circ</math>;  <math>\text{♀}</math> e <math>\text{♂}</math> 8 anos – <math>42,29 \pm 7,13^\circ</math>          Inclinação pélvica:  <math>15,82 \pm 5,46^\circ</math></p>
<p>Penha (2017)</p>	<p>Usar a fotogrametria 2D para descrever os padrões posturais de adolescentes diagnosticados com escoliose idiopática em uma triagem escolar</p>	<p>76 indivíduos sem escoliose (49 meninas e 27 meninos) (<math>12,4 \pm 1,1</math> anos)</p>	<p>SAPO          Alinhamento horizontal da cabeça (meato acústico externo, C7 e horizontal)          Alinhamento vertical do tronco (acrômio, trocânter maior do fêmur e vertical)          Alinhamento vertical do corpo (acrômio, maléolo lateral e vertical)          Alinhamento horizontal da pelve (EIAS, EIPS e horizontal)          Ângulo do joelho (trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula e maléolo lateral)</p>	<p>Alinhamento horizontal da cabeça:          D – <math>51,9 \pm 5,3^\circ</math>;          E – <math>51,1 \pm 5,4^\circ</math>          Alinhamento vertical do tronco:          D – <math>2,3 \pm 1,7^\circ</math>;          E – <math>2,6 \pm 2,1^\circ</math>          Alinhamento vertical do corpo:          D – <math>2,5 \pm 1,4^\circ</math>;          E – <math>2,4 \pm 1,4^\circ</math>          Alinhamento horizontal da pelve:          D – <math>13,2 \pm 5,7^\circ</math>;          E – <math>13,8 \pm 6,0^\circ</math>          Ângulo do joelho:          D – <math>182,5 \pm 5,5^\circ</math>;          E – <math>184,8 \pm 5,1^\circ</math></p>

Ruivo (2014)	Caracterizar o alinhamento postural da cabeça e ombro no plano sagital de adolescentes Portugueses entre 15 e 17 anos na postura natural em pé	275 indivíduos (153 meninas e 122 meninos) (15±1 anos)	SAPO Ângulo sagital da cabeça (canthus, tragus e horizontal) Ângulo cervical (tragus, C7 e horizontal) Ângulo do ombro (C7, acrômio e horizontal)	Ângulo sagital da cabeça: 17,2±5,7° Ângulo cervical: 47,4±5,174° Ângulo do ombro: 51,4±8,548°
Ruivo (2015)	Determinar a reprodutibilidade intra e interavaliador de mensurações fotográficas da postura sagital da cervical e ombro; caracterizar quantitativamente o alinhamento postural da cabeça e ombros no plano sagital de adolescentes Portugueses entre 15 e 17 anos na postura natural em pé; e, analisar a diferença postural dos ângulos entre os sexos	275 indivíduos (146 meninas e 129 meninos) (15,76±1,08 anos)	SAPO Ângulo sagital da cabeça (canthus, tragus e horizontal) Ângulo cervical (tragus, C7 e horizontal) Ângulo do ombro (C7, acrômio e horizontal)	Ângulo sagital da cabeça: 17,15±5,74° ♀ 16,5±5,31°; ♂ 18,48±6,03° Ângulo cervical: 47,39±5,17° ♀ 46,55±5,24°; ♂ 48,44±4,91° Ângulo do ombro: 51,44±8,55° ♀ 51,09±8,28°; ♂ 51,9±8,92°

**Legenda:** SAPO - *Software* para Avaliação Postural; C7 – sétima vértebra cervical; T1 – primeira vértebra torácica; T7 – sétima vértebra torácica; T11 – décima primeira vértebra torácica; T12 – décima segunda vértebra torácica; L1 – primeira vértebra lombar; L3 – terceira vértebra lombar; L5 – quinta vértebra lombar; EIAS – espinha ilíaca anterossuperior; EIPS – espinha ilíaca pósterosuperior; D – lado direito; E – lado esquerdo; ♀ - menina; ♂ - menino.

**Tabela 3** - Qualidade metodológica e risco de viés dos estudos incluídos de acordo com o *checklist* de Downs & Black

Primeiro Autor (ano)	Domínios												Nº de √	Qualidade (%)	Alta qualidade
	Relato							Validade externa		Viés					
	1	2	3	6	7	9	10	11	12	16	18	20			
Araújo (2017)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Azevedo (2012)	√	√	√	√	√	√	x	√	√	√	√	x	10	83	Sim
Baptista (2015)	√	√	√	√	√	√	x	x	X	√	√	√	9	75	Sim
Batistão (2014)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Bolzan (2011)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	x	11	92	Sim
Camargo (2017)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Camargo (2018)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Coelho (2013)	√	√	√	√	√	√	√	x	X	√	√	√	10	83	Sim
Coelho (2014)	√	√	√	√	√	√	√	x	X	√	√	√	10	83	Sim
de Pádua (2018)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Dolphens (2013)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Grimmer (1999)	√	√	√	√	√	√	x	√	√	√	√	√	11	92	Sim
Hazar (2015)	√	√	√	√	√	√	x	x	X	√	√	√	9	75	Sim
McEvoy (2005)	√	√	√	√	√	√	x	√	√	√	√	√	11	92	Sim
Penha (2009)	√	√	√	√	√	√	x	√	√	√	√	√	11	92	Sim
Penha (2017)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Ruivo (2014)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim
Ruivo (2015)	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	12	100	Sim

**Legenda:** (1) O objetivo e a hipótese do estudo estão claramente descritos? (2) Os desfechos a serem avaliados estão claramente descritos na seção introdução ou métodos? (3) As características dos sujeitos incluídos estão claramente descritas? (6) Os principais resultados do estudo estão claramente descritos? (7) O estudo apresentou as estimativas de dispersão e variabilidade para os principais resultados? (9) As características dos participantes com perda de seguimento foram descritas? (10) Foram apresentados os valores exatos de probabilidade para os desfechos principais? (11) Os sujeitos convidados a participar do estudo foram representativos de toda a população de onde foram recrutados? (12) Os sujeitos incluídos no estudo foram representativos de toda a população de onde foram recrutados? (16) Algum dos resultados foi baseado em análise exploratória de *post hoc*? Se sim, está claramente descrito? (18) Os testes estatísticos utilizados nas análises primárias foram adequados? (20) A medidas de desfecho primária foi acurada (válida e confiável)? Respostas aos critérios: √ - sim; x - não.

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (início)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Anteriorização da cabeça – 7 a 9 anos – Meninas e Meninos</b>									
Bolzan (2011)	46,15	0,26	45,64	46,66	176,93	<0,001	92,3	63,63	
de Pádua (2018)	44,5	0,92	42,7	46,3	48,52	<0,001	7,7	36,37	
Total (efeitos fixos)	46,0	0,25	45,53	46,52	183,46	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	45,55	0,79	43,99	47,11	57,387	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=2,995$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,084$ ;  $I^2=66,6\%$ ; IC para  $I^2=0,00-92,72$ .

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (continuação)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Anteriorização da cabeça – 7 a 9 anos - Meninas</b>									
Araújo (2017)	43,3	0,145	43,02	43,58	299,277	<0,001	94,49	50,41	
Penha (2009)	49,55	0,585	48,40	50,7	84,701	<0,001	5,51	49,59	
Total (efeitos fixos)	43,66	0,14	43,38	43,94	310,859	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	46,4	3,125	40,27	52,52	14,848	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=107,56$ ;  $DF=1$ ;  $p<0,001$ ;  $I^2=99,07\%$ ; IC para  $I^2= 98,23-99,53$ .

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (continuação)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Anteriorização da cabeça – 7 à 9 anos - Meninos</b>									
Araújo (2017)	41,4	0,13	41,14	41,66	306,885	<0,001	97,16	50,24	
Penha (2009)	52,16	0,76	50,67	53,65	68,813	<0,001	2,84	49,76	
Total (efeitos fixos)	41,73	0,13	41,47	41,99	314,195	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	46,75	5,38	36,21	57,30	8,69	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=195,32$ ;  $DF=1$ ;  $p<0,001$ ;  $I^2=99,49\%$ ; IC para  $I^2= 99,11-99,7$ .

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (continuação)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Alinhamento sagital da pelve – 7 à 9 anos – Meninas e Meninos</b>									
Baptista (2015)	12,84	2,5	7,94	17,74	5,14	<0,001	6,52	6,52	
de Pádua (2018)	13,7	0,66	12,34	15,0	20,63	<0,001	93,48	93,48	
Total (efeitos fixos)	13,643	0,64	12,38	14,90	21,258	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	13,644	0,64	12,39	14,98	21,281	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=0,1106$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,7394$ ;  $I^2=0,00\%$ ; IC para  $I^2= 0,00-0,00$ .

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (continuação)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Alinhamento sagital da pelve – 10 à 14 anos – Meninas e Meninos</b>									
Batistão (2014)	12,9	0,4	12,2	13,68	37,794	<0,001	69,23	69,23	
Penha (2017)	13,2	0,6	12,0	14,4	20,189	<0,001	30,77	30,77	
Total (efeitos fixos)	12,9	0,3	12,3	13,6	39,037	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	12,9	0,3	12,3	13,6	39,037	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=0,1731$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,6774$ ;  $I^2=0,00\%$ ; IC para  $I^2= 0,00-0,00$ .

**Tabela 4 - Resultados das análises estatísticas realizadas por meio de metanálise (fim)**

Primeiro Autor (ano)	Média (°)	Erro padrão (°)	Limite inferior (°)	Limite superior (°)	z	p	Peso		Gráfico de Floresta
							Fixo	Randômico	
<b>Alinhamento vertical do tronco – 10 à 14 anos – Meninas e Meninos</b>									
Batistão (2014)	2,4	0,2	2,0	2,8	12,674	<0,001	50,00	50,00	
Penha (2017)	2,3	0,2	1,9	2,7	11,795	<0,001	50,00	50,00	
Total (efeitos fixos)	2,3	0,1	2,1	2,6	16,617	<0,001	100,00	100,00	
Total (efeitos randômicos)	2,3	0,1	2,1	2,6	16,617	<0,001	100,00	100,00	

**Nota:** Teste de heterogeneidade:  $Q=0,125$ ;  $DF=1$ ;  $p=0,7237$ ;  $I^2=0,00\%$ ; IC para  $I^2= 0,00-0,00$ .

Na avaliação da qualidade metodológica e risco de viés todos os estudos foram considerados de alta qualidade. Contudo, alguns apresentaram fraquezas metodológicas relacionadas principalmente ao domínio relato, o qual diz respeito a apresentação dos valores exatos de probabilidade. Seguidos da não representatividade da população pela amostra, a qual pertence ao domínio da validade externa, e a validade e confiabilidade da medida, relacionada ao domínio viés.

No que tange aos resultados da análise quantitativa, somente foi viável a inclusão de sete estudos na metanálise. É possível, por meio da evidência científica gerada, confirmar o intervalo de normalidade da variável postural relacionada ao alinhamento sagital da pelve ou inclinação da pelve (ângulo formado entre os pontos anatômicos da espinha ilíaca anterossuperior, espinha ilíaca póstero-superior e a horizontal) em crianças: (1) entre 12,4° e 14,9° para a faixa etária de sete a nove anos e (2) 12,3° e 13,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos. Ainda, pode-se afirmar o intervalo de 2,1° a 2,6° como sendo o valor normativo do alinhamento vertical do tronco para a faixa etária de 10 a 14 anos (ângulo formado entre os pontos anatômicos do acrômio, trocânter maior do fêmur e a vertical).

#### 1.4 DISCUSSÃO

Existem várias metodologias para avaliar a postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital através da fotogrametria, assim como, diversos são os segmentos corporais alvo de estudo (cabeça; ombro; coluna – cervical, torácica e lombar; tronco; pelve, membro inferior – quadril, joelho e tornozelo). Esses estudos, por sua vez, têm sido conduzidos com alto rigor e qualidade metodológica, o que possibilita gerar subsídios que impactem nas evidências científicas atuais. Dessa forma, em vista de sintetizar as informações e visando fornecer uma possível normatização das metodologias de análise a serem utilizadas na fotogrametria, serão abordados os *softwares* utilizados e cada segmento corporal avaliado separadamente.

O *Software* para Avaliação Postural – SAPO foi o escolhido pela maioria dos estudos (ARAÚJO et al., 2017; BAPTISTA et al., 2014; BATISTÃO et al., 2014; BOLZAN et al., 2011; CAMARGO, 2018; CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; COELHO et al., 2013, 2014; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; PENHA et al., 2017; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015), seguido dos *softwares* *CorelDRAW*® (AZEVEDO, 2012; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009) e *Image Tool*

(GRIMMER; WILLIAMS; GILL, 1999; MCEVOY; GRIMMER, 2005), e do *MB-ruler software* (HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015). Apenas um artigo não especificou o *software* escolhido, descrevendo apenas ter utilizado a técnica de fotogrametria digital (DOLPHENS et al., 2013a).

Dentre esses *softwares*, o SAPO é o único que está à disposição para *download* gratuitamente, além de ser também o único de cunho exclusivamente voltado para análise postural. Os demais *softwares* possuem versão para teste de acesso por um período determinado e suas aplicações se estendem para uso em infinitas áreas (enfoque para mensurações angulares em geral de livre escolha, desde objetos, espaço físico/ambiente à seres humanos) (DUARTE et al., 2005). O *software* SAPO também tem um protocolo de avaliação, com sugestão de pontos anatômicos de marcação e medidas para avaliação postural, mas esses não são obrigatórios, uma vez que também há a opção de livre escolha e criação (DUARTE et al., 2005). Ainda, após a análise postural realizada (digitalização dos pontos e processamento), o software fornece informações dos valores normativos esperados, contudo específicos para adultos (KRAWCZKY; PACHECO; MAINENTI, 2007; RIBEIRO et al., 2017).

Cabe salientar que, na maioria dos estudos incluídos na presente revisão, há menção acerca da validade e/ou confiabilidade interna das medidas (ARAÚJO et al., 2017; BATISTÃO et al., 2014; CAMARGO, 2018; CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; COELHO et al., 2013, 2014; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; DOLPHENS et al., 2013b; GRIMMER; WILLIAMS; GILL, 1999; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; MCEVOY; GRIMMER, 2005; PENHA et al., 2017; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015), sendo que apenas dois estudos não especificaram tais quesitos (AZEVEDO, 2012; BOLZAN et al., 2011). Ademais, no que diz respeito a essa questão, somente foram encontradas evidências de fato relacionadas a confiabilidade das medidas do *software* SAPO (BRAZ; GOES; CARVALHO, 2008; DUARTE et al., 2005; SOUZA et al., 2011), contudo, essas evidências carecem de elucidações, uma vez que as definições são conflituosas. A exemplo, a validade das medidas angulares foi feita em relação ao goniômetro e ângulos pré-determinados (BRAZ; GOES; CARVALHO, 2008), não ao padrão ouro para análise postural e em seres humanos (Raios-X) (VRTOVEC; PERNUŠ; LIKAR, 2009), assim como, chama atenção o fato que existem maiores problemáticas envolvidas nas avaliações angulares no plano sagital (SOUZA et al., 2011). Diante do

exposto, sugere-se cautela para interpretações dos valores angulares gerados pelos *softwares* utilizados nos estudos dessa revisão.

Sobre as metodologias de avaliação postural, pode-se perceber a adoção de diferentes nomenclaturas para se referir a análise gerada pelos mesmos pontos anatômicos, assim como o inverso, diferentes uniões de pontos sendo denominadas igualmente, ficando a critério dos autores tal escolha, uma vez que não há padronização explícita obrigatória gerada pelos *softwares* adotados. Dessa forma, optou-se por separar a discussão das informações de acordo com os pontos anatômicos que originam a análise angular.

A avaliação da posição da cabeça parece ser a que desperta maior interesse, uma vez que esteve presente em nove estudos, com seis abordagens metodológicas avaliativas diferentes (ARAÚJO et al., 2017; AZEVEDO, 2012; BATISTÃO et al., 2014; BOLZAN et al., 2011; CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; MCEVOY; GRIMMER, 2005; PENHA et al., 2017; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015). Parece fazer mais sentido a avaliação angular obtida pela união dos pontos anatômicos canthus, tragus e a vertical (ARAÚJO et al., 2017) ou horizontal (CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; MCEVOY; GRIMMER, 2005; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015), já que esta adota pontos que estão exclusivamente na região da cabeça. No entanto, a mesma se limita a interpretação do direcionamento do olhar, denominada até mesmo por alguns autores como ângulo do olhar (MCEVOY; GRIMMER, 2005), visto que uma anteriorização ou posteriorização da cabeça não irão necessariamente afetar essa variável.

Outras duas metodologias despertam curiosidade em sua proposição para avaliação da cabeça, a formada pelo união dos pontos anatômicos do mento, tragus e a vertical (AZEVEDO, 2012) assim como a formada pelo acrômio, tragus e a vertical (BATISTÃO et al., 2014). Ao menos, Azevedo (2012) denomina a variável em questão de ângulo têmporo-mandibular, que faz sentido pelos pontos adotados, e, enfatiza que sua aplicação seria com a finalidade de verificar a flexão ou extensão da cabeça, mas não fornece o valor normativo esperado, o que inviabiliza a correta interpretação. Já, Batistão et al. (2014) ao inserirem na formação angular um ponto que não está na região da cabeça (acrômio), colocam um agente confundidor, uma vez que não se terá clareza em caso de uma alteração postural se a mesma é originária da cabeça ou do ombro. Contudo, partindo da lógica do alinhamento postural relacionado ao teste do fio de prumo (KENDALL;

MCCREARY; PROVANCE, 2007), pode-se esperar que o valor angular dessa variável seja zero, já que é preconizado o alinhamento entre acrômio e meato acústico externo. No entanto, caso o tronco esteja projetado anteriormente, essa avaliação seria passível de muitos erros, e, mesmo se o ponto utilizado fosse o maléolo lateral, ainda existiria a possibilidade de erro na medida, caso o indivíduo tivesse o corpo projetado à frente.

