

**UNIVERSIDADE DE SANTO AMARO**  
**MESTRADO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE**

**GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA**

**Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após  
tratamento com Colete ortopédico de adolescentes com Escoliose  
Idiopática**

**São Paulo**

**2021**

**GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA**

**Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após  
tratamento com Colete ortopédico de adolescentes com Escoliose  
Idiopática**

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação *Stricto-Sensu* da  
Universidade Santo Amaro – UNISA, para  
obtenção do título de Mestre em Ciências da  
Saúde.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Ribeiro

Co-orientadores: Prof. Msc. Rodrigo

Mantelatto Andrade e Prof. Dr. Lucas M Neves

**São Paulo**

**2021**

S588a Silveira, Guilherme Erdmann da

Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após tratamento com colete ortopédico de adolescentes com escoliose idiopática randomizado / Guilherme Erdmann da Silveira. – São Paulo, 2021.

70 f.: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade SantoAmaro, 2021.

Orientador (a): Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ana Paula Ribeiro  
Coorientador: Prof. Msc. Rodrigo Mantellato Andrade  
e prof. Dr. Lucas Melo Neves

1. Escoliose. 2. Adolescentes. 3. Colete. 4. Exercícios. 5. Coluna. 6. Marcha. 7. Equilíbrio. I. Ribeiro, Ana Paula, orient. II. Neves, Lucas Melo, coorient. III. Andrade, Rodrigo Mantellato. Universidade Santo Amaro. IV. Título.

**GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA**

**Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após tratamento com  
Colete ortopédico de adolescentes com Escoliose Idiopática**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação Stricto-Sensu da  
Universidade Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção do  
título de Mestre em Ciências da Saúde.

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Ribeiro**

Data de Aprovação: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

**Banca examinadora**

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Ana Paula Ribeiro

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Silvia Maria Amado João

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Patrícia Colombo de Souza

Conceito final: \_\_\_\_\_

Dedico aos meus professores, que tive como exemplo e muito orgulho, docentes: desde o colégio, cursinho, faculdade e pós-graduação *latu e stricto-sensu*;

Aos meus familiares: meus pais, que além de educadores, sempre me ensinam novos conceitos da vida;

À minha mulher e o meu filho, que a cada dia assimilo um novo método de vida; amizades: em qualquer certâmen sempre ocorre uma transmissão de conhecimentos;

Aos discentes: além de ter que manter o estudo em dia com eles aprendo mais do que instruo.

## AGRADECIMENTOS

Eu agradeço à prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Ribeiro por toda maestria em me conduzir com toda ajuda, dedicação e paciência ao longo da minha trajetória.

Agradeço à minha mulher pela compreensão, aceitação e benevolência.

Agradeço aos professores do mestrado pelas dicas e apoio no aprendizado.

Agradeço às equipes do Instituto REAB Brasil, inclusive aos pais e adolescentes que participaram da pesquisa; e a toda equipe do Laboratório de Biomecânica e Reabilitação Musculoesquelética-LABIREM pelo grande auxílio nas etapas do mestrado.

Agradeço aos meus colegas de plantão que entenderam e respeitaram toda essa fase do meu mestrado.

Agradeço às professoras Dr<sup>a</sup>. Silvia Maria Amado João e Dr<sup>a</sup>. Patrícia Colombo de Souza pela calma, empatia e contribuições.