Há ainda uma metodologia adotada para avaliação da cabeça que também aparece como sendo relacionada para avaliação da coluna cervical, a qual diz respeito a união dos pontos anatômicos tragus (meato acústico externo), processo espinhoso da sétima vértebra cervical e a vertical (ARAÚJO et al., 2017) ou horizontal (AZEVEDO, 2012; BATISTÃO et al., 2014; BOLZAN et al., 2011; CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; COELHO et al., 2013, 2014; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; DOLPHENS et al., 2013a; GRIMMER; WILLIAMS; GILL, 1999; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; PENHA et al., 2017; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015). Tal metodologia se aplica corretamente a avaliação da posição da cabeça, sendo erroneamente referida a avaliação da coluna cervical, pois considera apenas a vértebra da zona de chanfradura/transição e não reconstrói toda a curvatura da lordose em si. Há anos essa metodologia é adotada na radiografia para avaliação da posição da cabeça. Além disso, já foi testada sua comparação com a avaliação fotogramétrica e goniométrica, tendo sido encontrados bons resultados, contudo seus valores normativos ainda dizem respeito exclusivamente a adultos (PIVOTTO et al., 2019). No caso da linha horizontal direcionada anteriormente partindo do ponto do vértice, ângulos maiores sugerem uma possível posteriorização da cabeça e, por consequência, ângulos menores uma possível anteriorização.

Ademais, têm-se acerca da avaliação da coluna cervical, o ângulo formado pela união dos pontos anatômicos canthus, tragus e processo espinhoso da sétima vértebra cervical (ARAÚJO et al., 2017; MCEVOY; GRIMMER, 2005), denominado como ângulo crânio-cervical ou cabeça-cervical; e o ângulo formado pela união dos pontos anatômicos tragus, processo espinhoso da sétima vértebra cervical e trocânter maior do fêmur, denominado ângulo cervical (MCEVOY; GRIMMER, 2005). O ângulo crânio-cervical ou cabeça-cervical por ter seu vértice no tragus, pode sofrer influência tanto de questões relacionadas à região da coluna cervical, quanto ao direcionamento do olhar, ficando difícil de estabelecer por meio deste uma interpretação de alteração postural de região/segmento específico como os autores propõem (ARAÚJO et al., 2017; MCEVOY; GRIMMER, 2005). Já, o ângulo cervical proposto por McEvoy e Grimmer (2005), ao

inserir um ponto na região dos membros inferiores, mais especificamente na pelve, juntamente com um ponto localizado na cabeça (tragus), acaba por ser totalmente equivocado em sua proposição e aplicação.

Uma metodologia que parece ser consensual entre os autores que avaliaram a região do ombro está relacionada a formação angular gerada pelos pontos anatômicos do processo espinhoso da sétima vértebra cervical, acrômio e a horizontal (CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; COELHO et al., 2013, 2014; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2014, 2015). No entanto, tal metodologia coloca como vértice justamente o ponto relacionado ao segmento que está sendo avaliado, fato esse que diminui a validade da metodologia, mas, se considerasse uma análise interpretativa, poderia sugerir que ângulos maiores estariam relacionados a uma protusão e ângulos menores a uma retração. Não obstante, assim como exemplificado acerca da avaliação da posição da cabeça por Batistão et al. (2014), caso fosse levado em consideração o preconizado pelo teste do fio de prumo (KENDALL; MCCREARY; PROVANCE, 2007), poderia ser colocado o vértice no maléolo lateral (mantida a linha horizontal partindo deste ponto). Com isso, poderia se esperar que o valor angular dessa variável fosse equivalente a 90°, onde valores maiores sugeririam uma retração e menores uma protusão dos ombros (caso não fosse com a horizontal, e sim com a vertical, esperar-se-ia o valor angular de zero graus, podendo considerar positivos – à frente – como protusão, e negativos, para trás, como retração) (PENHA et al., 2017). No entanto, cabe ressaltar que a projeção anterior ou posterior do corpo em relação ao fio de prumo poderia gerar um viés de avaliação.

Sobre a coluna vertebral, há estudos que avaliaram as regiões torácica (ARAÚJO et al., 2017; AZEVEDO, 2012; CAMARGO, 2018; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009) e lombar (AZEVEDO, 2012; CAMARGO, 2018; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009), com distintas metodologias. Cabe destacar, dentre as mais relevantes, a formada pelos ápices das curvaturas (DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009) e a formada pelas vértebras limites superior e inferior, juntamente com uma vértebra intermediária sendo o vértice (AZEVEDO, 2012). Todavia, nenhuma dessas metodologias leva em consideração pontos anatômicos representativos suficientes para que se possa reconstruir de forma adequada as curvaturas da coluna, carecendo ainda na literatura de metodologias que avaliem adequadamente a coluna vertebral.

No que diz respeito a avaliação da pelve, é quase consensual a adoção da formação angular obtida pela união dos pontos da espinha íliaca anterossuperior, espinha íliaca pósterio-superior e a horizontal (BAPTISTA et al., 2014; BATISTÃO et al., 2014; DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; PENHA et al., 2017; PENHA; BALDINI; JOÃO, 2009). Pode-se afirmar, com base no resultado da metanálise, que os valores normativos do alinhamento sagital ou inclinação da pelve, para faixa etária de sete a nove anos, são entre 12,4° e 14,9°, e, para faixa etária de 10 a 14 anos, entre 12,3° e 13,6°. Ainda acerca da pelve, há a metodologia proposta por McEvoy e Grimmer (2005), muito similar à de Dolphens et al. (2013) (trocâter maior do fêmur, maléolo lateral e vertical), que, partindo da lógica do alinhamento postural relacionado ao teste do fio de prumo (KENDALL; MCCREARY; PROVANCE, 2007), pode-se esperar o valor angular de zero graus, já que é preconizado o alinhamento entre trocâter maior do fêmur e maléolo lateral. Tal avaliação poderia ser sugestiva para análise de deslocamento/pulsão da pelve.

Seguindo para o segmento dos membros inferiores, cabe apontar a avaliação por meio da união dos pontos do trocâter maior do fêmur, cabeça da fíbula e maléolo lateral (DE PÁDUA; SAUER; JOÃO, 2018; PENHA et al., 2017), que como mencionado anteriormente no teste do fio de prumo, poderia se esperar um ângulo de 180° em caso de alinhamento (ângulos menores sugeririam um joelho em flexão e ângulos maiores em hiperextensão). Outros autores se referem ao ponto na região do joelho como linha articular do joelho (BATISTÃO et al., 2014), o que não deixa claro especificamente qual a região exata de marcação, sendo difícil e passível de erros a sua reprodução e indicação metodológica.

Alguns autores sugerem metodologias que servem para avaliar regiões anatômicas, como é o caso de Batistão et al. (2014) e Penha et al. (2017), ao proporem a avaliação do alinhamento vertical do tronco (ângulo formado entre os pontos anatômicos do acrômio, trocâter maior do fêmur e a vertical), a qual pode-se afirmar, por meio de metanálise, o intervalo de 2,1° a 2,6° como sendo o valor normativo para a faixa etária de 10 a 14 anos. Não obstante, essa metodologia gera dúvidas, uma vez que se teria a expectativa que o mesmo fosse equivalente a zero, segundo a literatura no que tange ao teste do fio de prumo (KENDALL; MCCREARY; PROVANCE, 2007). Outras metodologias nesse sentido e para avaliação do corpo em geral são citadas, porém em estudos específicos e que não cabe chamar a atenção, já que levam em consideração pontos de localização muito distintos e que não possuem uma lógica em sua organização e formação angular.

Deve-se notar que, apesar do rigoroso desenho metodológico adotado na presente revisão, em uma tentativa de sumarizar e apontar as melhores evidências acerca da avaliação da postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital por meio da fotogrametria, ainda são incipientes as informações relacionadas principalmente a normatização dos valores angulares, carecendo ainda da condução de estudos para elucidar essa lacuna, a qual dificulta a aplicação clínica e científica da técnica de fotogrametria na avaliação postural.

## 1.5 CONCLUSÃO

Diante do exposto, pode-se concluir que, em uma análise postural, é possível avaliar: o ângulo do olhar (formado pela união dos pontos anatômicos canthus, tragus e a vertical); a posição da cabeça (formada pela união dos pontos anatômicos tragus – meato acústico externo, processo espinhoso da sétima vértebra cervical e a horizontal); a posição do ombro (formado pela união dos pontos anatômicos processo espinhoso da sétima vértebra cervical, acrômio e a horizontal); o alinhamento sagital ou inclinação da pelve (formado pela união dos pontos anatômicos da espinha ilíaca anterossuperior, espinha ilíaca pósterio-superior e a horizontal); a posição do joelho ou ângulo do membro inferior (formado pela união dos pontos anatômicos do trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula e maléolo lateral); e o alinhamento vertical do tronco (ângulo formado entre os pontos anatômicos do acrômio, trocânter maior do fêmur e a vertical). Contudo, ainda é difícil estabelecer e propor valores normativos, devido a diversidade de metodologias avaliativas e a heterogeneidade dos estudos.

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, A. A. et al. Influência do sobrepeso e da obesidade na postura , na praxia global e no equilíbrio de escolares. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 22, n. 2, p. 239–245, 2012.
- AMICO, M. D.; KINEL, E.; RONCOLETTA, P. Normative 3D opto-electronic stereophotogrammetric posture and spine morphology data in young healthy adult population. **PLOS One**, v. 12, n. 6, p. 01–31, 2017.
- ARAÚJO, F. A. et al. Defining patterns of sagittal standing posture in girls and boys of school age. **Physical Therapy**, v. 97, n. 2, p. 258–267, 2017.
- ARAÚJO, F.; LUCAS, R. What do we know about the determinants of sagittal standing posture? **OA Musculoskeletal Medicine**, v. 2, n. 2, p. 01–06, 2014.
- ARNAL, J.; RINCÓN, D.; LATORRE, A. **Investigación educativa: fundamentos y metodologías**. Madrid: Labor, 1994.
- ASHER, C. **Variações de postura na criança**. São Paulo: Manole, 1976.
- AZEVEDO, L. A. DE P. **Análise da postura pela fotogrametria em escolares**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2012.
- BAPTISTA, C. R. J. A. et al. Postural alignment in children with Duchenne muscular dystrophy and its relationship with balance. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 2, p. 119–126, 2014.
- BARRETT, E.; MCCREESH, K.; LEWIS, J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review. **Manual Therapy**, v. 19, n. 1, p. 10–17, 2014.
- BATISTÃO, M. V. et al. Posture and musculoskeletal pain in eutrophic, overweighed, and obese students . A cross-sectional study. **Motriz**, v. 20, n. 2, p. 192–199, 2014.
- BERESOSKI, C. M. et al. Characterization of lumbar angle , pelvic sagittal balance and flexibility in preschoolers. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, n. 358, p. 1–5, 2016.
- BOLZAN, G. DE P. et al. Tipo facial e postura de cabeça de crianças respiradoras nasais e orais. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n. 4, p. 315–320, 2011.
- BRAZ, R. G.; GOES, F. P. D. C.; CARVALHO, G. A. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 21, n. 3, p. 117–126, 2008.
- CAMARGO, M. Z. **Alinhamento postural da coluna no plano sagital de crianças eutróficas e acima do peso em fase pré-escolar e escolar: estudo longitudinal**. [s.l.] Universidade Estadual de Londrina, 2018.
- CAMARGO, M. Z.; DE OLIVEIRA, M. R.; FUJISAWA, D. S. Evolution of postural alignment in preschool and school phases: a longitudinal study. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 23, n. 2, p. e101779, 2017.
- CIL, A. et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. **Spine**, v. 30, n. 1, p. 93–100, 2005.
- COELHO, J. J. et al. Influência do perfil nutricional e da atividade física na postura de crianças e adolescentes. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 136–142, 2013.
- COELHO, J. J. et al. Influência da flexibilidade e sexo na postura de escolares. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 3, p. 223–228, 2014.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavior sciences**. 2nd Editio ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1988.
- CURETON JÚNIOR, T. K. Bodily posture as an indicator of fitness. **Research**

**Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**, v. 12, n. Suplemento 2, p. 348–367, 1941.

CZAPROWSKI, D. et al. The influence of the “straighten your back” command on the sagittal spinal curvatures in children with generalized joint hypermobility. **BioMed research international**, 2017.

DA ROSA, B. N. et al. Monitoring the prevalence of postural changes in schoolchildren. **The Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, p. 326–331, 2016.

DE PÁDUA, M.; SAUER, J. F.; JOÃO, S. M. A. Quantitative postural analysis of children with congenital visual impairment. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 1, p. 62–70, 2018.

DETSCH, C. et al. Prevalência de alterações posturais em escolares do ensino médio em uma cidade no Sul do Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 21, n. 4, p. 231–238, 2007.

DETSCH, C.; CANDOTTI, C. T. A incidência de desvios posturais em meninas de 6 a 17 anos da cidade de Novo Hamburgo. **Movimento**, v. 7, n. 15, p. 43–56, 2001.

DIEBO, B. G. et al. Sagittal alignment of the spine: What do you need to know? **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 139, p. 295–301, 1 dez. 2015.

DOLPHENS, M. et al. A clinical postural model of sagittal alignment in young adolescents before age at peak height velocity. **European Spine Journal**, v. 21, n. 11, p. 2188–2197, 2012a.

DOLPHENS, M. et al. Sagittal standing posture and its association with spinal pain: A school-based epidemiological study of 1196 flemish adolescents before age at peak height velocity. **Spine**, v. 37, n. 19, p. 1657–1666, 2012b.

DOLPHENS, M. et al. Gender differences in sagittal standing alignment before pubertal peak growth: the importance of subclassification and implications for spinopelvic loading. **Journal of Anatomy**, v. 223, n. 6, p. 629–640, 2013a.

DOLPHENS, M. et al. Classification system of the normal variation in sagittal standing plane alignment: A study among young adolescent boys. **Spine**, v. 38, n. 16, p. 1003–1012, 2013b.

DOLPHENS, M. et al. Coronal plane trunk asymmetry is associated with whole-body sagittal alignment in healthy young adolescents before pubertal peak growth. **European Spine Journal**, v. 27, p. 448–457, 2018.

DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 52, p. 377–384, 1998.

DRZAŁ-GRABIEC, J.; SNELA, S.; TRUSZCZYŃSKA, A. The development of anterior-posterior spinal curvature in children aged 7–12 years. **Biomedical Human Kinetics**, v. 8, p. 72–82, 2016.

DRZAŁ-GRABIEC, J.; WALICKA-CUPRYŚ, K.; TRUSZCZYŃSKA-BASZAK, A. The influence of applied research methods on the frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures. **Postępy Rehabilitacji**, v. 4, p. 41–46, 2013.

DUARTE, M. et al. **Documentação sobre o SAPO - Software para avaliação postural**. Disponível em: <<http://demotu.org/sapo2/SAPDoc.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2019.

DUNK, N. M.; LALONDE, J.; CALLAGHAN, J. P. Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 28, p. 386–392, 2005.

FORTIN, C. et al. Validity of a quantitative clinical measurement tool of trunk posture

in idiopathic scoliosis. **Spine**, v. 35, n. 19, p. 988–994, 2010.

FURLANETTO, T. S. et al. Fidedignidade de um protocolo de avaliação postural. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 22, n. 3, p. 411–419, 2011.

FURLANETTO, T. S. et al. Validating a postural evaluation method developed using a Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 108, n. 1, p. 203–212, 2012.

FURLANETTO, T. S. et al. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: a systematic review. **World Journal of Orthopedics**, v. 7, n. 2, p. 136–148, 2016.

FURLANETTO, T. S. et al. Development and validation of prediction equations for spinal curve angles based on skin surface measurements. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 9, p. 692–699, 2017.

FURLANETTO, T. S. et al. Reference values for Cobb angles when evaluating the spine in the sagittal plane: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 14, n. 2–3, p. 115–128, 2018.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3 ed ed. São Paulo: Phorte, 2005.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.

GRABARA, M.; BIENIEC, A.; NAWROCKA, A. Spinal curvatures of children and adolescents - a cross-sectional study. **Biomedical Human Kinetics**, v. 9, n. 1, p. 69–74, 2017.

GRABARA, M.; PSTRAGOWSKA, D. Estimation of the body posture in girls and boys related to their body mass index (BMI). **Medycyna Sportowa**, v. 24, n. 4, p. 231–239, 2008.

GRIMMER, K. A.; WILLIAMS, M. T.; GILL, T. K. The associations between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. **Spine**, v. 24, n. 21, p. 2262–2267, 1999.

HAZAR, Z.; KARABICAK, G. O.; TIFTIKCI, U. Reliability of photographic posture analysis of adolescents. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, p. 3123–3126, 2015.

HIGGINS, J.; GREEN, S. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l: s.n.].

ISHIDA, A.; KUWAJIMA, S. S. Desenvolvimento postural dos membros inferiores na criança. In: BARROS, T. E. P.; LENCH, O. (Eds.). **Exame físico em ortopedia**. 2 ed ed. São Paulo: Sarvier, 2001. p. 301–308.

IUNES, D. H. et al. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 13, n. 4, p. 308–315, 2009.

KENDALL, F.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções**. São Paulo: Manole, 2007.

KIM, J. H. et al. Anterior cervical discectomy and fusion alters whole-spine sagittal alignment. **Yonsei Medical Journal**, v. 56, n. 4, p. 1060–70, jul. 2015.

KRAWCZKY, B.; PACHECO, A. G.; MAINENTI, M. R. M. A systematic review of the angular values obtained by computadorized photogrammetry in sagittal plane: a proposal for reference values. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 37, n. 4, p. 1–7, 2007.

LAFOND, D. et al. Postural development in school children: a cross-sectional study. **Chiropractic & Osteopathy**, v. 7, p. 1–7, 2007.

MALTA, M. et al. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos

observacionais. **Rev Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559–565, 2010.

MCEVOY, M. P.; GRIMMER, K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 6, n. 35, p. 1–10, 2005.

MIRANDA, V. P. N. et al. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutróficos do sexo feminino com ou sem adequação de gordura corporal. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 1, p. 78–84, 2014.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Physical Fitness and Performance**, v. 34, n. 4, p. 689–694, 2002.

MONTICONE, M. et al. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. **European Spine Journal**, v. 23, n. 6, p. 1204–1214, 2014.

MROZKOWIAK, M.; WALICKA-CUPRYS, K.; MAGNON, G. Comparison of body posture in children depending on the age of starting school education - A pilot study. **Med Sci Monit**, v. 24, n. July, p. 4489–4500, 2018.

NISSINEN, M. J. et al. Development of trunk asymmetry in a cohort of children ages 11 to 22 years. **Spine**, v. 25, n. 5, p. 570–574, 2000.

PAUSIC, J.; PEDISIC, Z.; DIZDAR, D. Reliability of a photographic method for assessin standing posture of elementary school students. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 33, n. 6, p. 425–431, 2010.

PENHA, P. J. et al. Posture alignment of adolescent idiopathic scoliosis: photogrammetry in scoliosis school screening. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 6, p. 441–451, 2017.

PENHA, P. J.; BALDINI, M.; JOÃO, S. M. A. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8-year-old children. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 32, n. 2, p. 154–159, 2009.

PENHA, P. J.; JOÃO, S. M. A. Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos. **Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos**, v. 15, n. 4, p. 387–391, 2008.

PIVOTTO, L. R. et al. Frontal-Mental Line Inclination Test for assessment of cervical curvature: validation and applicability. **Fisioterapia em Movimento**, v. 32, n. e003209, p. 1–10, 2019.

PORTO, A. B.; OKAZAKI, V. H. A. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: a review of normative values and reliability. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 8, p. 712–723, 2018.

POUSSA, M. S. et al. Development of spinal posture in a cohort of children from the age of 11 to 22 years. **European Spine Journal**, v. 14, n. 88, p. 738–742, 2005.

RAINE, S.; TWOMEY, L. Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. **Australian Physiotherapy**, v. 49, n. 1, p. 25–32, 1994.

RIBEIRO, A. F. M. et al. Reference values for human posture measurements based on computerized photogrammetry: a systematic review. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 3, p. 156–168, 2017.

RIES, L. G. K. et al. Peso da mochila escolar, sintomas osteomusculares e alinhamento postural de escolares do ensino fundamental. **Terapia Manul**, v. 9, n. 43, p. 190–196, 2011.

ROTHMAN, K. J.; GREENLAND, S.; LASH, T. L. **Epidemiologia moderna**. 3 ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with

upper quadrant pain. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 4, p. 364–371, 2014.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 38, n. 1, p. 74–80, 2015.

SCHLÖSSER, T. P. C. et al. Natural sagittal spino-pelvic alignment in boys and girls before, at and after the adolescent growth spurt. **European Spine Journal**, v. 24, n. 6, p. 1158–1167, 2015.

SEDREZ, J. A.; CANDOTTI, C. T. Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 100–111, 2013.

SOUZA, J. A. et al. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 4, p. 299–305, 2011.

STOLINSKI, L. et al. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years. **Scoliosis and Spinal Disorders**, v. 12, n. 38, p. 1–24, 2017.

STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. **JAMA**, v. 283, n. 25, p. 2008–2012, 2000.

TURRA, P.; NICHELE, L. F. I.; BADARÓ, A. F. V. Caracterização da postura corporal de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Neurociência**, v. 23, n. 3, p. 376–382, 2015.

VON ELM, E. et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **BMJ**, v. 335, p. 806–808, 2007.

VRTOVEC, T.; PERNUŠ, F.; LIKAR, B. A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature. **European Spine Journal**, v. 18, n. 5, p. 593–607, 2009.

VU-NGOC, H. et al. Quality of flow diagram in systematic review and/or meta-analysis. **PLOS One**, v. 13, n. 6, p. 01–16, 2018.

WIDHE, T. Spine: Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. **European Spine Journal**, v. 10, p. 118–123, 2001.

ZAINA, F. et al. How to measure kyphosis in everyday clinical practice: a reliability study on different methods. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 176, p. 264–267, 2012.

## CAPÍTULO 2

### ARTIGO ORIGINAL

#### **Proposição de valores normativos da postura corporal estática no plano sagital para crianças e adolescentes utilizando a fotogrametria**

#### **RESUMO**

##### **Objetivo**

Descrever valores normativos da postura corporal estática no plano sagital, para crianças e adolescentes, a partir da fotogrametria, considerando a influência dos fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica.

##### **Método**

Esse estudo caracteriza-se como descrito do tipo transversal. Fizeram parte 567 escolares gaúchos de ambos os sexos, com faixa etária compreendida entre 7 a 17 anos. Cada um dos escolares foi avaliado individualmente por três procedimentos: (1) anamnese, (2) exame físico e (3) avaliação postural estática. A análise dos dados foi realizada no *software SPSS* (versão 20.0), por meio de estatística descritiva e inferencial.

##### **Resultados**

O fator nível de maturação biológica não influenciou nenhuma das variáveis posturais, enquanto que os fatores sexo e faixa etária mostraram diferentes influências nas variáveis posturais.

##### **Conclusão**

Diante do conhecimento dos fatores que influenciam cada variável postural isoladamente, pode-se concluir que os valores médios com seus desvios padrões (intervalo concebido entre os valores dos percentis 15% e 85%) podem ser considerados como normativos e poderão subsidiar qualquer *software* de avaliação postural que utilize os mesmos pontos anatômicos e procedimentos matemáticos para obtenção dos valores angulares.

**Palavras-chave:** postura, fotogrametria, estudantes, valores de referência

## **ABSTRACT**

### **Objective**

To describe normative values of sagittal static body posture, of children and adolescents, of photogrammetry, considering the influence of the sexual, age group and level of biological maturation factors.

### **Method**

This study is characterized as descriptive cross-sectional. There were 567 schoolchildren of both sexes, with an age group between 7 and 17 years old. Each of the students was evaluated individually by three procedures: (1) anamnesis, (2) physical examination, and (3) static postural evaluation. Data analysis was performed using SPSS software (version 20.0), using descriptive and inferential statistics.

### **Results**

The level of biological maturity did not influence the postural variables, while gender and gender showed different influences on the postural variables.

### **Conclusion**

Given the of the factors that influencing each postural variable alone, it can be concluded that the mean values with their standard deviations (15% and 85% percentiles) can be considered as normative and can subsidize any postural evaluation software that uses the same anatomical points and mathematical procedures to obtain the angular values.

**Keywords:** posture, photogrammetry, students, reference values

## 2.1 INTRODUÇÃO

Parece existir um entendimento de que a postura sagital em pé evolui com o crescimento (SCHLÖSSER et al., 2015), baseado em evidências que demonstram que a primeira infância é um período sensível para o desenvolvimento dos padrões posturais sagitais, bem como que o surto de crescimento na adolescência é um período crítico para a evolução do sistema musculoesquelético e crescimento axial (DOLPHENS et al., 2013a).

Estas questões remetem a importância de se conhecer o comportamento postural durante as diferentes fases de crescimento. Ainda, entende-se ser imprescindível focar nas crianças pré-púberes, fase em que ambos os sexos ainda são bastante homogêneos em relação ao desenvolvimento sexual e esquelético (ARAÚJO et al., 2017; DOLPHENS et al., 2012a, 2012b), para que se possa ter embasamento na identificação das diferenças que venham surgir *a posteriori*, principalmente considerando os fatores sexo, faixa etária e pico de velocidade de crescimento (ou maturação biológica).

Nesse contexto, a escolha do valor normativo a ser utilizado nessas avaliações é um fator importante, pois irá determinar a frequência dos desvios posturais. Esse tipo de conhecimento aumenta as chances de um diagnóstico precoce e pode, conseqüentemente, contribuir para melhorar as estratégias de intervenções preventivas (DRZAŁ-GRABIEC; WALICKA-CUPRYŚ; TRUSZCZYŃSKA-BASZAK, 2013; MONTICONE et al., 2014). Assim, considerando as mudanças corporais adaptativas que ocorrem durante a fase de crescimento, a escassez de pesquisas que visem demonstrar essas adaptações relacionadas a postura corporal ou, ainda, que visem estabelecer valores normativos para a avaliação postural, a partir da superfície corporal, justifica-se a realização do presente estudo.

Diante do exposto, o objetivo desse estudo foi descrever valores normativos da postura corporal estática no plano sagital dos segmentos cabeça, ombro, coluna vertebral pelve e joelho, de crianças e adolescentes, a partir da fotogrametria. Especificamente, objetivou-se que a proposição desses valores deveria considerar a influência dos fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica. A hipótese do estudo é que os valores normativos da postura no plano sagital deverão variar de acordo com o sexo, a faixa etária e o nível de maturação biológica.

## 2.2 MÉTODOS

Esse estudo epidemiológico do tipo transversal e retrospectivo (ROTHMAN; GREENLAND; LASH, 2011) foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (CAAE 66854917.9.0000.5347). Todas as diretrizes da resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde sobre ética em pesquisa com seres humanos foram respeitadas durante sua condução. Salienta-se ainda, que a redação desse manuscrito segue as recomendações da iniciativa *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (iniciativa ou declaração STROBE) (MALTA et al., 2010; VON ELM et al., 2007).

### 2.2.1 Amostra

A amostra foi composta por crianças e adolescentes (7 a 17 anos), de ambos os sexos, regularmente matriculados entre o 1º ano do ensino fundamental e o 3º ano do ensino médio em escolas públicas do estado do Rio Grande do Sul. Foram excluídos escolares que praticassem algum esporte com fins competitivos, que apresentassem patologias neuro-ortopédicas e que fossem classificados como obesos.

O cálculo amostral foi realizado por meio do software G\*Power, levando em consideração a família de testes F, com tamanho de efeito de 0,25, erro de 0,05, poder de 0,95, graus de liberdade igual a 10 (possíveis combinações entre os níveis de fatores – sexo, faixa etária e nível de maturação biológica) e grupos 7 (número de variáveis posturais analisadas), o qual resultou em um n mínimo de 400 indivíduos. Assim, com base no panorama populacional de escolares matriculados na rede de ensino gaúcha (CENSO 2010), a amostra foi estratificada segundo mesorregiões e faixa etária, e dividida igualmente entre os sexos. Prevendo-se perdas, recusas e devido a estratificação, aumentou-se o tamanho amostral mínimo para 466 indivíduos (informações detalhadas no Apêndice 1).

As cidades e escolas foram escolhidas por conveniência, sendo respeitado o critério de ter ao menos uma cidade representante de cada mesorregião do estado do Rio Grande do Sul (Centro Ocidental: São João do Polêsine; Centro Oriental: Teutônia; Metropolitana: Porto Alegre; Nordeste: Nova Prata; Noroeste: Casca; Sudeste: Pelotas; Sudoeste: Itaqui). Os indivíduos foram recrutados por meio de convites no ambiente escolar, no período de maio a novembro de 2017, e somente foram incluídos no estudo

após serem esclarecidos sobre os objetivos e procedimentos a serem realizados, apresentado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido assinado pelos responsáveis, bem como, concedido o assentimento por parte do menor.

### 2.2.2 Procedimentos

Todas avaliações foram conduzidas por uma equipe avaliadora composta por profissionais da área da saúde, graduados e/ou graduandos em Fisioterapia, Educação Física e/ou Quiropraxia, que possuíam experiência em pesquisas com o público-alvo de crianças e adolescentes. Essa equipe recebeu um treinamento prévio de 20 horas, cujo objetivo foi sistematizar e padronizar o protocolo de avaliação para evitar vieses avaliativos.

A avaliação dos escolares, conduzida pela equipe avaliadora, foi realizada nas dependências físicas de cada escola participante. Os escolares foram avaliados individualmente por três procedimentos: (1) anamnese, (2) exame físico e (3) avaliação postural estática. Cada participante do estudo recebeu uma identificação numérica (código), a fim de evitar sua exposição, a qual foi utilizada em todos os procedimentos de avaliação.

A anamnese consistiu na coleta de dados como: nome, sexo, data de nascimento e prática de exercício físico competitivo, os quais foram utilizados para caracterização da amostra. O exame físico consistiu na mensuração da massa e da estatura corporal (em pé e sentado). Essas informações foram utilizadas na determinação do nível de maturação biológica, segundo a análise do pico de velocidade do crescimento (PVC) (MIRANDA et al., 2014; MIRWALD et al., 2002) (Equações 1 e 2).

$$\begin{aligned} \text{Pico de velocidade de crescimento} = & -9,376 + [0,0001882 \times (\text{interação entre o} \\ & \text{comprimento dos membros inferiores e a estatura sentada)}] + 0,0022 \times (\text{interação} \\ & \text{entre a idade e comprimento dos membros inferiores)} + 0,005841 \times (\text{interação entre a} \\ & \text{idade e a estatura sentada)} - 0,002658 \times (\text{interação entre a idade e a massa corporal)} + \\ & 0,07693 \times (\text{razão da massa corporal pela estatura}) \end{aligned}$$

**Equação 1** - Equação para estimar a maturação biológica de indivíduos do sexo feminino (MIRWALD *et al.*, 2002)

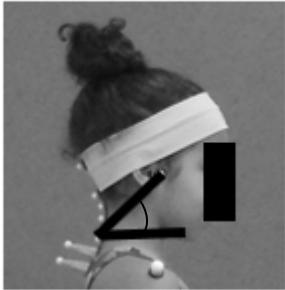
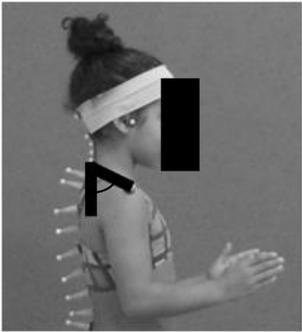
Pico de velocidade de crescimento =  $-9,236 + [0,0002708 \times (\text{interação entre o comprimento dos membros inferiores e a estatura sentado})] - 0,001663 \times (\text{interação entre a idade e o comprimento dos membros inferiores}) + 0,007216 \times (\text{interação entre a idade e a estatura sentado}) + 0,02292 \times (\text{razão da massa corporal pela estatura})$

**Equação 2** - Equação para estimar a maturação biológica de indivíduos do sexo masculino (MIRWALD *et al.*, 2002)

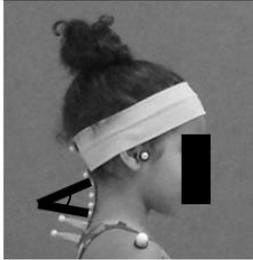
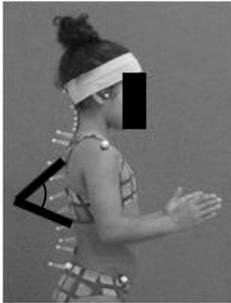
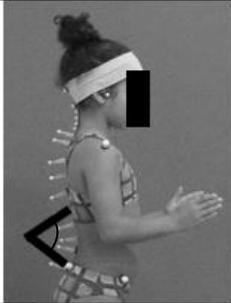
A avaliação postural foi realizada no plano sagital, utilizando a técnica da fotogrametria, obedecendo ao protocolo do *software Digital Image-based Postural Assessment* (DIPA<sup>®</sup>), o qual apresenta reprodutibilidade intra e inter-avaliador (FURLANETTO *et al.*, 2011, 2012, 2017). Antes da aquisição das imagens fotográficas, os pontos anatômicos de interesse foram identificados por marcadores esféricos ou em forma de haste (no caso dos processos espinhosos vertebrais), e, ainda, foram identificados dois pontos esféricos no fio de prumo distando um metro entre si para servirem como referencial métrico de calibração da imagem. Para a aquisição das fotografias foi utilizada uma câmera digital (DSC-W510, 12.1 megapixels, Sony<sup>®</sup>) fixada a um tripé com regulação de nível.

A análise das fotografias, digitalização das fotografias e na geração do laudo postural, foi realizada no *software* DIPA<sup>®</sup> (versão 3.3g) por um dos pesquisadores após o término da coleta. Foram alvo do presente estudo apenas os resultados das variáveis angulares (Quadro 1). Uma vez obtidos os laudos posturais, um profissional externo a equipe avaliadora foi responsável pela tabulação das informações constantes nos laudos posturais no *Microsoft<sup>®</sup> Office Excel* (versão 2016). Esse procedimento foi adotado para evitar possíveis vieses de análise.