## RESUMO

**Contextualização:** A Escoliose Idiopática do adolescente (EIA) vem sendo uma alteração da coluna vertebral prevalente, sendo caracterizada por uma deformidade tridimensional da coluna, os quais podem resultar em mudanças no padrão postural, equilíbrio e marcha. Atualmente, pesquisas vêm ressaltando a efetividade do tratamento conservador com o colete ortopédico e exercícios para controle e estabilidade da curvatura escoliótica. Porém, até o momento observa-se uma escassez de estudos sobre a efetividade do colete e a combinação colete e exercícios para melhora de parâmetros clínicos, radiográficos e biomecânicos. **Objetivo:** Verificar o efeito terapêutico do tratamento conservador com colete ortopédico agudo e ao longo de seis meses associado aos exercícios específicos sobre os parâmetros clínicos, do equilíbrio corporal e da marcha em adolescentes com escoliose idiopática. **Métodos:** Estudo longitudinal prospectivo, no qual foram avaliadas 45 adolescentes, sexo feminino, com diagnóstico de Escoliose Idiopática e em tratamento conservador no centro especializado em reabilitação da coluna. As adolescentes foram avaliadas em dois momentos da intervenção: 1) colete ortopédico S4D com uso agudo de 24h diária; 2) colete ortopédico S4D, com uso entre 15-18h diária, associado a um protocolo de exercícios específicos de reabilitação por seis meses consecutivos (total 12 sessões). Os parâmetros avaliados foram: radiográficos pela análise do ângulo de Cobb, ângulo de Cobb torácico e ângulo de Cobb lombar pelo exame do raio-X, bem como o sinal de Risser; o biomecânico pela análise do equilíbrio corporal (oscilações: corporal, ântero-posterior, médio-lateral, distância e velocidade) e da marcha com a distribuição da pressão plantar estática e dinâmica, ambos mensurados pela plataforma de pressão. **Análise Estatística:** As variáveis: pré-colete, colete 24h e após seis meses de colete associado aos exercícios, foram verificados por meio do Análise de Variância-ANOVAs, one-way, medidas repedidas, seguida do post-hoc de Tukey. Para o tamanho do efeito, foi utilizado o teste de Cohen d, considerando um nível de significância de 5%. **Resultados:** O ângulo de Cobb reduziu em média de 12 graus, com tamanho de efeito alto e significativo, após o uso do colete por 24h e em média de 5,3 graus após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos. Já os parâmetros radiográficos do ângulo de Cobb torácico e Cobb lombar a correção foi maior após uso do colete 24h (6,3 graus; 9,5 graus, respectivamente) e menor após seis meses de colete e exercícios específicos (4,5 graus; 7,2 graus, respectivamente). Durante a marcha observou-se a redução da área de contato sobre o antepé e do pico de pressão e força máxima sobre antepé e retropé (medial e lateral), bem como do pico de pressão sobre o mediopé, para ambas os momentos de tratamento de intervenção. Na postura estática, observou-se que a área de contato do retropé (medial e lateral) aumentou, enquanto que, o pico de pressão e a força máxima reduziram após o uso do colete 24h e seis meses após o tratamento com colete e exercícios específicos, com tamanho de efeito moderado a alto, bem como da força máxima sobre a região do mediopé, mostrando uma melhor distribuição da carga plantar. No equilíbrio corporal pode-se observar um aumento significativo da oscilação corporal em relação ao centro de gravidade, bem como das oscilações ântero-posterior e médio-lateral e distância de oscilação, para ambos os momentos de intervenção das EIA. **Conclusão:** A intervenção com uso do colete ortopédico agudo por 24 horas e, em longo prazo, após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos em EIA mostrou-se efetivo para correção da curvatura escoliótica, melhora do equilíbrio corporal ântero-posterior e médio-lateral com redução da carga plantar sobre a região do retropé durante a marcha, mostrando-se como uma ação mecânica efetiva sobre a coluna vertebral com escoliose.

**Palavras-chave:** escoliose, adolescentes, colete, exercícios, coluna, marcha, equilíbrio.

## ABSTRACT

**Background:** Adolescent Idiopathic Scoliosis (AIS) has been a prevalent spinal disorder, characterized by a three-dimensional deformity of the spine, which can result in changes in postural pattern, balance and gait. Currently, research has highlighted the effectiveness of conservative treatment with orthopedic braces and exercises for control and stability of scoliotic curvature. However, so far, there is a scarcity of studies on the affectivity of braces and the combination of braces and exercises to improve clinical, radiographic and biomechanical parameters. **Objective:** To verify the therapeutic effect of conservative treatment with acute orthopedic braces over six months associated with specific exercises on clinical parameters, body balance and gait in adolescents with idiopathic scoliosis. **Methods:** Prospective longitudinal study, in which 45 female adolescents diagnosed with Idiopathic Scoliosis and undergoing conservative treatment at a center specialized in spinal rehabilitation were evaluated. Adolescents were evaluated at two stages of the intervention: 1) S4D orthopedic vest with acute use 24 hours a day; 2) S4D orthopedic vest, worn between 15-18h daily, associated with a specific rehabilitation exercise protocol for six consecutive months (total 12 sessions). The parameters evaluated were: radiographic by analysis of the Cobb angle, thoracic Cobb angle and lumbar Cobb angle by X-ray examination, as well as the Risser sign; the biomechanical by analyzing body balance (oscillations: body, anteroposterior, mediolateral, distance and speed) and gait with static and dynamic plantar pressure distribution, both measured by the pressure platform. **Statistical Analysis:** The variables: pre-vest, 24-hour vest and after six months of vest associated with the exercises, were verified using the One-way, repeated measures Analysis of Variance-ANOVAs, followed by Tukey's post-hoc. For the effect size, the Cohen d test was used, considering a significance level of 5%. **Results:** The Cobb angle reduced by an average of 12 degrees, with a high and significant effect size, after wearing the brace for 24 hours and by an average of 5.3 degrees after six months of wearing the brace associated with specific exercises. For the radiographic parameters of thoracic Cobb angle and lumbar Cobb angle, the correction was greater after using the brace 24h (6.3 degrees; 9.5 degrees, respectively) and less after six months of brace and specific exercises (4.5 degrees; 7.2 degrees, respectively). During gait, there was a reduction in the contact area on the forefoot and in the peak pressure and maximum force on the forefoot and hindfoot (medial and lateral), as well as in the peak pressure on the midfoot, for both moments of treatment of intervention. In static posture, it was observed that the contact area of the hindfoot (medial and lateral) increased, while the peak pressure and maximum strength reduced after using the brace 24h and six months after treatment with brace and specific exercise, with moderate to high effect size, as well as maximum force on the midfoot region, showing a better plantar load distribution. In body balance, a significant increase in body sway in relation to the center of gravity can be observed, as well as in anteroposterior and mediolateral sway and sway distance, for both moments of EIA intervention. **Conclusion:** The intervention using an acute orthopedic brace for 24 hours and, in the long term, after six months of wearing the brace associated with specific exercises in AIS, proved to be effective in correcting scoliotic curvature, improving anteroposterior body balance and mediolateral with reduced plantar load on the hindfoot region during gait, showing itself as an effective mechanical action on the spine with scoliosis.