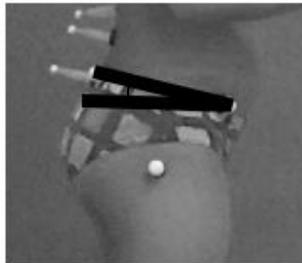
**Quadro 1** – Especificação dos pontos anatômicos e das variáveis posturais angulares avaliadas no plano sagital (perfil direito) de acordo com o protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup> (início)

	<b>Posição da cabeça</b>	
		<p><b>Definição</b></p> <p>Ângulo formado entre o tragus direito, o processo espinhoso da sétima vértebra cervical e uma linha horizontal paralela ao solo</p>
		<p><b>Interpretação</b></p> <p>Ângulos menores que o intervalo do valor normativo sugerem uma anteriorização da cabeça e ângulos maiores uma posteriorização da cabeça</p>
	<b>Postura do ombro</b>	
	<p><b>Definição</b></p> <p>Ângulo formado entre o processo espinhoso da sétima vértebra cervical, o acrômio direito e uma linha vertical paralela ao fio de prumo</p>	
	<p><b>Interpretação</b></p> <p>Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem uma protusão do ombro e ângulos menores uma retração do ombro</p>	

**Quadro 1** – Especificação dos pontos anatômicos e das variáveis posturais angulares avaliadas no plano sagital (perfil direito) de acordo com o protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup> (continuação)

	<b>Ângulo da curvatura cervical</b>	
		<b>Definição</b>
		Valor angular dado pelo menor ângulo entre duas retas tangentes à curvatura cervical, que passam pela primeira e sétima vértebras cervicais
		<b>Interpretação</b>
		Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem uma lordose cervical aumentada e ângulos menores uma lordose cervical diminuída
	<b>Ângulo da curvatura dorsal</b>	
		<b>Definição</b>
		Valor angular dado pelo menor ângulo entre duas retas tangentes à curvatura torácica, que passam pela quarta e décima segunda vértebras torácicas
		<b>Interpretação</b>
Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem uma cifose dorsal aumentada e ângulos menores uma cifose dorsal diminuída		
<b>Ângulo da curvatura lombar</b>		
	<b>Definição</b>	
	Valor angular dado pelo menor ângulo entre duas retas tangentes à curvatura lombar, que passam pela décima vértebra torácica e segunda vértebra sacral	
	<b>Interpretação</b>	
	Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem uma lordose lombar aumentada e ângulos menores uma lordose lombar diminuída	

**Quadro 1** – Especificação dos pontos anatômicos e das variáveis posturais angulares avaliadas no plano sagital (perfil direito) de acordo com o protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup> (fim)

	<b>Posição da pelve</b>	
		<p><b>Definição</b></p> <p>Ângulo formado entre a espinha íliaca póstero-superior, a espinha íliaca anterossuperior e uma linha horizontal paralela ao solo</p>
		<p><b>Interpretação</b></p> <p>Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem uma anteversão da pelve e ângulos menores uma retroversão da pelve</p>
	<b>Postura do joelho</b>	
		<p><b>Definição</b></p> <p>Ângulo formado entre o trocânter maior do fêmur direito, a tuberosidade do côndilo lateral do fêmur direito e do maléolo lateral direito</p>
		<p><b>Interpretação</b></p> <p>Ângulos maiores que o intervalo do valor normativo sugerem um joelho em hiperextensão e ângulos menores um joelho em flexão</p>

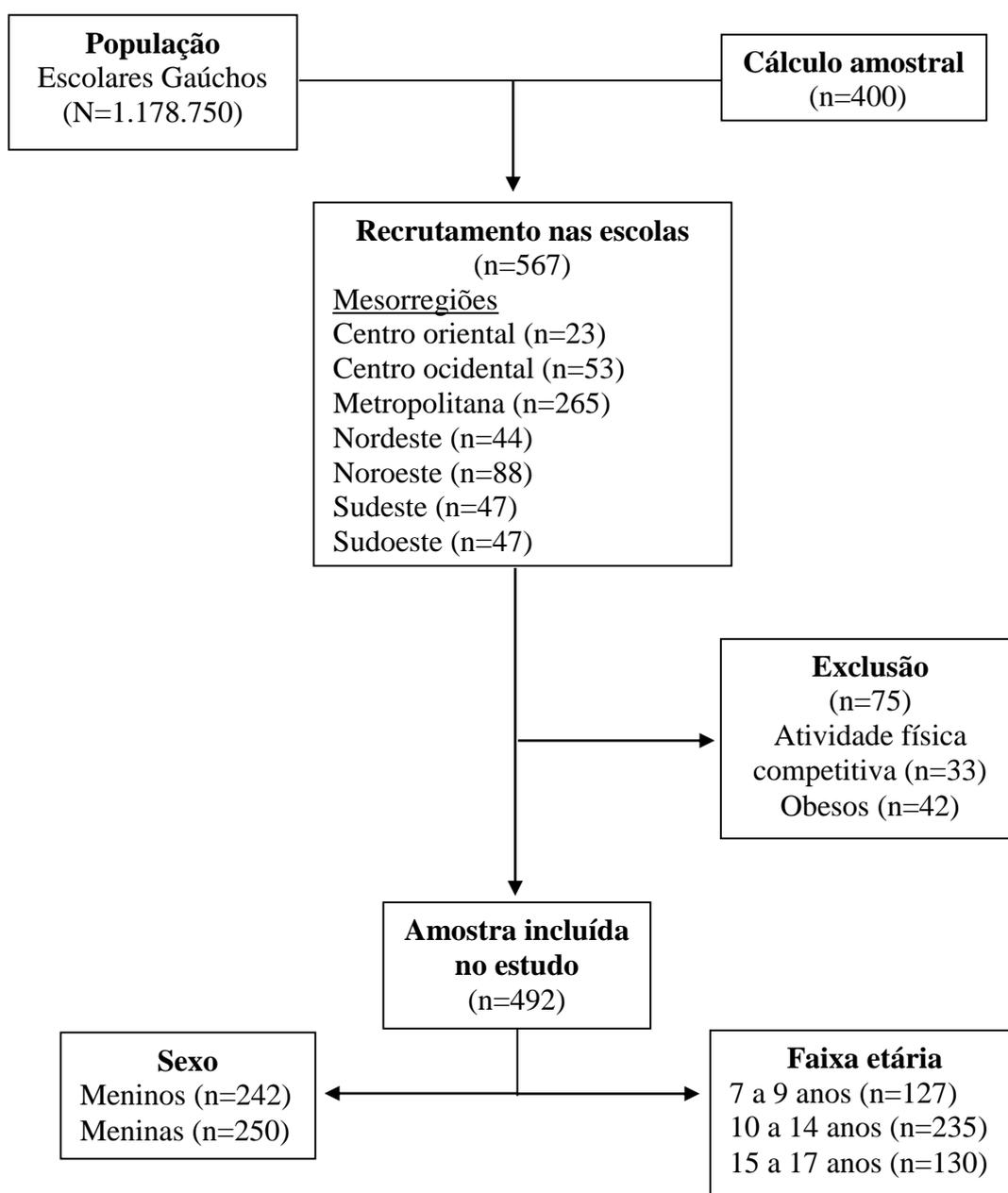
### 2.2.3 Análise estatística

Para a realização da análise estatística foi utilizado o *software SPSS* (versão 20.0), com nível de significância de 0,05 em todas as análises. Inicialmente foram conduzidas análises descritivas exploratórias dos dados para caracterizar a amostra estudada (média e desvio padrão). A fim de verificar a influência dos fatores sexo (masculino e feminino), faixa etária (7 a 9 anos, 10 a 14 anos e 15 a 17 anos) e nível de maturação biológica (pré-PVC, durante PVC e pós-PVC) em cada variável postural foi aplicada uma ANOVA com delineamento fatorial independente para multivariáveis ( $\alpha=0,05$ ), verificada a igualdade das variâncias por meio do teste de Levene, e calculados os respectivos tamanhos de efeito ( $r$ ) (pequeno:  $r=0,1$  a  $r=0,3$ ; médio:  $r>0,3$  a  $0,5$ ; grande:  $r>0,5$ ) (COHEN, 1988). Ainda, com o propósito de localizar as diferenças observadas foi aplicado o desdobramento *post hoc* de Bonferroni.

Diante do conhecimento dos fatores que influenciam cada variável postural isoladamente, foram realizadas análises descritivas (média, desvio padrão, mínimo, máximo, intervalo de confiança e percentis) visando propor os valores normativos. Optou-se por levar em consideração os percentis 15 e 85, onde, dessa forma, o limite inferior é condizente com o valor da média menos um desvio padrão, o que se aproxima ou iguala ao valor referente ao percentil 15, e o limite superior com o valor da média mais um desvio padrão, o que se aproxima ou iguala ao valor referente ao percentil 85. Tal escolha está em consonância com os critérios adotados pela Organização Mundial da Saúde relacionados ao crescimento e desenvolvimento infanto-juvenil (WHO Reference 2007).

## 2.3 RESULTADOS

Foram avaliados 567 escolares, e, fizeram parte da análise de dados do presente estudo, após o crivo dos critérios de exclusão, 492 escolares ( $46,1 \pm 15,3$ kg;  $153,8 \pm 16,7$ cm) (Figura 1) (informações detalhadas no Apêndice 1 – Quadros 7 a 11).



**Figura 1** – Fluxograma de inclusão amostral

Para identificar se os fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica influenciam cada variável postural analisada e para propor os valores normativos dessas variáveis, baseados nas influências observadas, foram realizadas análises inferenciais (Tabela 1). De forma geral, observa-se que o fator nível de maturação biológica não influenciou nenhuma das variáveis posturais, enquanto que os fatores sexo e faixa etária mostraram diferentes influências, entretanto com efeitos pequenos.

**Tabela 1** – Comparação entre as médias levando em consideração os fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica

Variável Postural	Modelo geral	Sexo	Faixa etária	NMB	Sexo*Faixa etária	Sexo*NMB	Faixa etária*NMB
Posição da cabeça	<b>F(10)=3,891,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,29<sup>#</sup></b>	F(1)=0,262, p=0,609, r=0,03	F(2)=0,456, p=0,634, r=0,04	F(2)=0,447, p=0,640, r=0,04	F(2)=0,485, p=0,616, r=0,04	F(2)=1,532, p=0,217, r=0,08	F(1)=0,341, p=0,560, r=0,03
Postura do ombro	<b>F(10)=3,274,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,26<sup>#</sup></b>	F(1)=0,385, p=0,535, r=0,03	<b>F(2)=4,053,</b> <b>p=0,018,</b> <b>r=0,13<sup>#</sup></b>	F(2)=0,234, p=0,791, r=0,03	F(2)=0,044, p=0,957, r=0,00	F(2)=1,159, p=0,315, r=0,07	F(1)=3,139, p=0,077, r=0,08
Ângulo da curvatura cervical	F(10)=0,266, p=0,988, r=0,08	F(1)=0,127, p=0,722, r=0,00	F(2)=0,090, p=0,914, r=0,00	F(2)=0,368, p=0,692, r=0,04	F(2)=0,009, p=0,991, r=0,00	F(2)=0,230, p=0,795, r=0,03	F(1)=0,006, p=0,941, r=0,00
Ângulo da curvatura dorsal	<b>F(10)=7,564,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,38<sup>#</sup></b>	<b>F(1)=24,255,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,23<sup>#</sup></b>	<b>F(2)=14,092,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,25<sup>#</sup></b>	F(2)=1,178, p=0,309, r=0,07	<b>F(2)=3,041,</b> <b>p=0,049,</b> <b>r=0,12<sup>#</sup></b>	F(2)=2,709, p=0,068, r=0,11	F(1)=1,076, p=0,300, r=0,04
Ângulo da curvatura lombar	<b>F(10)=5,974,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,35<sup>#</sup></b>	<b>F(1)=7,480,</b> <b>p=0,006,</b> <b>r=0,13<sup>#</sup></b>	F(2)=0,154, p=0,857, r=0,03	F(2)=0,726, p=0,485, r=0,05	F(2)=0,151, p=0,860, r=0,03	F(2)=0,690, p=0,502, r=0,05	F(1)=0,948, p=0,331, r=0,04
Posição da pelve	<b>F(10)=4,776,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,31<sup>#</sup></b>	<b>F(1)=13,190,</b> <b>p&lt;0,001,</b> <b>r=0,17<sup>#</sup></b>	F(2)=2,342, p=0,097, r=0,1	F(2)=0,205, p=0,815, r=0,03	F(2)=0,432, p=0,649, r=0,04	F(2)=0,159, p=0,853, r=0,03	F(1)=0,079, p=0,079, r=0,08
Postura do joelho	<b>F(10)=2,622,</b> <b>p=0,004,</b> <b>r=0,26<sup>#</sup></b>	F(1)=0,385, p=0,535, r=0,03	F(2)=0,297, p=0,743, r=0,03	F(2)=0,250, p=0,779, r=0,03	<b>F(2)=4,022,</b> <b>p=0,019,</b> <b>r=0,13<sup>#</sup></b>	F(2)=2,646, p=0,072, r=0,11	F(1)=2,037, p=0,154, r=0,07

**Legenda:** NMB – nível de maturação biológica; \*interação; <sup>#</sup>estatisticamente significativo (destacado em negrito) (p<0,05).

**Nota:** ANOVA com delineamento fatorial independente para multivariáveis ( $\alpha=0,05$ ). Não foi possível realizar a análise da interação entre Sexo\*Faixa etária\*NMB devido a pormenorização das categorias.

Para a variável **posição da cabeça**, houve diferença estatisticamente significativa no modelo geral, contudo a mesma não foi observada ao analisar os fatores isolados e suas possibilidades de interação. No entanto, o desdobramento *post hoc* de Bonferroni sinalizou a diferença na comparação entre as faixas etárias (7 a 9 anos *versus* 10 a 14 anos:  $p=1,000$ ; 7 a 9 anos *versus* 15 a 17 anos:  $p=0,002$ ; 10 a 14 anos *versus* 15 a 17 anos:  $p<0,001$ ). Dessa forma, a variável **posição da cabeça** foi estratificada apenas por faixa etária para proposição dos valores normativos (Tabela 2).

**Tabela 2** – Posição da cabeça – estratificação por faixa etária para proposição dos valores normativos

Faixa etária (anos)	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
					10	15	20	50	80	85	90	
7 a 9 <sup>a</sup>	49,3±5,3	37,0	62,0	48,3 - 50,2	42,0	43,0	44,0	49,0	54,0	54,4	56,0	44,0 - 54,6
10 a 14 <sup>b</sup>	48,9±5,2	36,0	60,0	48,2 - 49,6	42,0	43,0	44,0	49,0	53,8	55,0	56,0	43,7 – 54,1
15 a 17 <sup>a,b</sup>	51,5±5,1	36,0	63,0	50,6 - 52,4	44,9	46,3	48,0	52,0	56,0	57,0	59,0	46,4 – 56,6

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança; <sup>a</sup>diferença estatisticamente significativa ( $p=0,002$ ); <sup>b</sup>diferença estatisticamente significativa ( $p<0,001$ ).

Para variável **postura do ombro** também foi encontrada diferença estatisticamente significativa no modelo geral, sendo identificada diferença relacionada ao fator faixa etária na comparação entre 7 a 9 anos *versus* 10 a 14 anos ( $p=0,001$ ) e 7 a 9 anos *versus* 15 a 17 anos ( $p<0,001$ ), mas não diferindo na comparação entre 10 a 14 anos *versus* 15 a 17 anos:  $p=0,083$ . Diante do exposto, a proposição dos valores normativos relacionados a variável **postura do ombro** considerou apenas o fator faixa etária (Tabela 3).

**Tabela 3** – Postura do ombro – estratificação por faixa etária para proposição dos valores normativos

Faixa etária (anos)	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
					10	15	20	50	80	85	90	
7 a 9 <sup>a,b</sup>	64,5±11,8	34,0	87,9	62,4 - 66,6	48,8	54,0	56,3	65,4	75,8	77,5	80,7	52,7 – 76,3
10 a 14 <sup>a</sup>	69,2±11,9	35,7	90,0	67,7 - 70,8	53,4	57,0	58,8	69,9	79,9	82,7	84,7	57,3 – 81,1
15 a 17 <sup>b</sup>	72,8±13,9	34,1	90,0	70,3 - 75,2	51,4	57,7	61,4	74,9	85,3	87,2	88,3	58,9 – 85,9

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança; <sup>a</sup>diferença estatisticamente significativa (p=0,001); <sup>b</sup>diferença estatisticamente significativa (p<0,001).

A variável **ângulo da curvatura cervical** não sofreu influência de nenhum dos fatores analisados (sexo, faixa etária e nível de maturação biológica), não havendo necessidade de especificar valores normativos distintos segundo esses fatores (Tabela 4). Já, a variável **ângulo da curvatura dorsal**, demonstrou ser influenciada pelo sexo (meninos *versus* meninas: p<0,001) e pela faixa etária (7 a 9 anos *versus* 10 a 14 anos: p<0,001; 7 a 9 anos *versus* 15 a 17 anos: p=0,598; 10 a 14 anos *versus* 15 a 17 anos: p=0,006), apresentando interação entre as mesmas (p=0,049). Assim, os valores normativos do **ângulo da curvatura dorsal** foram estabelecidos considerando essa influência (Tabela 5).

**Tabela 4** – Ângulo da curvatura cervical – proposição dos valores normativos

Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
				10	15	20	50	80	85	90	
40,7±9,9	17,0	66,0	39,8 – 41,6	28,0	31,0	33,0	40,0	49,0	51,0	54,0	30,8 – 50,6

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança.

**Tabela 5** – Ângulo da curvatura dorsal – estratificação por sexo e faixa etária para proposição dos valores normativos

Sexo	Faixa etária (anos)	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
						10	15	20	50	80	85	90	
Meninos <sup>a</sup>	7 a 9 <sup>b</sup>	41,8±8,6	24,0	59,0	39,7 - 43,9	28,0	32,0	34,0	43,0	48,8	51,1	53,0	33,2 – 50,4
	10 a 14 <sup>b,c</sup>	44,8±8,0	19,0	63,0	43,3 - 46,4	34,1	37,6	38,2	46,0	51,0	52,0	54,9	36,8 – 52,8
	15 a 17 <sup>c</sup>	43,4±9,4	19,0	62,0	41,1 - 45,8	30,2	33,0	35,0	45,0	53,0	54,0	55,4	34 – 52,8
Meninas <sup>a</sup>	7 a 9 <sup>b</sup>	35,7±9,6	17,0	56,0	33,3 - 38,2	23,4	25,3	27,0	35,0	43,6	48,4	51,0	26,1 – 45,3
	10 a 14 <sup>b,c</sup>	43,0±9,2	19,0	63,0	41,3 - 44,6	31,0	35,0	36,0	43,0	52,0	53,0	55,0	33,8 – 52,2
	15 a 17 <sup>c</sup>	36,7±9,3	18,0	56,0	34,4 - 39,1	26,0	26,4	28,0	36,5	46,0	47,1	50,0	27,4 – 46,0

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança; <sup>a</sup>diferença estatisticamente significativa (p<0,001); <sup>b</sup>diferença estatisticamente significativa (p<0,001); <sup>c</sup>diferença estatisticamente significativa (p=0,006).

As variáveis **ângulo da curvatura lombar** e **posição da pelve** demonstraram sofrer influência apenas do fator sexo, por isso seus respectivos valores normativos estão apresentados de forma separada para meninos e meninas ( $p < 0,001$ ) (Tabelas 6 e 7). Já a variável **postura do joelho**, apresentou diferença estatisticamente significativa no modelo geral e interação entre sexo e faixa etária ( $p = 0,019$ ), por isso seus valores normativos consideram ambos os fatores (Tabela 8).

**Tabela 6** – Ângulo da curvatura lombar – estratificação por sexo para proposição dos valores normativos

Sexo	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
					10	15	20	50	80	85	90	
Meninos <sup>a</sup>	38,4±3,5	33,0	48,0	37,9 - 38,8	34,0	34,0	35,0	38,0	42,0	42,0	43,0	34,9 – 41,9
Meninas <sup>a</sup>	40,0±4,1	33,0	50,0	39,4 - 40,4	34,0	35,0	36,0	40,0	44,0	45,0	46,0	35,9 – 44,1

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança; <sup>a</sup>diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 7** – Posição da pelve – estratificação por sexo para proposição dos valores normativos

Sexo	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
					10	15	20	50	80	85	90	
Meninos <sup>a</sup>	12,6±4,8	1,0	24,3	12,0 - 13,2	6,1	7,5	8,3	12,9	17,1	18,0	18,6	7,8 – 17,4
Meninas <sup>a</sup>	14,7±4,9	1,2	26,7	14,1 - 15,3	8,6	10,0	11,0	14,6	19,1	19,9	21,0	9,8 – 19,6

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança; <sup>a</sup>diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,001$ ).

**Tabela 8** – Postura do joelho – estratificação por sexo e faixa etária para proposição dos valores normativos

Sexo	Faixa etária (anos)	Média±dp (°)	Mínimo (°)	Máximo (°)	IC95% (°)	Percentis (°)							Valor normativo (°)
						10	15	20	50	80	85	90	
Meninos	7 a 9	173,1±6,0	160,0	186,0	171,6 - 174,6	165,0	166,4	167,6	173,0	178,0	180,0	182,0	167,1 – 179,1
	10 a 14	172,3±4,6	161,0	184,0	171,5 - 173,2	166,1	168,0	168,2	172,0	176,0	177,0	179,9	167,7 – 176,9
	15 a 17	174,0±4,5	164,0	187,0	172,9 - 175,1	167,7	169,0	170,0	174,0	178,0	178,0	180,0	169,5 – 178,5
Meninas	7 a 9	173,2±4,9	162,0	182,0	172,0 - 174,5	167,0	167,3	169,0	173,0	178,0	180,0	180,0	168,3 – 178,1
	10 a 14	174,9±4,8	165,0	186,0	174,0 - 175,7	168,3	170,0	171,0	175,0	179,0	180,0	181,7	170,1 – 179,7
	15 a 17	173,9±5,4	161,0	184,0	172,6 - 175,3	167,0	168,0	170,0	174,0	178,0	180,0	182,0	168,5 – 179,3

**Legenda:** dp=desvio padrão; IC=intervalo de confiança.

## 2.4 DISCUSSÃO

Inicialmente acreditava-se que a determinação dos valores normativos da postura corporal estática no plano sagital, para crianças e adolescentes, a partir da fotogrametria, deveria respeitar a influência de fatores como sexo, faixa etária e nível de maturação biológica. Os resultados do presente estudo corroboram parcialmente com essa hipótese inicial, uma vez que demonstraram que apenas os fatores sexo e faixa etária parecem ter algum efeito sobre as variáveis posturais.

É importante lembrar que o pico de crescimento na puberdade é mais precoce nas meninas e perdura dos 9 aos 13 anos, com ápice aos 11 anos. Já nos meninos, ocorre dos 11 aos 15 anos, com ápice aos 13 anos (GALLAHUE; OZMUN, 2005). Em ambos o crescimento poderá continuar de forma reduzida por mais alguns anos (ASHER, 1976; GALLAHUE; OZMUN, 2005). Contudo tais aspectos parecem não surtir efeito direto sobre a postura corporal no plano sagital, segundo os achados do presente estudo, os quais divergem de Schlösser et al., (2015), que avaliaram por meio de radiografias o alinhamento espinopélvico de meninos (n=57) e meninas (n=99) com faixa etária entre 7 e 18 anos, antes e após o surto de crescimento adolescente, e observaram diferenças entre tais períodos.

O fator faixa etária, apesar de apresentar um efeito ínfimo sobre a variável **posição da cabeça** ( $r=0,04$ ), mostrou, que há uma diferença estatisticamente significativa relacionada aos valores médios encontrados entre os 7 a 9 anos e 10 a 14 anos em comparação aos 15 a 17 anos, onde há uma leve diminuição dos 7 a 9 anos (valor normativo:  $44^{\circ}$ - $54,6^{\circ}$ ) aos 10 a 14 anos (valor normativo:  $43,7^{\circ}$ - $54,1^{\circ}$ ), e um visível e discreto aumento na comparação dessas faixas etárias com os 15 a 17 anos (valor normativo:  $46,4^{\circ}$ - $56,6^{\circ}$ ). A influência exercida pelo fator faixa etária, bem como a inexistência de interferências relacionadas ao sexo, está em consonância com o já reportado na literatura por outros estudos (DOLPHENS et al., 2012b; LAFOND et al., 2007; RAINE; TWOMEY, 1994; TURRA; NICHELE; BADARÓ, 2015).

Os valores normativos para a posição da cabeça para população adulta, propostos por Cureton Júnior (1941), compreendem o intervalo entre  $50^{\circ}$  e  $60^{\circ}$ . Mais recentemente, Pivotto et al. (2019) compararam os achados fotogramétricos, usando como referência esses valores normativos, com os achados radiográficos e observaram alta correlação entre essas metodologias. No presente estudo, observamos valores compreendidos entre o mínimo de  $43,7^{\circ}$  e o máximo de  $56,6^{\circ}$  (abrangendo todas as faixas etárias). A diferença

entre os resultados pode denotar que há modificações posturais que ocorrem após os 17 anos, uma vez que os valores normativos para população adulta são discretamente maiores, enfatizando a influência de fato exercida pelo fator faixa etária. Cabe pontuar, que tal intervalo proposto no presente estudo está em consonância com o comumente observado nos estudos com crianças e adolescentes saudáveis (BOLZAN et al., 2011; HAZAR; KARABICAK; TIFTIKCI, 2015; RIES et al., 2011; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2015).

Não obstante, no que tange ao fator faixa etária, o mesmo tem um efeito que apesar de pequeno na **postura do ombro** ( $r=0,13$ ), é estatisticamente significativo, onde os valores médios parecem ir aumentando gradativamente no decorrer dos anos, sugerindo uma tendência a adoção de um posicionamento relacionado a uma protusão dos ombros (valores normativos: 7 a 9 anos= $52,7^{\circ}$ - $76,3^{\circ}$ ; 10 a 14 anos= $57,3^{\circ}$ - $81,1^{\circ}$ ; 15 a 17 anos= $58,9^{\circ}$ - $85,9^{\circ}$ ). Atualmente não se tem conhecimento acerca da indicação do que compreenderia um intervalo de normalidade nem na fotogrametria nem na radiografia, contudo estudos conduzidos com crianças e adolescentes saudáveis tem encontrado valores médios próximos aos propostos no presente estudo (BATISTÃO et al., 2014; RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2015).

Há maior deslocamento segmentar postural (cabeça e ombro) da referência vertical em crianças à medida que crescem, devido as modificações das proporções corporais e compensações em busca de equilíbrio (ASHER, 1976; CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017; LAFOND et al., 2007), o que vem a corroborar com o observado no presente estudo. Ainda, é sabido, que durante a infância e a adolescência, período de crescimento, muitas transformações de ordem psicológica, afetiva e social ocorrem, as quais são importantes para o desenvolvimento do indivíduo (DETSCH; CANDOTTI, 2001), e que por vezes podem resultar na adoção de posturas mais “fechadas”, fato esse que também poderia justificar os achados relacionados a postura do ombro, mas que ainda carece de investigações para correta elucidação (RUIVO; PEZARAT-CORREIA; CARITA, 2015).

Além disso, existe uma possível associação da rotação medial do ombro com a abdução escapular, o que poderia colaborar para o direcionamento postural relacionado a protusão dos ombros (ASHER, 1976). Tal associação denotaria o envolvimento de outras estruturas e planos anatômicos de avaliação não abarcados pela imagem fotogramétrica adquirida isoladamente no plano sagital conforme realizado no presente estudo, podendo sugerir uma limitação e indicar a necessidade de cautela na extrapolação de nossos

achados, bem como a necessidade de estudos que investiguem e proponham uma forma mais adequada de avaliar tal variável postural.

Em relação a coluna vertebral, pode-se observar que cada região parece sofrer influências distintas. Cabe salientar o fato de que mudanças nas curvaturas de uma região da coluna tendem a acarretar mudanças nas adjacentes ou distantes da localização da mudança original (CZAPROWSKI et al., 2017; KIM et al., 2015). Sabe-se que o padrão ouro avaliativo para a coluna vertebral é o ângulo Cobb, mensurado em imagem radiográfica (ZAINA et al., 2012). Embora no presente estudo não tenha sido utilizado radiografia, os valores angulares referentes as curvaturas da coluna vertebral, fornecidos pelo *software* DIPA<sup>®</sup>, possuem validade confirmada em relação ao padrão ouro, com erro de medida inferior a 1° (FURLANETTO et al., 2017).

Em uma recente revisão sistemática os valores normativos para avaliação em radiografias propostos para o ângulo da curvatura dorsal sugerem um aumento da curvatura de acordo com a idade (FURLANETTO et al., 2018). Esse resultado se assemelha ao observado no presente estudo, no entanto os valores normativos propostos por Furlanetto et al. (2018) abarcam um intervalo de aproximadamente 10°, o que difere substancialmente do intervalo encontrado no presente estudo, de 20° entre os limites superior e inferior. Em relação ao ângulo da curvatura lombar, os valores entre ambos os estudos parecem se assemelhar, embora na revisão sistemática tenham sido sumarizadas as informações levando em consideração o fator faixa etária, o qual observamos que não exerce influência.

Os fatores avaliados não apresentaram efeitos estatisticamente significativos no **ângulo da curvatura cervical**, o qual passa a ter valores normativos generalizados para crianças e adolescentes (valor normativo: 30,8°-50,6°), tendo sua constância angular durante o crescimento já sido descrita na literatura (CAMARGO; DE OLIVEIRA; FUJISAWA, 2017), uma vez que é a primeira curvatura a se estabilizar (GRABARA; BIENIEC; NAWROCKA, 2017).

Em contrapartida, o **ângulo da curvatura dorsal** parece sofrer um efeito pequeno mas estatisticamente significativo resultante da interação dos fatores faixa etária e sexo ( $r=0,12$ ). Para ambos os sexos o comportamento da variação angular é semelhante, ou seja, há um aumento em relação a comparação dos 7 a 9 anos (valor normativo: menino=33,2°-50,4°; menina=26,1°-45,3°) com os 10 a 14 anos (valor normativo: menino=36,8°-52,8°; menina=33,8°-52,2°), e após, na comparação com os 15 a 17 anos há uma diminuição (valor normativo: menino=34°-52,8°; menina=27,4°-46°), voltando os

valores médios a ficarem muito próximos do que era apresentado na faixa etária de 7 a 9 anos, sendo observados sempre valores médios maiores em meninos, o que diverge do observado em radiografias por Cil et al. (2005), que verificaram o comportamento inverso relacionado as faixa etárias. Nossos achados vem a corroborar com o encontrado por Poussa et al. (2005), que estudaram o desenvolvimento da postura da coluna vertebral em uma coorte de 1060 indivíduos (11 a 22 anos). Nesse estudo os autores utilizaram um pantógrafo para avaliação e verificaram que a cifose torácica foi mais proeminente em indivíduos do sexo masculino em todas as idades, contudo, observaram um progressivo aumento com a idade, fato esse que destoa dos achados no presente estudo. Não obstante, mais estudos observaram o mesmo comportamento achado no presente estudo relacionado a essa variável no que se refere a influência dos fatores sexo e faixa etária (DOLPHENS et al., 2013a; DRZAŁ-GRABIEC; SNELA; TRUSZCZYŃSKA, 2016; WIDHE, 2001).

O fator sexo também exerce um efeito pequeno e estatisticamente significativo sobre o **ângulo da curvatura lombar** ( $r=0,13$ ), onde as meninas (valor normativo: 35,9°-44,1°) apresentam ângulos e variações angulares maiores que os meninos (valor normativo: 34,9°-41,9°), que vem ao encontro do observado por Poussa et al. (2005), Dolphens et al. (2013) e por Grabara, Bieniec, Nawrocka (2017). Entretanto, esses últimos autores também observaram em seu estudo a influência do fator faixa etária (GRABARA; BIENIEC; NAWROCKA, 2017). O mesmo comportamento é observado em relação a pelve, suportando o já evidenciado na literatura de que há relação direta entre esses dois segmentos (BERESOSKI et al., 2016).

No que diz respeito a **posição da pelve**, há um pequeno e estatisticamente significativo efeito do fator sexo ( $r=0,17$ ), sendo observado valor angular médio maior em meninas (valor normativo: 9,8°-19,6°) do que em meninos (valor normativo: 7,8°-17,4°), conforme já esperado segundo a literatura (DETSCH et al., 2007). Contudo, esperava-se encontrar efeito sendo exercido pelo fator faixa etária, uma vez que normalmente é observado em crianças até os nove anos de idade a anteversão pélvica, tendendo após isso a pelve a adotar angulações menores (DETSCH et al., 2007; DETSCH; CANDOTTI, 2001). Apesar de não ter sido observada influência estatisticamente significativa do fator faixa etária, ao analisarmos qualitativamente os valores médios apresentados, observamos que realmente são discretamente maiores até os nove anos (7 a 9 anos= $14,4\pm 5,0^\circ$ ; 10 a 14 anos= $13,7\pm 5,0^\circ$ ; 15 a 17 anos= $12,9\pm 4,8^\circ$ ).

A **postura do joelho** parece sofrer um efeito estatisticamente significativo, porém pequeno, dos fatores sexo e faixa etária ( $r=0,13$ ), o qual não foi possível detectar nas análises com o desdobramento *post hoc* devido a sua sutileza. No entanto, ao serem verificados os valores médios, pode-se observar comportamentos distintos para os sexos em relação a faixa etária. Nos meninos parece haver uma diminuição e depois um aumento. Já para as meninas acontece o oposto, há um aumento e depois uma diminuição. No que concerne a essa variável, indica-se cautela nas interpretações dos resultados do presente estudo, uma vez que o posicionamento femoral (rotações) pode fazer com que haja modificação da localização dos pontos anatômicos de interesse demarcados no plano sagital e com isso repercutir em análises com valores equivocados. Ishida e Kuwajima (2001) observaram que há variação do ângulo de anteversão do colo femoral em radiografias ao compararem bebês ( $30^\circ$  a  $60^\circ$ ), crianças ( $25^\circ$  a  $30^\circ$ ) e adultos ( $12^\circ$  a  $15^\circ$ ). Então, a exemplo, uma rotação interna femoral possivelmente irá fazer com que o trocânter maior do fêmur fique mais exposto e com que a tuberosidade do côndilo lateral do fêmur direito fique direcionada mais acima e anteriormente, fazendo com que a composição angular juntamente com o maléolo lateral resulte em ângulos menores, que podem ser sugestivos de uma postura do joelho em flexão, mas que na verdade poderiam não ser, necessitando de um olhar cauteloso por parte do avaliador. Essa é uma limitação inerente as avaliações com fotogrametria, independente do *software* utilizado, pois está relacionada a avaliação em um único plano (sagital), sem considerar as possíveis rotações (plano transversal).

Ainda sobre os fatores que parecem interferir na postura corporal, alguns autores sugerem que o índice de massa corporal pode ser o determinante mais consistente do desenvolvimento da postura sagital, pois acredita-se que a adiposidade cause deformação plástica das estruturas espinopélvicas nos estágios iniciais da vida, permitindo o rastreamento de padrões sagitais específicos ao longo da vida (ARAÚJO et al., 2017; ARAUJO; LUCAS, 2014). Assim, sugere-se que estudos futuros realizem a comparação dos valores normativos indicados no presente estudo com achados de indivíduos que apresentem índice de massa corporal não compatível com os intervalos de normalidade propostos na literatura (OMS, 2007), a fim de verificar a veracidade da influência de tal fator, uma vez que o presente estudo se limitou a propor os valores normativos para indivíduos com índice de massa corporal considerado normal.