**Keywords:** scoliosis, adolescents, vest, exercises, spine, gait, balance.

## LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1 – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de crescimento axial e auto-correção da coluna vertebral (plano frontal e sagital) para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	25
Quadro 2 – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de rotação, estabilização, mobilização e alongamento para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	26
Quadro 3 – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de coordenação motora: dupla tarefa, funcionalidade e equilíbrio para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	27
Tabela 1 – Perfil antropométrico e da maturidade esquelética das adolescentes com escoliose idiopática (EIA) entre os diferentes momentos: pré-colete, após colete 24h e após seis meses de colete e exercícios (EIA).....	29
Tabela 2 – Comparações entre a condição inicial (pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h (Colete 24h) e após seis meses de colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) das adolescentes com escoliose idiopática (EIA)...	30
Tabela 3 – Comparações da distribuição da pressão plantar durante a marcha entre a condição inicial (pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h (Colete 24h) e após seis meses de colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) das adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	31
Tabela 4 – Comparações da pressão plantar durante postura estática entre a condição inicial (pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h (Colete 24h) e após seis meses de colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) das adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	32
Tabela 5 – Comparações do equilíbrio corporal entre a condição inicial (pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h (Colete 24h) e após seis meses de	

colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) das adolescentes com escoliose idiopática (EIA).....	33
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Representação da mensuração do ângulo de Cobb da coluna vertebral de adolescentes com escoliose idiopática.....	22
Figura 2 – Demonstração das forças atuantes pelo Colete Ortopédico S4D das adolescentes com escoliose idiopática.....	24
Figura 3 – Representação do fluxograma do protocolo de Intervenção dos adolescentes com EIA.....	28
Figura 4 – Representação do ângulo de Cobb da curvatura escoliótica principal entre os diferentes momentos de tratamento das adolescentes com escoliose idiopática.....	30

**LISTA DE ABREVIATURAS**

EVA – Escala Visual Analógica

SBST – Start Back Screening Tool

FPI – Foot Posture Index

EIA – Escoliose Idiopática do Adolescente

COP – Centro de Oscilação-pressão

COM – Centro de Massa do Corpo

PSSE – Phyiotherapy Scoliosis-Specific Exercices

FITS – Terapia Individual Funcional da Escoliose

SEAS – Abordagem de Exercício Científico para Escoliose

BSPTS – Escola de Fisioterapia da Escoliose de Barcelona

RPG – Reeducação Postural Global

MTNR1B – Genes Receptores de Melatonina 1B

TPH1 – Triptofano Hidroxilase

LBX1 – Ladybird home-box

ESR $\alpha$  – Receptores de estrogênio alfa

ESR $\beta$  – Receptores de estrogênio beta

TLSO – Órtese tóracolombossacral

REAB – Instituto Científico Especializado em Reabilitação

UNISA – Universidade Santo Amaro

SOSORT – The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment

**SUMÁRIO**

RESUMO .....	VII
ABSTRACT .....	VIII
1. INTRODUÇÃO .....	01
2.OBJETIVOS.....	07
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	08
3.1 Prevalência, etiologia e fisiopatologia da EIA.....	08
3.2 Diagnóstico clínico e progressão da curvatura escoliótica.....	09
3.3 EIA: aspectos clínicos, funcionais e biomecânicas.....	10
3.4 Tratamento conservador com exercícios na EIA.....	11
3.5 Tratamento Conservador com Colete Ortopédico na EIA.....	15
3.6 Tratamento cirúrgico para EIAS.....	19
4. CASUÍSTICA E MÉTODOS .....	20
4.1 Desenho experimental.....	20
4.2 Participantes e recrutamento.....	21
4.3 Avaliação dos parâmetros clínicos, radiológicos e biomecânicos.....	21
4.4 Tratamento com colete ortopédico e exercícios específicos.....	24
4.5 Protocolo do Programa de Exercícios Específicos.....	24
4.6 Análise Estatística.....	27
5. Resultados .....	28
6. Discussão .....	34
7. Conclusão .....	40
8. Referências .....	41
9. ANEXOS .....	57

## 1. INTRODUÇÃO

A prevalência da Escoliose Idiopática no Adolescente (EIA), permanece com uma variação entre 0,93 a 12% da população, sendo o percentual de maior destaque na literatura em torno dos 2%, podendo mudar de acordo com a latitude do país ou região em que se habita<sup>1-4</sup>. No Brasil, a prevalência se assemelha as taxas mundiais, como verificado em estudo com 2.562 adolescentes do estado de São Paulo, no qual a prevalência se manteve em torno de 1,5% de escoliose idiopática. Dentre os sexos masculino e feminino, a prevalência permanece maior no sexo feminino<sup>5</sup> com faixas etárias correspondendo entre os 13 e 14 anos de idade<sup>6</sup>.