Tendo em consideração os fatos levantados na literatura de que a identificação de alterações nas formas da coluna vertebral, bem como na estatura e massa corporal podem

fornecer evidências de mudanças fenotípicas ocorridas ao longo do tempo (MROZKOWIAK; WALICKA-CUPRYS; MAGNON, 2018), há indícios que suportem a alegação de que é necessário atualizar os valores normativos de tempos em tempos (MROZKOWIAK; WALICKA-CUPRYS; MAGNON, 2018), uma vez que a postura acaba por se modificar continuamente (GRABARA; BIENIEC; NAWROCKA, 2017). O que passa a ser sugestivo da necessidade da condução de estudos semelhantes a este daqui algum certo período.

No que se refere as limitações do presente estudo, carece de investigação das propriedades psicométricas (validade, repetibilidade e reprodutibilidade) no protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup> para crianças e adolescentes, as variáveis posição da cabeça, postura do ombro, ângulo da curvatura cervical, posição da pelve e postura dos joelhos, fato esse que denota cautela na extrapolação dos achados.

Salienta-se, com relação a validade interna do estudo, no que se refere a qualidade do planejamento e de sua execução, incluindo a coleta e análise dos dados, que foram controlados os fatores intervenientes viáveis visando minimizar ao máximo possíveis erros e/ou vieses durante sua condução (a exemplo, o índice de massa corporal e a prática de atividade física de forma competitiva por parte da amostra, a rigorosa e elevada capacitação da equipe avaliadora, o uso de técnica de fotogrametria válida e reprodutível e a codificação das imagens, bem como a tabulação dos dados por pesquisador externo a equipe avaliadora). E, acerca da validade externa, chama-se a atenção para a representatividade da amostra, tanto em questão de tamanho, por respeitar um cálculo amostral pré-estabelecido (relacionado a cautela tida no planejamento do estudo conforme mencionado em relação a validade interna), quanto pelo recrutamento em termos da origem populacional. Tais aspectos tornam possíveis as inferências dos achados do presente estudo para a população gaúcha, ou seja, os valores normativos propostos podem ser tidos como referenciais a crianças e adolescentes do Rio Grande do Sul. Contudo, deve-se ter certa cautela ao adotá-los para a região Sul do Brasil, e mais ainda para o Brasil como um todo, uma vez que não foi verificada a influência regional e cultural sob as variáveis posturais, fato esse que passa a ser uma limitação do estudo e sugestão para estudos futuros.

## 2.5 CONCLUSÃO

Diante do conhecimento dos fatores que influenciam cada variável postural isoladamente, pode-se concluir que os valores médios com seus desvios padrões (intervalo concebido entre os valores dos percentis 15% e 85%) podem ser considerados como normativos para o estado do Rio Grande do Sul e poderão subsidiar qualquer *software* de avaliação postural que utilize os mesmos pontos anatômicos e procedimentos matemáticos para obtenção dos valores angulares.

Espera-se que, com a proposição de valores normativos haja maior embasamento científico na conduta de pesquisas bem como na prática clínica, de forma a facilitar a identificação precoce de alterações posturais de crianças e adolescentes. Bem como, que o mapeamento postural dos escolares gaúchos possa repercutir na importância da triagem postural na saúde primária para identificar alterações e em programas educativos, que enfatizem a postura da criança e do adolescente.

## FINANCIAMENTO

Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - bolsa de doutorado do Programa de Excelência Acadêmica (PROEX).

## REFERÊNCIAS

- ALEIXO, A. A. et al. Influência do sobrepeso e da obesidade na postura , na praxia global e no equilíbrio de escolares. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 22, n. 2, p. 239–245, 2012.
- AMICO, M. D.; KINEL, E.; RONCOLETTA, P. Normative 3D opto-electronic stereophotogrammetric posture and spine morphology data in young healthy adult population. **PLOS One**, v. 12, n. 6, p. 01–31, 2017.
- ARAÚJO, F. A. et al. Defining patterns of sagittal standing posture in girls and boys of school age. **Physical Therapy**, v. 97, n. 2, p. 258–267, 2017.
- ARAÚJO, F.; LUCAS, R. What do we know about the determinants of sagittal standing posture? **OA Musculoskeletal Medicine**, v. 2, n. 2, p. 01–06, 2014.
- ARNAL, J.; RINCÓN, D.; LATORRE, A. **Investigación educativa: fundamentos y metodologías**. Madrid: Labor, 1994.
- ASHER, C. **Variações de postura na criança**. São Paulo: Manole, 1976.
- AZEVEDO, L. A. DE P. **Análise da postura pela fotogrametria em escolares**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2012.
- BAPTISTA, C. R. J. A. et al. Postural alignment in children with Duchenne muscular dystrophy and its relationship with balance. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 2, p. 119–126, 2014.
- BARRETT, E.; MCCREESH, K.; LEWIS, J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review. **Manual Therapy**, v. 19, n. 1, p. 10–17, 2014.
- BATISTÃO, M. V. et al. Posture and musculoskeletal pain in eutrophic, overweighted, and obese students . A cross-sectional study. **Motriz**, v. 20, n. 2, p. 192–199, 2014.
- BERESOSKI, C. M. et al. Characterization of lumbar angle , pelvic sagittal balance and flexibility in preschoolers. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, n. 358, p. 1–5, 2016.
- BOLZAN, G. DE P. et al. Tipo facial e postura de cabeça de crianças respiradoras nasais e orais. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n. 4, p. 315–320, 2011.
- BRAZ, R. G.; GOES, F. P. D. C.; CARVALHO, G. A. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 21, n. 3, p. 117–126, 2008.
- CAMARGO, M. Z. **Alinhamento postural da coluna no plano sagital de crianças eutróficas e acima do peso em fase pré-escolar e escolar: estudo longitudinal**. [s.l.] Universidade Estadual de Londrina, 2018.
- CAMARGO, M. Z.; DE OLIVEIRA, M. R.; FUJISAWA, D. S. Evolution of postural alignment in preschool and school phases: a longitudinal study. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 23, n. 2, p. e101779, 2017.
- CIL, A. et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. **Spine**, v. 30, n. 1, p. 93–100, 2005.
- COELHO, J. J. et al. Influência do perfil nutricional e da atividade física na postura de crianças e adolescentes. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 136–142, 2013.
- COELHO, J. J. et al. Influência da flexibilidade e sexo na postura de escolares. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 3, p. 223–228, 2014.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd Editio ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1988.
- CURETON JÚNIOR, T. K. Bodily posture as an indicator of fitness. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**,

- v. 12, n. Suplemento 2, p. 348–367, 1941.
- CZAPROWSKI, D. et al. The influence of the “straighten your back” command on the sagittal spinal curvatures in children with generalized joint hypermobility. **BioMed research international**, 2017.
- DA ROSA, B. N. et al. Monitoring the prevalence of postural changes in schoolchildren. **The Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, p. 326–331, 2016.
- DE PÁDUA, M.; SAUER, J. F.; JOÃO, S. M. A. Quantitative postural analysis of children with congenital visual impairment. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 1, p. 62–70, 2018.
- DETSCH, C. et al. Prevalência de alterações posturais em escolares do ensino médio em uma cidade no Sul do Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 21, n. 4, p. 231–238, 2007.
- DETSCH, C.; CANDOTTI, C. T. A incidência de desvios posturais em meninas de 6 a 17 anos da cidade de Novo Hamburgo. **Movimento**, v. 7, n. 15, p. 43–56, 2001.
- DIEBO, B. G. et al. Sagittal alignment of the spine: What do you need to know? **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 139, p. 295–301, 1 dez. 2015.
- DOLPHENS, M. et al. A clinical postural model of sagittal alignment in young adolescents before age at peak height velocity. **European Spine Journal**, v. 21, n. 11, p. 2188–2197, 2012a.
- DOLPHENS, M. et al. Sagittal standing posture and its association with spinal pain: A school-based epidemiological study of 1196 flemish adolescents before age at peak height velocity. **Spine**, v. 37, n. 19, p. 1657–1666, 2012b.
- DOLPHENS, M. et al. Gender differences in sagittal standing alignment before pubertal peak growth: the importance of subclassification and implications for spinopelvic loading. **Journal of Anatomy**, v. 223, n. 6, p. 629–640, 2013a.
- DOLPHENS, M. et al. Classification system of the normal variation in sagittal standing plane alignment: A study among young adolescent boys. **Spine**, v. 38, n. 16, p. 1003–1012, 2013b.
- DOLPHENS, M. et al. Coronal plane trunk asymmetry is associated with whole-body sagittal alignment in healthy young adolescents before pubertal peak growth. **European Spine Journal**, v. 27, p. 448–457, 2018.
- DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 52, p. 377–384, 1998.
- DRZAŁ-GRABIEC, J.; SNELA, S.; TRUSZCZYŃSKA, A. The development of anterior-posterior spinal curvature in children aged 7–12 years. **Biomedical Human Kinetics**, v. 8, p. 72–82, 2016.
- DRZAŁ-GRABIEC, J.; WALICKA-CUPRYŚ, K.; TRUSZCZYŃSKA-BASZAK, A. The influence of applied research methods on the frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures. **Postępy Rehabilitacji**, v. 4, p. 41–46, 2013.
- DUARTE, M. et al. **Documentação sobre o SAPO - Software para avaliação postural**. Disponível em: <<http://demotu.org/sapo2/SAPDoc.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2019.
- DUNK, N. M.; LALONDE, J.; CALLAGHAN, J. P. Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 28, p. 386–392, 2005.
- FORTIN, C. et al. Validity of a quantitative clinical measurement tool of trunk posture in idiopathic scoliosis. **Spine**, v. 35, n. 19, p. 988–994, 2010.

- FURLANETTO, T. S. et al. Fidedignidade de um protocolo de avaliação postural. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 22, n. 3, p. 411–419, 2011.
- FURLANETTO, T. S. et al. Validating a postural evaluation method developed using a Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 108, n. 1, p. 203–212, 2012.
- FURLANETTO, T. S. et al. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: a systematic review. **World Journal of Orthopedics**, v. 7, n. 2, p. 136–148, 2016.
- FURLANETTO, T. S. et al. Development and validation of prediction equations for spinal curve angles based on skin surface measurements. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 9, p. 692–699, 2017.
- FURLANETTO, T. S. et al. Reference values for Cobb angles when evaluating the spine in the sagittal plane: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 14, n. 2–3, p. 115–128, 2018.
- GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3 ed ed. São Paulo: Phorte, 2005.
- GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.
- GRABARA, M.; BIENIEC, A.; NAWROCKA, A. Spinal curvatures of children and adolescents - a cross-sectional study. **Biomedical Human Kinetics**, v. 9, n. 1, p. 69–74, 2017.
- GRABARA, M.; PSTRAGOWSKA, D. Estimation of the body posture in girls and boys related to their body mass index (BMI). **Medycyna Sportowa**, v. 24, n. 4, p. 231–239, 2008.
- GRIMMER, K. A.; WILLIAMS, M. T.; GILL, T. K. The associations between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. **Spine**, v. 24, n. 21, p. 2262–2267, 1999.
- HAZAR, Z.; KARABICAK, G. O.; TIFTIKCI, U. Reliability of photographic posture analysis of adolescents. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, p. 3123–3126, 2015.
- HIGGINS, J.; GREEN, S. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l: s.n.].
- ISHIDA, A.; KUWAJIMA, S. S. Desenvolvimento postural dos membros inferiores na criança. In: BARROS, T. E. P.; LENCH, O. (Eds.). **Exame físico em ortopedia**. 2 ed ed. São Paulo: Sarvier, 2001. p. 301–308.
- IUNES, D. H. et al. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 13, n. 4, p. 308–315, 2009.
- KENDALL, F.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções**. São Paulo: Manole, 2007.
- KIM, J. H. et al. Anterior cervical discectomy and fusion alters whole-spine sagittal alignment. **Yonsei Medical Journal**, v. 56, n. 4, p. 1060–70, jul. 2015.
- KRAWCZKY, B.; PACHECO, A. G.; MAINENTI, M. R. M. A systematic review of the angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: a proposal for reference values. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 37, n. 4, p. 1–7, 2007.
- LAFOND, D. et al. Postural development in school children: a cross-sectional study. **Chiropractic & Osteopathy**, v. 7, p. 1–7, 2007.
- MALTA, M. et al. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Rev Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559–565, 2010.

MCEVOY, M. P.; GRIMMER, K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 6, n. 35, p. 1–10, 2005.

MIRANDA, V. P. N. et al. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutróficos do sexo feminino com ou sem adequação de gordura corporal. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 1, p. 78–84, 2014.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Physical Fitness and Performance**, v. 34, n. 4, p. 689–694, 2002.

MONTICONE, M. et al. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. **European Spine Journal**, v. 23, n. 6, p. 1204–1214, 2014.

MROZKOWIAK, M.; WALICKA-CUPRYS, K.; MAGNON, G. Comparison of body posture in children depending on the age of starting school education - A pilot study. **Med Sci Monit**, v. 24, n. July, p. 4489–4500, 2018.

NISSINEN, M. J. et al. Development of trunk asymmetry in a cohort of children ages 11 to 22 years. **Spine**, v. 25, n. 5, p. 570–574, 2000.

PAUSIC, J.; PEDISIC, Z.; DIZDAR, D. Reliability of a photographic method for assessin standing posture of elementary school students. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 33, n. 6, p. 425–431, 2010.

PENHA, P. J. et al. Posture alignment of adolescent idiopathic scoliosis: photogrammetry in scoliosis school screening. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 6, p. 441–451, 2017.

PENHA, P. J.; BALDINI, M.; JOÃO, S. M. A. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8-year-old children. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 32, n. 2, p. 154–159, 2009.

PENHA, P. J.; JOÃO, S. M. A. Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos. **Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos**, v. 15, n. 4, p. 387–391, 2008.

PIVOTTO, L. R. et al. Frontal-Mental Line Inclination Test for assessment of cervical curvature: validation and applicability. **Fisioterapia em Movimento**, v. 32, n. e003209, p. 1–10, 2019.

PORTO, A. B.; OKAZAKI, V. H. A. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: a review of normative values and reliability. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 8, p. 712–723, 2018.

POUSSA, M. S. et al. Development of spinal posture in a cohort of children from the age of 11 to 22 years. **European Spine Journal**, v. 14, n. 88, p. 738–742, 2005.

RAINE, S.; TWOMEY, L. Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. **Australian Physiotherapy**, v. 49, n. 1, p. 25–32, 1994.

RIBEIRO, A. F. M. et al. Reference values for human posture measurements based on computerized photogrammetry: a systematic review. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 3, p. 156–168, 2017.

RIES, L. G. K. et al. Peso da mochila escolar, sintomas osteomusculares e alinhamento postural de escolares do ensino fundamental. **Terapia Manul**, v. 9, n. 43, p. 190–196, 2011.

ROTHMAN, K. J.; GREENLAND, S.; LASH, T. L. **Epidemiologia moderna**. 3 ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 4, p. 364–371,

2014.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 38, n. 1, p. 74–80, 2015.

SCHLÖSSER, T. P. C. et al. Natural sagittal spino-pelvic alignment in boys and girls before, at and after the adolescent growth spurt. **European Spine Journal**, v. 24, n. 6, p. 1158–1167, 2015.

SEDREZ, J. A.; CANDOTTI, C. T. Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 100–111, 2013.

SOUZA, J. A. et al. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 4, p. 299–305, 2011.

STOLINSKI, L. et al. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years. **Scoliosis and Spinal Disorders**, v. 12, n. 38, p. 1–24, 2017.

STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. **JAMA**, v. 283, n. 25, p. 2008–2012, 2000.

TURRA, P.; NICHELE, L. F. I.; BADARÓ, A. F. V. Caracterização da postura corporal de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Neurociência**, v. 23, n. 3, p. 376–382, 2015.

VON ELM, E. et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. **BMJ**, v. 335, p. 806–808, 2007.

VRTOVEC, T.; PERNUŠ, F.; LIKAR, B. A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature. **European Spine Journal**, v. 18, n. 5, p. 593–607, 2009.

VU-NGOC, H. et al. Quality of flow diagram in systematic review and/or meta-analysis. **PLOS One**, v. 13, n. 6, p. 01–16, 2018.

WIDHE, T. Spine: Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. **European Spine Journal**, v. 10, p. 118–123, 2001.

ZAINA, F. et al. How to measure kyphosis in everyday clinical practice: a reliability study on different methods. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 176, p. 264–267, 2012.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos estudos realizados, foi possível: (a) conhecer as informações disponíveis até o momento sobre as metodologias angulares existentes para avaliar a postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital através da fotogrametria (Capítulo 1); (b) conhecer a influência dos fatores sexo, faixa etária e nível de maturação biológica sobre as variáveis posturais (Capítulo 2); (c) propor valores normativos para as variáveis posturais, por meio de metanálise (Capítulo 1) e/ou por meio das inferências do estudo transversal (Capítulo 2).

Existem várias metodologias para avaliar a postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital de forma angular através da fotogrametria, assim como, diversos são os segmentos corporais alvo de estudo. Diante disso, destaca-se que é possível avaliar o ângulo do olhar (ângulo formado pela união dos pontos anatômicos canthus, tragus e a vertical). Também, é possível avaliar a posição da cabeça (ângulo formado pela união dos pontos anatômicos tragus – meato acústico externo, processo espinhoso da sétima vértebra cervical e a horizontal), a qual segundo o estudo transversal sofre influência do fator faixa etária, sendo os valores normativos para a população gaúcha estratificados em: 7 a 9 anos – 44° a 54,6°, 10 a 14 anos – 43,7° a 54,1°, e, 15 a 17 anos – 46,4° a 56,6°.

Pode-se avaliar a posição do ombro (ângulo formado pela união dos pontos anatômicos processo espinhoso da sétima vértebra cervical, acrômio e a horizontal), a qual segundo o estudo transversal também sofre a influência do fator faixa etária, sendo os valores normativos para a população gaúcha em indivíduos de 7 a 9 anos compreendidos entre 52,7° a 76,3°, de 10 a 14 anos entre 57,3° a 81,1°, e, de 15 a 17 anos entre 58,9° a 85,9°.

Referente a coluna vertebral, o ângulo da curvatura cervical não sofre influência dos fatores avaliados (sexo, faixa etária e maturação biológica), sendo os valores normativos para a população gaúcha dados entre 30,8° e 50,6°. Já, o ângulo da curvatura dorsal, tem influência dos fatores sexo e faixa etária, ficando os valores normativos para população gaúcha estratificados em: Meninos - 7 a 9 anos – 33,2° a 50,4°, 10 a 14 anos – 36,8° a 52,8°, e, 15 a 17 anos – 34° a 52,8°; Meninas - 7 a 9 anos – 26,1° a 45,3°, 10 a 14 anos – 33,8° a 52,2°, e, 15 a 17 anos – 27,4° a 46°. E, o ângulo da curvatura lombar, apenas difere entre os sexos, onde para meninos o valor normativo é entre 34,9° e 41,9° e para meninas é de 35,9° a 44,1°.

O alinhamento sagital ou inclinação da pelve (ângulo formado pela união dos pontos anatômicos da espinha íliaca anterossuperior, espinha íliaca pósterio-superior e a horizontal), pode ser avaliado por meio da fotogrametria, o qual na população gaúcha parece sofrer a influência do fator sexo, sendo os valores normativos para meninos compreendidos entre 7,8° e 17,4° e para meninas entre 9,8° e 19,6°. Contudo, não parece sofrer influência dos fatores faixa etária e nível de maturação biológica. Porém, ao ser conduzida metanálise referente as informações e dados angariados pela revisão sistemática (Capítulo 1), o agrupamento possível deu-se em função da faixa etária, e, por consequência, a proposição dos valores normativos parece ter seus valores entre 12,4° e 14,9° para faixa etária de sete a nove anos, e, entre 12,3° e 13,6°, para a faixa etária de 10 a 14 anos. Chama atenção o fato de que os estudos agrupados todos foram conduzidos no estado de São Paulo, o que pode sugerir que talvez de acordo com a região do país ocorram influências de fatores diferentes, fazendo-se necessária a condução de novos estudos visando verificar tal questão.

A posição do joelho ou ângulo do membro inferior (formado pela união dos pontos anatômicos do trocânter maior do fêmur, cabeça da fíbula [revisão sistemática]/tuberosidade do côndilo lateral do fêmur direito [estudo transversal] e maléolo lateral), parece ser afetada pelos fatores sexo e faixa etária segundo o estudo transversal, sendo seus valores normativos estratificados para a população gaúcha em: Meninos - 7 a 9 anos – 167,1° a 179,1°, 10 a 14 anos – 167,7° a 176,9°, e, 15 a 17 anos – 169,5° a 178,5°; Meninas - 7 a 9 anos – 168,3° a 178,1°, 10 a 14 anos – 170,1° a 179,7°, e, 15 a 17 anos – 168,5° a 179,3°.

Já, o alinhamento vertical do tronco (revisão sistemática: ângulo formado entre os pontos anatômicos do acrômio, trocânter maior do fêmur e a vertical; estudo transversal não avaliado, pois no *software* DIPA é denominado equilíbrio postural ântero-posterior do tronco ou teste vertical do tronco e leva em consideração a distância horizontal em centímetros da sexta vértebra torácica até a linha vertical que é paralela ao fio de prumo e parte da segunda vértebra sacral), abordado apenas na revisão sistemática, apresenta valores normativos entre 2,1° a 2,6° para a faixa etária de 10 a 14 anos, carecendo de informações para as demais faixas etárias bem como sobre a influência real desse e de outros fatores, tais como sexo e pico de velocidade de crescimento. Recomenda-se cautela na extrapolação de tais achados, uma vez que os estudos agrupados foram conduzidos exclusivamente no estado de São Paulo.

Diante do exposto, os achados dessa tese vêm a contribuir com o embasamento das metodologias avaliativas das variáveis posturais angulares avaliadas no plano sagital, bem como com os valores normativos, os quais podem subsidiar qualquer *software* de avaliação postural que utilize os mesmos pontos anatômicos e procedimentos matemáticos para obtenção dos valores angulares. Não obstante, no que diz respeito aos profissionais da área da saúde, passará a facilitar a identificação precoce de alterações posturais em crianças e adolescentes após a implementação dos achados no protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup>, uma vez que o mesmo é disponibilizado gratuitamente na internet.

Salienta-se a necessidade da realização de novos estudos que abordem a influência dos fatores que não foram considerados (índice de massa corporal, prática de atividade física competitiva, influências regionais e/ou culturais, dentre outros). Assim como, que sejam conduzidos estudos visando investigar os valores normativos das variáveis posturais no plano sagital que não foram contempladas na presente tese, quer sejam dadas de forma angular ou linear (por meio de distâncias), levando em consideração possíveis fatores intervenientes (a exemplo, além dos anteriormente citados, a composição corporal).

## DIFICULDADES E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

Acerca do Capítulo 1, aponta-se como limitação a dificuldade de sumarização das evidências, uma vez que há metodologias muito distintas sendo utilizadas para avaliação de uma mesma variável postural. Soma-se ainda, o fato de que as metanálises conduzidas ficaram restritas a estudos que foram realizados no estado de São Paulo, assim como seus agrupamentos e estratificações só foram viáveis levando em consideração a faixa etária. Contudo, ressalta-se que a partir da revisão sistemática não é possível conhecer o efeito desse fator (faixa etária) sobre as variáveis posturais metanalisadas.

No que tange ao Capítulo 2, aponta-se como dificuldade inicial a aceitação por parte das escolas na participação do projeto. Em algumas regiões, onde não se tinha vínculo e/ou contato prévio de conhecidos ou intermediários no processo, houve a necessidade de contatar mais de uma escola e, por vezes, em mais de uma cidade até que fosse obtido êxito. Superado isso, a dificuldade seguinte se deu em relação a disponibilidade de recursos financeiros e de tempo em comum da equipe avaliadora para as viagens, as quais por vezes envolveram mais de um dia em cidades distando até aproximadamente 650km de Porto Alegre, repercutindo em falta a aulas e/ou trabalho, gastos para além de transporte, como em hospedagem e alimentação (todos arcados pela pesquisadora principal).

Ainda, a vontade e a disponibilidade de participação por parte dos escolares, bem como o aval por seus responsáveis, se fizeram presentes e por vezes foram empecilhos na condução do estudo. Em alguns casos, houve extravio por parte das crianças e adolescentes do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, onde os mesmos no dia da realização da avaliação não o apresentavam, fato esse que inviabilizava diretamente a participação no estudo.

## PERSPECTIVAS

Após a finalização desta tese, tendo cumprido os objetivos inicialmente propostos, inúmeras perspectivas surgem. Inicialmente, entende-se que é necessária a divulgação dos estudos que compõe a tese no meio científico, por meio de publicações em congressos e em eventos relacionados à área, e por meio de artigos científicos, visando com isso, a disseminação do conhecimento gerado.

Além disso, pensa-se em inserir no protocolo e *software* DIPA<sup>®</sup> a avaliação do ângulo do olhar, já que tal variável ainda não se encontra contemplada e pode ser mais uma informação a complementar a avaliação e laudo postural. E, principalmente, em inserir os valores normativos encontrados no presente estudo, para que os laudos posturais a serem gerados venham a fornecer maiores e melhores subsídios avaliativos na avaliação postural no plano sagital de crianças e adolescentes. Também nesse sentido, que sejam realizadas as investigações acerca das propriedades psicométricas das variáveis que ainda não apresentam tais informações aferidas.

Por fim, não está plenamente respondido o questionamento acerca dos fatores que podem influenciar a postura corporal de crianças e adolescentes no plano sagital, dessa forma ainda se fazem necessários estudos que verifiquem a influência de fatores orgânicos/biológicos e ambientais não contemplados no presente estudo (a exemplo, o índice de massa corporal e a composição corporal, a prática de atividade física de forma competitiva, as diferenças regionais e culturais).

## REFERÊNCIAS REFERENTES À INTRODUÇÃO GERAL

- ALEIXO, A. A. et al. Influência do sobrepeso e da obesidade na postura , na praxia global e no equilíbrio de escolares. **Revista Brasileira de Crescimento e Desenvolvimento Humano**, v. 22, n. 2, p. 239–245, 2012.
- AMICO, M. D.; KINEL, E.; RONCOLETTA, P. Normative 3D opto-electronic stereophotogrammetric posture and spine morphology data in young healthy adult population. **PLOS One**, v. 12, n. 6, p. 01–31, 2017.
- ARAÚJO, F. A. et al. Defining patterns of sagittal standing posture in girls and boys of school age. **Physical Therapy**, v. 97, n. 2, p. 258–267, 2017.
- ARAÚJO, F.; LUCAS, R. What do we know about the determinants of sagittal standing posture? **OA Musculoskeletal Medicine**, v. 2, n. 2, p. 01–06, 2014.
- ARNAL, J.; RINCÓN, D.; LATORRE, A. **Investigación educativa: fundamentos y metodologías**. Madrid: Labor, 1994.
- ASHER, C. **Variações de postura na criança**. São Paulo: Manole, 1976.
- AZEVEDO, L. A. DE P. **Análise da postura pela fotogrametria em escolares**. [s.l.] Universidade Estadual Paulista, 2012.
- BAPTISTA, C. R. J. A. et al. Postural alignment in children with Duchenne muscular dystrophy and its relationship with balance. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 2, p. 119–126, 2014.
- BARRETT, E.; MCCREESH, K.; LEWIS, J. Reliability and validity of non-radiographic methods of thoracic kyphosis measurement: A systematic review. **Manual Therapy**, v. 19, n. 1, p. 10–17, 2014.
- BATISTÃO, M. V. et al. Posture and musculoskeletal pain in eutrophic, overweighted, and obese students . A cross-sectional study. **Motriz**, v. 20, n. 2, p. 192–199, 2014.
- BERESOSKI, C. M. et al. Characterization of lumbar angle , pelvic sagittal balance and flexibility in preschoolers. **Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal**, v. 14, n. 358, p. 1–5, 2016.
- BOLZAN, G. DE P. et al. Tipo facial e postura de cabeça de crianças respiradoras nasais e orais. **Jornal da Sociedade Brasileira de Fonoaudiologia**, v. 23, n. 4, p. 315–320, 2011.
- BRAZ, R. G.; GOES, F. P. D. C.; CARVALHO, G. A. Confiabilidade e validade de medidas angulares por meio do software para avaliação postural. **Fisioterapia em Movimento**, v. 21, n. 3, p. 117–126, 2008.
- CAMARGO, M. Z. **Alinhamento postural da coluna no plano sagital de crianças eutróficas e acima do peso em fase pré-escolar e escolar: estudo longitudinal**. [s.l.] Universidade Estadual de Londrina, 2018.
- CAMARGO, M. Z.; DE OLIVEIRA, M. R.; FUJISAWA, D. S. Evolution of postural alignment in preschool and school phases: a longitudinal study. **Motriz: Revista de Educação Física**, v. 23, n. 2, p. e101779, 2017.
- CIL, A. et al. The evolution of sagittal segmental alignment of the spine during childhood. **Spine**, v. 30, n. 1, p. 93–100, 2005.
- COELHO, J. J. et al. Influência do perfil nutricional e da atividade física na postura de crianças e adolescentes. **Fisioterapia e Pesquisa**, v. 20, n. 2, p. 136–142, 2013.
- COELHO, J. J. et al. Influência da flexibilidade e sexo na postura de escolares. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 3, p. 223–228, 2014.
- COHEN, J. **Statistical power analysis for the behavioral sciences**. 2nd Editio ed. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Earlbaum Associates, 1988.
- CURETON JÚNIOR, T. K. Bodily posture as an indicator of fitness. **Research Quarterly. American Association for Health, Physical Education and Recreation**,

- v. 12, n. Suplemento 2, p. 348–367, 1941.
- CZAPROWSKI, D. et al. The influence of the “straighten your back” command on the sagittal spinal curvatures in children with generalized joint hypermobility. **BioMed research international**, 2017.
- DA ROSA, B. N. et al. Monitoring the prevalence of postural changes in schoolchildren. **The Journal of Physical Therapy Science**, v. 28, p. 326–331, 2016.
- DE PÁDUA, M.; SAUER, J. F.; JOÃO, S. M. A. Quantitative postural analysis of children with congenital visual impairment. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 1, p. 62–70, 2018.
- DETSCH, C. et al. Prevalência de alterações posturais em escolares do ensino médio em uma cidade no Sul do Brasil. **Revista Panamericana de Salud Pública**, v. 21, n. 4, p. 231–238, 2007.
- DETSCH, C.; CANDOTTI, C. T. A incidência de desvios posturais em meninas de 6 a 17 anos da cidade de Novo Hamburgo. **Movimento**, v. 7, n. 15, p. 43–56, 2001.
- DIEBO, B. G. et al. Sagittal alignment of the spine: What do you need to know? **Clinical Neurology and Neurosurgery**, v. 139, p. 295–301, 1 dez. 2015.
- DOLPHENS, M. et al. A clinical postural model of sagittal alignment in young adolescents before age at peak height velocity. **European Spine Journal**, v. 21, n. 11, p. 2188–2197, 2012a.
- DOLPHENS, M. et al. Sagittal standing posture and its association with spinal pain: A school-based epidemiological study of 1196 flemish adolescents before age at peak height velocity. **Spine**, v. 37, n. 19, p. 1657–1666, 2012b.
- DOLPHENS, M. et al. Gender differences in sagittal standing alignment before pubertal peak growth: the importance of subclassification and implications for spinopelvic loading. **Journal of Anatomy**, v. 223, n. 6, p. 629–640, 2013a.
- DOLPHENS, M. et al. Classification system of the normal variation in sagittal standing plane alignment: A study among young adolescent boys. **Spine**, v. 38, n. 16, p. 1003–1012, 2013b.
- DOLPHENS, M. et al. Coronal plane trunk asymmetry is associated with whole-body sagittal alignment in healthy young adolescents before pubertal peak growth. **European Spine Journal**, v. 27, p. 448–457, 2018.
- DOWNS, S. H.; BLACK, N. The feasibility of creating a checklist for the assessment of the methodological quality both of randomised and non-randomised studies of health care interventions. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 52, p. 377–384, 1998.
- DRZAŁ-GRABIEC, J.; SNELA, S.; TRUSZCZYŃSKA, A. The development of anterior-posterior spinal curvature in children aged 7–12 years. **Biomedical Human Kinetics**, v. 8, p. 72–82, 2016.
- DRZAŁ-GRABIEC, J.; WALICKA-CUPRYŚ, K.; TRUSZCZYŃSKA-BASZAK, A. The influence of applied research methods on the frequency of the appearance of abnormal spinal curvatures. **Postępy Rehabilitacji**, v. 4, p. 41–46, 2013.
- DUARTE, M. et al. **Documentação sobre o SAPO - Software para avaliação postural**. Disponível em: <<http://demotu.org/sapo2/SAPDoc.pdf>>. Acesso em: 9 jun. 2019.
- DUNK, N. M.; LALONDE, J.; CALLAGHAN, J. P. Implications for the use of postural analysis as a clinical diagnostic tool: reliability of quantifying upright standing spinal postures from photographic images. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 28, p. 386–392, 2005.
- FORTIN, C. et al. Validity of a quantitative clinical measurement tool of trunk posture in idiopathic scoliosis. **Spine**, v. 35, n. 19, p. 988–994, 2010.

FURLANETTO, T. S. et al. Fidedignidade de um protocolo de avaliação postural. **Revista de Educação Física/UEM**, v. 22, n. 3, p. 411–419, 2011.

FURLANETTO, T. S. et al. Validating a postural evaluation method developed using a Digital Image-based Postural Assessment (DIPA) software. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, v. 108, n. 1, p. 203–212, 2012.

FURLANETTO, T. S. et al. Photogrammetry as a tool for the postural evaluation of the spine: a systematic review. **World Journal of Orthopedics**, v. 7, n. 2, p. 136–148, 2016.

FURLANETTO, T. S. et al. Development and validation of prediction equations for spinal curve angles based on skin surface measurements. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 9, p. 692–699, 2017.

FURLANETTO, T. S. et al. Reference values for Cobb angles when evaluating the spine in the sagittal plane: a systematic review with meta-analysis. **Motricidade**, v. 14, n. 2–3, p. 115–128, 2018.

GALLAHUE, D. L.; OZMUN, J. C. **Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos**. 3 ed ed. São Paulo: Phorte, 2005.

GALVÃO, T. F.; PEREIRA, M. G. Revisões sistemáticas da literatura: passos para sua elaboração. **Revista Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 23, n. 1, p. 183–184, 2014.

GRABARA, M.; BIENIEC, A.; NAWROCKA, A. Spinal curvatures of children and adolescents - a cross-sectional study. **Biomedical Human Kinetics**, v. 9, n. 1, p. 69–74, 2017.

GRABARA, M.; PSTRAGOWSKA, D. Estimation of the body posture in girls and boys related to their body mass index (BMI). **Medycyna Sportowa**, v. 24, n. 4, p. 231–239, 2008.