A escoliose idiopática é definida como uma deformidade tridimensional da coluna vertebral caracterizada pela inclinação lateral e rotação axial dos corpos vertebrais, com uma angulação igual ou maior que 10 graus mensurados pelo ângulo de Cobb, e mudanças das curvaturas no plano sagital<sup>5,7</sup>. A sua classificação vem de acordo com o período da faixa etária em que surge, sendo elas: período infantil que corresponde até os três anos de idade; período juvenil entre quatro aos dez anos de idade (início da puberdade); e período da adolescência, entre dos 10 aos 18 anos<sup>8,9</sup>. Este último, período da adolescência, é a faixa etária mais prevalente para o surgimento da escoliose idiopática quando comparada aos demais tipos de escoliose: congênicas e neuromusculares<sup>10</sup>.

Geralmente, o desenvolvimento da Escoliose Idiopática, pode ocorrer na infância e se agravar no período da adolescência, tendo o seu grande momento de progressão associado ao estirão de crescimento, direcionado ao período da adolescência<sup>11</sup>. A sua progressão está extremamente relacionada ao sexo, a faixa etária de surgimento e o grau de angulação da coluna vertebral<sup>5,11</sup>. Muitos são os fatores etiológicos envolvidos para o avanço e progressão da curvatura escoliótica, sendo os mais comuns: o desalinhamento postural, o maior componente adiposo nos segmentos corporais

(característica endomorfo), a redução da força muscular, especialmente do lado convexo da curvatura<sup>12</sup> e a diminuição do equilíbrio corporal, em especial a oscilação ântero-posterior<sup>13,14</sup>.

A influência destes fatores etiológicos pode aumentar a progressão da Escoliose Idiopática e resultar em dores crônicas na coluna associados a comprometimentos funcionais, tais como incapacidades de realizar as atividades que exijam maior coordenação motora, diminuição do nível de atividades físicas, entre outros, os quais podem promover implicações sociais e psicológicas importantes para o adolescente<sup>15</sup>. Dentre os comprometimentos funcionais, destacam-se as mudanças do complexo tornozelo-pé<sup>16</sup>, tais como os pés cavos (arco plantar longitudinal elevado)<sup>17,18</sup> e as mudanças do apoio dos pés durante o andar<sup>19,20</sup>.

Além das mudanças sobre os pés, estudos revelam que deformidades da coluna, como a escoliose, alteram o centro de massa corporal e o equilíbrio durante atividades dinâmicas do andar, explicado pela maior rotação do tronco e assimétrica na distribuição das forças sobre a coluna vertebral<sup>13,21-24</sup>. Outros estudos mostram mudanças na amplitude de movimento do quadril e joelho<sup>19,25</sup>, bem como maior sobrecarga sobre a região lateral dos pés<sup>20</sup>.

De acordo com evidências da literatura, a presença da EIA no adolescente leva para mudanças espaço temporais importantes quando comparada aos adolescentes saudáveis, sendo elas o aumento da velocidade do andar<sup>19,26,27</sup>, uma diminuição da cadência<sup>28</sup> e do comprimento do passo<sup>25,27,29</sup>. As mudanças da marcha podem resultar em possíveis adaptações da coluna vertebral. Diante desta linha de raciocínio, estudo revela que adolescentes escolióticos apresentam 14% maior ativação muscular da coluna vertebral (músculos: quadrado lombar e eretor da espinha) quadril e coxa (músculos: glúteo médio e semitendinoso) durante um ciclo de passada quando comparado aos adolescentes controle. Mudanças estas que aumentam o gasto energético e diminuem o condicionamento aeróbico do adolescente com escoliose<sup>25,30</sup>.

Todas estas adaptações do sistema corporal na Escoliose Idiopática podem refletir em mudanças no controle postural e do equilíbrio. As alterações de equilíbrio em pacientes com EIA podem ser explicadas por desajustes sensoriais da base de apoio plantar associado a mudanças na direção do centro de pressão (COP) em relação ao centro de massa do corpo (COM)<sup>31</sup>. Inicialmente, a curvatura escoliótica promove um distúrbio neuromuscular e sensório-motor que ao longo de sua progressão leva a mudanças de oscilação do corpo, alterando assim, o equilíbrio postural<sup>32</sup>. Estudo de Nalt et al., (2002)<sup>14</sup> revelou que a oscilação ântero-posterior e látero-lateral, bem como o centro de pressão (COP) apresentam-se aumentados em adolescentes escolares com EIA. Segundo Chen et al.,<sup>13</sup>, este aumento das oscilações: anterior e lateral nos adolescentes com EIA pode ser explicado por perturbações no sistema somatossensorial que controlam o equilíbrio corporal. Gauchard et al.,<sup>33</sup>, ao avaliarem o equilíbrio corporal de 102 adolescentes com EIA, por meio de testes posturográficos estáticos e dinâmicos, verificaram uma maior redução do controle do equilíbrio corporal na condição dinâmica. Porém, até o presente momento, foram poucos os relatos da literatura sobre estas mudanças mecânicas, posturais e do equilíbrio em adolescentes com EIA, o que dificulta o processo de tratamento conservador dos profissionais de saúde envolvidos, principalmente no que se refere sobre as mudanças da distribuição das forças plantares sobre o apoio dos pés e sua associação com o controle do equilíbrio postural em adolescentes com EIA.

Um dos tipos de tratamento conservador para EIA é o uso de exercícios específicos para escoliose, que podem melhorar diversos parâmetros da coluna vertebral, por exemplo ângulo de Cobb, aumento da funcionalidade e mobilidade da coluna, além de melhora na qualidade de vida dos pacientes com diminuição da dor sofrida e com aperfeiçoamento da marcha e equilíbrio<sup>34,35</sup>.

Diversos são os tipos de exercícios utilizados no tratamento conservador da EIA, sendo os principais a técnica de Schroth que usa a respiração como base para seus

exercícios, definindo um sistema de blocos corporais para um melhor entendimento dos pacientes quanto suas alterações vertebrais. O método SEAS tem como base a autocorreção ativa da coluna, sem auxílio externo, levando a correção postural através de estímulos neurossensoriais. O método Dobomed utiliza a mobilização da curva vertebral principal com uso de fotografias e vídeos como feedback. A técnica Side-Shift se baseia em exercícios de deslocamento lateral da coluna em direção à linha médio, são exercícios simples, podendo ser aplicados pelos pacientes em casa. A Escola de Fisioterapia da Escoliose de Barcelona baseou sua técnica nos exercícios de Schroth, tendo um sistema de blocos corporais semelhante, porém com um aspecto importante, a utilização de exercícios que forcem o tronco a favor e contra a gravidade. O método FITS utiliza a conscientização corporal como base para seus exercícios que são aplicados pelos pacientes em seus domicílios, o tratamento é multidisciplinar, em associação entre fisioterapeutas, ortopedistas e psicólogos<sup>36,37</sup>.

Os principais exercícios voltados para o tratamento da EIA são os de fisioterapia convencional e os específicos para escoliose (PSSE - Phyiotherapy Scoliosis-Specific Exercices), que englobam as técnicas de Schroth, de Dobosiewicz, Barcelon, Terapia Individual Funcional da Escoliose (FITS), a Abordagem de Exercício Científico para Escoliose (SEAS) e o programa Side-shift, entre outros. Podem ser utilizadas ainda outras terapias consideradas manuais, como Pilates e a Reeducação postural global – RPG<sup>34,37-40</sup>.

Outro tratamento conservador essencial, para minimizar a progressão da curvatura escolótica, é o uso de órtese por meio do colete ortopédico para conter o avanço do ângulo de Cobb, o qual têm se demonstrado eficiente ao longo dos anos, por muitas vezes, reduzir a necessidade de tratamento cirúrgico pela contenção da curvatura escolitótica e a rotação vertebral. A aplicação da órtese ortopédica do colete atua através das forças mecânicas externas e alteração da propriocepção articular para modificarem os desequilíbrios de forças impostas sobre a coluna vertebral em função

da escoliose. A principal proposta é melhorar os movimentos assimétricos e o controle neuromuscular, criando estratégias de reorganização neuromotora para estabilização do tronco<sup>41</sup>. Tal tratamento vem sendo um dos mais utilizados, não somente para evitar a progressão da doença, mas também pela melhora da qualidade de vida e diminuição das alterações emocionais envolvidas<sup>41-44</sup>.

Os principais preditores para o uso do colete ortopédico, vem sendo a idade de maturação esquelética, a gravidade da curvatura escoliótica e a complacência da coluna vertebral (rígida ou flexível). O tempo de tratamento com o uso do colete varia de meses a anos, com utilização média diária de 20 horas, ao longo do processo do crescimento ósseo, requerendo participação ativa dos pais durante o período de tratamento<sup>42-45</sup>.

A indicação para o colete ortopédico é de acordo com a classificação do ângulo de Cobb, sendo de 0 a 25° com acompanhamento e monitoramento com exercícios até a maturidade óssea, de 25 a 40° com o uso de órtese com colete ortopédico, acima de 40° já se faz a indicação cirúrgica, em especial pacientes com maturidade esquelética<sup>46,47</sup>. Dentre os tipos de coletes ortopédicos temos a toracolombossacral (TLSO), Milwaukee, Charleston, Boston e Wilmington. Diversos trabalhos comparam a eficácia de cada um dos coletes ortopédicos existentes. Outros estudos não mostraram progressão de curva escoliótica com o uso do colete de Lyon e Milwaukee<sup>48,49</sup>. Aulisa et al.,<sup>50</sup> demonstrou que 77,8% dos pacientes com escoliose corrigiram a curvatura escoliótica em 15,9%, correspondendo apenas 6,19% dos pacientes com progressão da curvatura. Aulisa et al.,<sup>51</sup> avaliando apenas o colete ortopédico de Lyon em pacientes com escoliose, a correção da curvatura escoliótica foi em 85,5% dos pacientes, com um percentual de estabilização progressiva em 13%.

Nos estudos realizados por Negrini et al.,<sup>52,53</sup> o uso do colete ortopédico de Lyon obteve-se manutenção da curvatura escoliótica, sem progressão ao longo de dois anos após o término do tratamento. Com o colete ortopédico de Cheneau em adolescentes com EIA, Zaborowska-Sapeta et al.,<sup>54</sup> observaram que após 1 ano de uso do colete

ortopédico, 25,3% obteve melhora efetiva e 22,8% mantiveram estabilizados na progressão do ângulo de Cobb, mantendo-se abaixo de 50°. Outros autores, tem mostrando a efetividade do colete ortopédico para estabilizar a curvatura escoliótica na EIA<sup>55,56</sup>. Porém, estudos vem mostrando a presença do sintoma de dor no primeiro tratamento com uso do colete ortopédico na EIA<sup>57,58</sup>.