GRIMMER, K. A.; WILLIAMS, M. T.; GILL, T. K. The associations between adolescent head-on-neck posture, backpack weight, and anthropometric features. **Spine**, v. 24, n. 21, p. 2262–2267, 1999.

HAZAR, Z.; KARABICAK, G. O.; TIFTIKCI, U. Reliability of photographic posture analysis of adolescents. **Journal of Physical Therapy Science**, v. 27, p. 3123–3126, 2015.

HIGGINS, J.; GREEN, S. **Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions**. [s.l: s.n.].

ISHIDA, A.; KUWAJIMA, S. S. Desenvolvimento postural dos membros inferiores na criança. In: BARROS, T. E. P.; LENCH, O. (Eds.). **Exame físico em ortopedia**. 2 ed ed. São Paulo: Sarvier, 2001. p. 301–308.

IUNES, D. H. et al. Comparative analysis between visual and computerized photogrammetry postural assessment. **Revista Brasileira De Fisioterapia**, v. 13, n. 4, p. 308–315, 2009.

KENDALL, F.; MCCREARY, E. K.; PROVANCE, P. G. **Músculos: provas e funções**. São Paulo: Manole, 2007.

KIM, J. H. et al. Anterior cervical discectomy and fusion alters whole-spine sagittal alignment. **Yonsei Medical Journal**, v. 56, n. 4, p. 1060–70, jul. 2015.

KRAWCZKY, B.; PACHECO, A. G.; MAINENTI, M. R. M. A systematic review of the angular values obtained by computerized photogrammetry in sagittal plane: a proposal for reference values. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 37, n. 4, p. 1–7, 2007.

LAFOND, D. et al. Postural development in school children: a cross-sectional study. **Chiropractic & Osteopathy**, v. 7, p. 1–7, 2007.

MALTA, M. et al. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Rev Saúde Pública**, v. 44, n. 3, p. 559–565, 2010.

MCEVOY, M. P.; GRIMMER, K. Reliability of upright posture measurements in primary school children. **BMC Musculoskeletal Disorders**, v. 6, n. 35, p. 1–10, 2005.

MIRANDA, V. P. N. et al. Maturação somática e composição corporal em adolescentes eutróficos do sexo feminino com ou sem adequação de gordura corporal. **Revista Paulista de Pediatria**, v. 32, n. 1, p. 78–84, 2014.

MIRWALD, R. L. et al. An assessment of maturity from anthropometric measurements. **Physical Fitness and Performance**, v. 34, n. 4, p. 689–694, 2002.

MONTICONE, M. et al. Active self-correction and task-oriented exercises reduce spinal deformity and improve quality of life in subjects with mild adolescent idiopathic scoliosis. Results of a randomised controlled trial. **European Spine Journal**, v. 23, n. 6, p. 1204–1214, 2014.

MROZKOWIAK, M.; WALICKA-CUPRYS, K.; MAGNON, G. Comparison of body posture in children depending on the age of starting school education - A pilot study. **Med Sci Monit**, v. 24, n. July, p. 4489–4500, 2018.

NISSINEN, M. J. et al. Development of trunk asymmetry in a cohort of children ages 11 to 22 years. **Spine**, v. 25, n. 5, p. 570–574, 2000.

PAUSIC, J.; PEDISIC, Z.; DIZDAR, D. Reliability of a photographic method for assessin standing posture of elementary school students. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 33, n. 6, p. 425–431, 2010.

PENHA, P. J. et al. Posture alignment of adolescent idiopathic scoliosis: photogrammetry in scoliosis school screening. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 6, p. 441–451, 2017.

PENHA, P. J.; BALDINI, M.; JOÃO, S. M. A. Spinal postural alignment variance according to sex and age in 7- and 8-year-old children. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 32, n. 2, p. 154–159, 2009.

PENHA, P. J.; JOÃO, S. M. A. Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos. **Avaliação da flexibilidade muscular entre meninos e meninas de 7 e 8 anos**, v. 15, n. 4, p. 387–391, 2008.

PIVOTTO, L. R. et al. Frontal-Mental Line Inclination Test for assessment of cervical curvature: validation and applicability. **Fisioterapia em Movimento**, v. 32, n. e003209, p. 1–10, 2019.

PORTO, A. B.; OKAZAKI, V. H. A. Thoracic kyphosis and lumbar lordosis assessment by radiography and photogrammetry: a review of normative values and reliability. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 41, n. 8, p. 712–723, 2018.

POUSSA, M. S. et al. Development of spinal posture in a cohort of children from the age of 11 to 22 years. **European Spine Journal**, v. 14, n. 88, p. 738–742, 2005.

RAINE, S.; TWOMEY, L. Posture of the head, shoulders and thoracic spine in comfortable erect standing. **Australian Physiotherapy**, v. 49, n. 1, p. 25–32, 1994.

RIBEIRO, A. F. M. et al. Reference values for human posture measurements based on computerized photogrammetry: a systematic review. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 40, n. 3, p. 156–168, 2017.

RIES, L. G. K. et al. Peso da mochila escolar, sintomas osteomusculares e alinhamento postural de escolares do ensino fundamental. **Terapia Manul**, v. 9, n. 43, p. 190–196, 2011.

ROTHMAN, K. J.; GREENLAND, S.; LASH, T. L. **Epidemiologia moderna**. 3 ed ed. Porto Alegre: Artmed, 2011.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Cervical and shoulder postural assessment of adolescents between 15 and 17 years old and association with upper quadrant pain. **Brazilian Journal of Physical Therapy**, v. 18, n. 4, p. 364–371,

2014.

RUIVO, R. M.; PEZARAT-CORREIA, P.; CARITA, A. I. Intrarater and interrater reliability of photographic measurement of upper-body standing posture of adolescents. **Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics**, v. 38, n. 1, p. 74–80, 2015.

SCHLÖSSER, T. P. C. et al. Natural sagittal spino-pelvic alignment in boys and girls before, at and after the adolescent growth spurt. **European Spine Journal**, v. 24, n. 6, p. 1158–1167, 2015.

SEDREZ, J. A.; CANDOTTI, C. T. Métodos não invasivos de avaliação postural da escoliose: uma revisão sistemática. **Motricidade**, v. 9, n. 4, p. 100–111, 2013.

SOUZA, J. A. et al. Biofotogrametria confiabilidade das medidas do protocolo do software para avaliação postural (SAPO). **Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano**, v. 13, n. 4, p. 299–305, 2011.

STOLINSKI, L. et al. Two-dimensional digital photography for child body posture evaluation: standardized technique, reliable parameters and normative data for age 7-10 years. **Scoliosis and Spinal Disorders**, v. 12, n. 38, p. 1–24, 2017.

STROUP, D. F. et al. Meta-analysis of observational studies in epidemiology: a proposal for reporting. **JAMA**, v. 283, n. 25, p. 2008–2012, 2000.

TURRA, P.; NICHELE, L. F. I.; BADARÓ, A. F. V. Caracterização da postura corporal de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Neurociência**, v. 23, n. 3, p. 376–382, 2015.

VON ELM, E. et al. Strengthening the reporting of observational studies in epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies.

**BMJ**, v. 335, p. 806–808, 2007.

VRTOVEC, T.; PERNUŠ, F.; LIKAR, B. A review of methods for quantitative evaluation of spinal curvature. **European Spine Journal**, v. 18, n. 5, p. 593–607, 2009.

VU-NGOC, H. et al. Quality of flow diagram in systematic review and/or meta-analysis. **PLOS One**, v. 13, n. 6, p. 01–16, 2018.

WIDHE, T. Spine: Posture, mobility and pain. A longitudinal study from childhood to adolescence. **European Spine Journal**, v. 10, p. 118–123, 2001.

ZAINA, F. et al. How to measure kyphosis in everyday clinical practice: a reliability study on different methods. **Studies in Health Technology and Informatics**, v. 176, p. 264–267, 2012.

## APÊNDICE

### PANORAMA AMOSTRAL

#### População do estudo

A população alvo de estudo foi composta pelos escolares de faixa etária compreendida entre 7 e 17 anos que frequentam escolas, públicas ou privadas, do estado do Rio Grande do Sul. Levando em consideração os dados do CENSO 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Quadro 1), onde têm-se:

**Quadro 1** - Panorama de escolares matriculados no estado do Rio Grande do Sul (estratificados por mesorregião e faixa etária)

Mesorregião	TOTAL	7 a 9 anos	10 a 14 anos	15 a 17 anos
Centro ocidental	85.255	20.831	41.361	23.063
Centro oriental	119.059	29.957	58.032	31.070
Metropolitana	767.546	199.411	378.266	189.869
Nordeste	156.466	39.578	76.449	40.439
Noroeste	314.447	77.423	152.209	84.815
Sudeste	146.694	37.191	72.360	37.143
Sudoeste	129.283	33.259	62.830	33.194
<b>TOTAL</b>	<b>1.718.750</b>	<b>437.650</b>	<b>841.507</b>	<b>439.593</b>

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE - Censo 2010.

#### Amostra

##### Cálculo amostral

O cálculo amostral identificou a necessidade de um n mínimo de 400 indivíduos. Com base no panorama de escolares matriculados na rede de ensino gaúcha (Quadro 1), a amostra foi estratificada segundo mesorregiões e faixa etária (Quadro 2), e dividida igualmente entre os sexos (Quadro 3).

**Quadro 2 - Estratificação amostral por mesorregião e faixa etária**

Mesorregião	7 a 9 anos (n)	10 a 14 anos (n)	15 a 17 anos (n)	TOTAL (n)
Centro ocidental	5	10	5	20
Centro oriental	7	14	7	28
Metropolitana	46	88	44	178
Nordeste	9	18	9	36
Noroeste	18	35	20	73
Sudeste	9	17	9	35
Sudoeste	8	15	8	31
<b>Total (n)</b>	102	196	102	400

**Quadro 3 - Estratificação amostral por mesorregião, faixa etária e sexo**

Mesorregião	7 a 9 anos (n)			10 a 14 anos (n)			15 a 17 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Centro ocidental	3	3	6	5	5	10	3	3	6	11	11	22
Centro oriental	4	4	8	7	7	14	4	4	8	15	15	30
Metropolitana	23	23	46	44	44	88	22	22	44	89	89	178
Nordeste	5	5	10	9	9	18	5	5	10	19	19	38
Noroeste	9	9	18	18	18	36	10	10	20	37	37	74
Sudeste	5	5	10	9	9	18	5	5	10	19	19	38
Sudoeste	4	4	8	8	8	16	4	4	8	16	16	32
<b>Total (n)</b>	53	53	106	100	100	200	53	53	106	206	206	<b>412</b>

**Legenda:** ♂ - menino; ♀ - menina.

Ainda, de forma bastante rigorosa, foi optado para além das estratificações acima mencionadas, dividir de forma igualitária a amostra dentro das idades de cada faixa etária (Quadros 4 a 6).

**Quadro 4** - Estratificação amostral da faixa etária de 7 a 9 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	7 anos (n)			8 anos (n)			9 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Centro ocidental	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3	3	6
Centro oriental	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Metropolitana	8	8	16	8	8	16	8	8	16	24	24	48
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Noroeste	3	3	6	3	3	6	3	3	6	9	9	18
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Sudoeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
<b>Total (n)</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>40</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>120</b>

Legenda: ♂ - menino; ♀ - menina.

**Quadro 5** - Estratificação amostral da faixa etária de 10 a 14 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	10 anos (n)			11 anos (n)			12 anos (n)			13 anos (n)			14 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total												
Centro ocidental	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	5	5	10
Centro oriental	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	9	9	18
Metropolitana	9	9	18	9	9	18	9	9	18	9	9	18	9	9	18	44	44	88
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	9	9	18
Noroeste	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	4	4	8	20	20	40
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	9	9	18
Sudoeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	9	9	18
<b>Total (n)</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>44</b>	<b>110</b>	<b>110</b>	<b>220</b>												

Legenda: ♂ - menino; ♀ - menina.

**Quadro 6** - Estratificação amostral da faixa etária de 15 a 17 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	15 anos (n)			16 anos (n)			17 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Centro ocidental	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3	3	6
Centro oriental	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Metropolitana	8	8	16	8	8	16	8	8	16	24	24	48
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Noroeste	4	4	8	4	4	8	4	4	8	12	12	24
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Sudoeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
<b>Total (n)</b>	21	21	42	21	21	42	21	21	42	63	63	<b>126</b>

**Legenda:** ♂ - menino; ♀ - menina.

Assim, considerando todas as possibilidades de estratificação amostral possíveis para melhor distribuição da amostra, passou a se fazer necessário um n mínimo de 466 indivíduos.

#### Procedimentos de seleção

As cidades e escolas representantes de cada mesorregião foram escolhidas por conveniência (Centro ocidental: São João do Polêsine; Centro oriental: Teutônia; Metropolitana: Porto Alegre; Nordeste: Nova Prata; Noroeste: Casca; Sudeste: Pelotas; Sudoeste: Itaqui), sendo o convite de contato primário estabelecido com o diretor da instituição. Após a concordância e adesão por parte das escolas, fora agendada a visita inicial para realização do convite e distribuição aos alunos dos folhetos informativos do estudo, aos que manifestaram interesse foram entregues os documentos relacionados a autorização (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, a ser preenchido pelo responsável; Termo de Assentimento, a ser preenchido pelo aluno). Visando cumprir os preceitos éticos, de igual chance de participação a todos os alunos, os convites foram realizados de forma aberta em ao menos uma turma de cada ano escolar (de acordo com o turno letivo), e, dessa forma, acabaram participando do estudo mais indivíduos do que o mínimo amostral calculado (Quadro 7).

**Quadro 7** - Estratificação amostral dos indivíduos avaliados por mesorregião e faixa etária

Mesorregião	7 a 9 anos (n)	10 a 14 anos (n)	15 a 17 anos (n)	TOTAL (n)
Centro ocidental	6	10	7	23
Centro oriental	15	25	13	53
Metropolitana	85	129	51	265
Nordeste	12	20	12	44
Noroeste	21	43	24	88
Sudeste	12	21	14	47
Sudoeste	13	20	14	47
<b>Total (n)</b>	164	268	135	567

Contudo, após o crivo dos critérios de exclusão (prática de atividade física com fins competitivos, obesos, presença de patologias neuro-ortopédicas, e/ou que perturbação psiquiátrica de alguma forma comprometedor da capacidade de locomoção, comunicação, desempenho das atividades da vida diária próprias para a idade ou colaboração na avaliação), 492 indivíduos passaram a compor a análise de dados do estudo (75 indivíduos foram excluídos) (Quadros 8 a 11).

**Quadro 8** - Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 7 a 9 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	7 anos (n)			8 anos (n)			9 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Centro ocidental	1	1	2	1	1	2	1	1	2	3	3	6
Centro oriental	2	2	4	3	2	5	2	2	4	7	6	13
Metropolitana	9	8	17	8	8	16	9	9	18	26	25	51
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Noroeste	3	3	6	5	4	9	3	3	6	11	10	21
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Sudoeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
<b>Total (n)</b>	21	20	41	23	21	44	21	21	42	65	62	<b>127</b>

**Legenda:** ♂ - menino; ♀ - menina.

**Quadro 9** - Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 10 a 14 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	10 anos (n)			11 anos (n)			12 anos (n)			13 anos (n)			14 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total												
Centro ocidental	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	2	5	5	10
Centro oriental	2	2	4	2	4	6	3	2	5	2	2	4	3	2	5	12	12	24
Metropolitana	9	11	20	11	11	22	9	14	23	9	9	18	8	11	19	46	56	102
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	10	10	20
Noroeste	4	5	9	3	4	7	3	4	7	4	4	8	4	4	8	18	21	39
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	10	10	20
Sudoeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	2	2	4	10	10	20
<b>Total (n)</b>	22	25	47	23	26	49	22	27	49	22	22	44	22	24	46	111	124	<b>235</b>

Legenda: ♂ - menino; ♀ - menina.

**Quadro 10** - Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - faixa etária de 15 a 17 anos por mesorregião, sexo e idade

Mesorregião	15 anos (n)			16 anos (n)			17 anos (n)			(n)		
	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total	♂	♀	Total
Centro ocidental	1	2	3	1	1	2	1	1	2	3	4	7
Centro oriental	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Metropolitana	9	8	17	7	8	15	9	8	17	25	24	49
Nordeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Noroeste	4	4	8	4	4	8	4	4	8	12	12	24
Sudeste	2	2	4	2	2	4	2	2	4	6	6	12
Sudoeste	4	2	6	2	2	4	2	2	4	8	6	14
<b>Total (n)</b>	24	22	46	20	21	41	22	21	43	66	64	<b>130</b>

Legenda: ♂ - menino; ♀ - menina.

**Quadro 11** - Estratificação amostral dos indivíduos incluídos na análise de dados - por sexo, faixa etária e nível de maturação biológica

<b>Faixa etária</b>	<b>Nível de Maturação Biológica</b>	<b>Meninos (n)</b>	<b>Meninas (n)</b>	<b>Total (n)</b>
7 a 9 anos	Pré-PVC	65	62	127
	Durante-PVC	0	0	0
	Pós-PVC	0	0	0
10 a 14 anos	Pré-PVC	85	102	187
	Durante-PVC	26	22	48
	Pós-PVC	0	0	0
15 a 17 anos	Pré-PVC	0	0	0
	Durante-PVC	37	57	94
	Pós-PVC	29	7	36
<b>Total</b>		<b>242</b>	<b>250</b>	<b>492</b>

**Legenda:** PVC=pico de velocidade de crescimento, representativo do nível de maturação biológica.