Apesar de constatar os benefícios do colete ortopédico para tratamento conservador em maiores curvaturas escolióticas, pouco se evidencia a atuação do colete na sua primeira colocação e ao longo dos meses de acompanhamento junto aos exercícios específicos sobre os parâmetros clínicos, funcionais e biomecânicos, fato este, que mostra a relevância clínica do presente estudo para melhor conhecer e enfatizar a sua aplicabilidade clínica em pacientes adolescente com escoliose idiopática.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito terapêutico do tratamento conservador com colete ortopédico agudo e ao longo de seis meses associado aos exercícios específicos sobre os parâmetros clínicos, do equilíbrio corporal e da marcha em adolescentes com escoliose idiopática.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Comparar os parâmetros clínicos, do equilíbrio corporal e da marcha pré e pós colete ortopédico imediato (agudo) em adolescentes com escoliose idiopática.

- Comparar os parâmetros clínicos, do equilíbrio corporal e da marcha pré e pós seis meses (longo prazo) do colete ortopédico associado a exercícios específicos em adolescentes com escoliose idiopática.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Prevalência, etiologia e fisiopatologia da EIA

A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é definida como um desvio espinal tridimensional com curvatura acima de 10° e presença de curvatura lateral e rotacional da coluna vertebral<sup>59,60</sup>. A deformidade atinge crianças e adolescentes na faixa etária média de 13 e 14 anos<sup>6</sup>, predominantemente do sexo feminino, com uma proporção de oito mulheres para cada homem<sup>5,61</sup>. O Brasil apresenta prevalência de 1,5%, seguindo as médias mundiais que aparecem por volta de 2%<sup>1-5</sup>, sendo os graus de curvatura escoliótica grave variando entre 0,2 a 0,5%<sup>46</sup>.

A forma mais comum de escoliose é a idiopática, podendo chegar a 80% dos casos, seguida da forma congênita, com 10% dos casos, e as neuromusculares atingindo cerca de 5 a 7% dos pacientes<sup>42,44,60</sup>. Este distúrbio começa a surgir no início da adolescência<sup>59,60</sup>, e tem sua progressão mais acentuada no período do estirão de crescimento, afetando a saúde física e psicossocial dos adolescentes<sup>5,11</sup>.

Sua etiologia ainda não é bem esclarecida, sendo apontada em muitos estudos como multifatorial, incluindo fatores genéticos, hormonais, déficit de mineralização óssea, estilo de vida, entre outros<sup>61,62</sup>. Outras doenças como distúrbios do colágeno, distúrbios neurológicos e esqueléticos podem ser secundárias ao diagnóstico da EIA<sup>60</sup>. Os fatores genéticos descritos como predisponentes para EIA, apesar de bem documentados, ainda não foram totalmente elucidados, alguns estudos apontam alterações autossômicas dominantes e dominantes ligadas ao X<sup>63</sup>, outros estudos encontraram alterações nos genes receptores de melatonina 1B (MTNR1B), triptofano hidroxilase (TPH1) e ladybird home-box (LBX1), sendo este último o mais associado<sup>64,65</sup>. Outros genes amplamente estudados são os receptores de estrogênio (ESR $\alpha$  e ESR $\beta$ ), devido a EIA ser uma patologia com predominância feminina e que ter início na puberdade, porém, os estudos que mostram os polimorfismos genéticos ainda

se mostram inconclusivos<sup>62</sup>. Todos os fatores citados acima mostram certo grau de influência para desenvolvimento da EIA, dificultando o diagnóstico e a precisão dos fatores de risco para a progressão da curvatura escoliótica.

### **3.2 Diagnóstico clínico e progressão da curvatura escoliótica**

Os principais elementos para diagnóstico da EIA é pela mensuração do ângulo de Cobb e a história clínica do paciente associado aos exames: físico-funcionais e de imagem, e, em alguns casos, em que surjam questões especiais, os exames laboratoriais<sup>66</sup>.

A progressão da curva escoliótica encontra-se relacionada à idade e maturidade esquelética do paciente, bem como a magnitude da deformidade e fatores de risco relacionados ao crescimento do paciente<sup>60</sup>. A avaliação da ossificação da crista ilíaca, mais conhecido como sinal de Risser, é dos exames clínicos mais utilizado para avaliar a imaturidade esquelética (sinal de Risser < 3), sendo esta, relacionada a três vezes mais as chances de progressão da curvatura escoliótica quando comparados a um sinal de Risser 4<sup>67</sup>.

Outro fator avaliado, porém, apenas em pacientes do sexo feminino, é a menarca, visto que a progressão da curvatura escoliótica pode diminuir em torno de 20% após a primeira menstruação, e, antes disso, o risco de progressão da escoliose pode atingir até 50% das adolescentes acometidas<sup>68</sup>.

Outro ponto de progressão da escoliose é a deficiência de vitamina D, devido seu impacto na densidade mineral óssea, o que altera a qualidade do osso, podendo predispor o surgimento de deformidades. Alguns estudos dosaram a vitamina D3 (1,25-diidroxitamina) e mostraram a sua deficiência em pacientes com EIA<sup>61,66,69</sup>, sendo importante sua consideração no diagnóstico da deformidade.

O diagnóstico da EIA se faz através de radiografias para avaliar a curvatura primária e secundária da coluna vertebral, por meio do método de Cobb, para detectar e mensurar a deformação do ângulo entre as vértebras<sup>70</sup>. A medida do ângulo de Cobb é realizada pela localização da vértebra superior e inferior da curvatura escoliótica, seguida do traçado de uma linha na base dessas vértebras, cujo a interseção entre elas é o ângulo de Cobb<sup>71</sup>. A partir deste ângulo será proposto o tratamento clínico conservador, sendo para 10 a 25° exercícios específicos até a maturidade óssea, de 25 a 40° uso de órtese associado aos exercícios específicos e acima de 40° o tratamento cirúrgico, considerando-se a sua indicação com base na imaturidade esquelética do paciente<sup>46,47</sup>.

### **3.3 EIA: aspectos clínicos, funcionais e biomecânicas**

A biomecânica da coluna escoliótica se dá por parâmetros de alinhamentos posturais da coluna e seus aspectos morfológicos que, por sua vez, irão alterar a distribuição de cargas mecânicas do ângulo cifótico torácico, fator de grande importância na progressão e desenvolvimento da EIA, chegando até acometer ajustes da coluna cervical com a extensão de gravidade da curva escoliótica<sup>72</sup>.

Os ajustes posturais advindos da cabeça-tronco-pelve podem levar a distúrbios proprioceptivos da base plantar que infere ação direta sobre o sistema somato-sensorial, bem como dos estímulos vestibulares e visuais em função das mudanças do do centro de massa e, conseqüentemente do controle postural<sup>73,74</sup>.

Observa-se que as alterações no plano sagital da coluna vertebral apresentam grande impacto importante sobre o equilíbrio do paciente com EIA<sup>72,75</sup>, as quais podem resultar em mudanças durante o andar, sendo elas: a distância temporal, a força de impacto recebida (força reação do solo) e os movimentos articulares dos membros inferiores<sup>73</sup>. Uma explicação para isso, pode ser referenciado pela assimetria do alinhamento da coluna com EIA que causa uma falha cíclica na rotação do tronco e na

coordenação motora sobrecarregando os segmentos articulares da lombo-pélvica e tecidos moles, como a região do disco intervertebral<sup>72,74</sup>.

Todas as mudanças posturas, do equilíbrio e marcha, podem em conjunto gerar grande impacto na qualidade de vida dos pacientes com EIA, afetando de maneira significativa o bem estar psicossocial dos adolescentes, justamente por alteração na estética e, conseqüentemente, na autoimagem no início de suas vidas sociais, podendo barrar ou descontinuar o tratamento conservador. Além dos prejuízos estéticos causados por essa patologia, observa-se também uma piora na qualidade de vida dos pacientes em decorrência da sintomatologia álgica advinda das lombalgias e cervicalgias ou pela redução da complacência pulmonar<sup>43,72,76</sup>. Além disso, o ajuste de equilíbrio vem sendo um tópico importante nesses adolescentes para prevenção futuras de quedas<sup>77,78,79,80</sup>.

### **3.4 Tratamento conservador com exercícios na EIA**

O tratamento conservador com base em exercícios na EIA visa minimizar a progressão da curva escoliótica, a fim de evitar problemas secundários à escoliose, como dor tóraco-lombar crônica, problemas respiratórios, incapacidades funcionais, mudanças do equilíbrio e marcha, bem como deformidades estéticas, piora na qualidade de vida associada a questões mentais importantes, tais como o medo e a ansiedade<sup>43,72,76-80</sup>.

O ângulo de Cobb é a principal medida clínica para monitorar a progressão da curvatura escoliótica e, conseqüentemente, o sucesso do tratamento conservador, sendo considerado de grande eficácia para minimizar, estabilizar ou reduzir o ângulo de Cobb, com uma média de correção de pelo menos 5°<sup>34,35,38</sup>. Além do monitoramento do ângulo de Cobb, outros fatores são observados em conjunto e associação para a completa eficácia dos exercícios de reabilitação, cuja as metas terapêuticas são: ajustes dos parâmetros sagitais da coluna vertebral, redução do sintoma álgico da coluna,

aumento da mobilidade articular, aumento da funcionalidade da coluna, bem como melhora dos aspectos biomecânicos do equilíbrio corporal e da marcha com consequências para melhora da qualidade de vida<sup>34,35</sup>.

Os principais exercícios terapêuticos para o tratamento conservador da EIA são os de fisioterapia convencional e os exercícios específicos para escoliose (PSSE - Phyiotherapy Scoliosis-Specific Exercices), os quais podem englobar diversos programas de intervenção, sendo elas: os exercícios pela técnica de Schroth, os exercícios de Dobosiewicz, a Terapia Individual Funcional da Escoliose (FITS), a Abordagem de Exercício Científico para Escoliose (SEAS) e o exercícios de Side-shift, além dos programas com terapias manuais, como o Pilates e Reeducação Postural Global-RPG<sup>36,37</sup>.

Os exercícios com a técnica de Schroth foi desenvolvida na Alemanha por Asklepios Katharina Schroth, em 1920, cuja a proposta é a correção da coluna em deformidades para minimizar a progressão da curvatura escoliótica. A técnica é composta por um programa intensivo de reabilitação com exercícios respiratórios, autocorretivos da coluna vertebral com estímulo visual, ajustes posturais tridimensionais associado a respiração e treino sensório-motor<sup>36,38</sup>. O paciente é ensinado a detectar as áreas da coluna que necessita aumento de flexibilidade e maior contratilidade durante a realização dos exercícios<sup>36,39</sup>.

Outra técnica utilizada no tratamento da EIA baseado em exercícios é a SEAS, desenvolvida na Itália, na década de 1960, com o propósito de estabilização da coluna vertebral e a manutenção do controle postural por meio de exercício corretivos e treinos do sistema neuro-sensorial. O método SEAS utiliza como base a autocorreção ativa da curvatura escoliótica, sem qualquer auxílio externo do fisioterapeuta, associada aos exercícios de fisioterapia com treino de resistência muscular gradativo da musculatura paravertebral, abdominal, escapulo-umeral e dos membros inferiores conforme a dificuldade dos pacientes. Neste programa de tratamento, os exercícios são

realizados em domicílio e parametrizados na frequência de duas vezes na semana, de forma, a reduzir custos aos pacientes e seus familiares<sup>36,37,39</sup>.

A Escola de Fisioterapia da Escoliose de Barcelona (BSPTS), fundada na Espanha em 1968, desenvolveu um programa de exercícios adaptado a técnica de Schroth, no qual, utilizou-se um sistema de classificação em blocos, semelhante à técnica original. A classificação por blocos apresentava três grupos básicos: grupo 1 - engloba as deformidades sagitais; grupo 2: apresenta as escolioses torácicas principais, com ou sem curva lombar ou toracolombar e, grupo 3: curvaturas mais graves com deformidades. O método tem como objetivos a correção da postura, a estabilização da curvatura escoliótica, a melhora da função respiratória, o aumento da atividade, melhora da auto-imagem e a diminuição da dor. Um aspecto importante desta técnica é de utilização de exercícios que forcem o tronco a favor e contra a gravidade, e são realizados em quatro posições principais: supina, lateral (deitado), pronada e cilindro muscular. A primeira posição citada trabalha eliminando a força da gravidade, enquanto as outras três trabalham com a coluna vertebral contra a força da gravidade, a última, a posição de alto nível de complexidade. O tratamento não deve substituir a utilização de braçadeira ou de correção cirúrgica caso necessárias<sup>36</sup>.

Outro programa de exercícios foi pelo método Dobosiewicz ou Dobomed, criado na Polônia em 1979, com o objetivo de autocorreção tridimensional da curvatura escoliótica por meio de feedback com fotografia, vídeo e utilização de espelhos para uma correta execução dos exercícios associado com a mobilização da curva primária da coluna vertebral. Neste método, os exercícios foram associados ao colete ortopédico do tipo Chêneau. O método explora a mobilidade em flexão da coluna torácica, das curvaturas da torácica e da lombar com correções da cifose e hiperlordose posturais associada a função respiratória<sup>36,37</sup>.

Em 1984, na cidade de Londres, foi desenvolvido pelo Dr. Mehta o programa de exercícios Side-Shift, cuja o embasamento foi o deslocamento do tronco sobre a pelve

lateralmente, na direção oposta da curvatura primária, sem necessidade do uso de aparelhos. Os exercícios utilizam o deslocamento lateral em direção à concavidade escoliótica, visando a correção do desvio em direção à linha média, por meio de exercícios isométricos do abdome, glúteos e escápulas. A técnica também utiliza exercícios respiratórios, a fim de alcançar melhora na capacidade vital. Todos os exercícios são aplicados individualmente e ensinados para realização em domicílio<sup>36,37,39,81</sup>.

A última técnica foi criada em 2004 por Marianna Bialek, denominada como Terapia Individual Funcional da Escoliose (FITS), cujo o método aborda a multidisciplinaridade da assistência (ortopedistas e psicólogos) associada aos exercícios de fisioterapia. O método consiste em três fases principais, a primeira com exame físico da flexibilidade da coluna, a segunda com treino do equilíbrio sensório-motor associado a redução da tensão miofascial e, por fim, a correção tridimensional da curvatura escoliótica<sup>36</sup>. O método FITS tem como princípios: 1. Conscientizar o paciente sobre a sua deformidade na coluna e indicar a direção para correção; 2. Liberar estruturas miofasciais que limitam o movimento corretivo nos três planos; 3. Aumentar a cifose torácica por meio da liberação miofascial e a mobilização articular; 4. Ensinar a carga correta do pé para melhorar a posição da pelve e realinhar a coluna; 5. Fortalecer os músculos do assoalho pélvico e rotadores curtos da coluna para melhorar estabilidade do tronco; 6. Ensinar o deslocamento correto da coluna no plano frontal para corrigir a curva primária enquanto estabiliza a curva secundária; 7. Facilitar a respiração corretiva de três planos em posições funcionais; 8. Indicar padrões corretos de correção da escoliose e qualquer deformação de tronco secundária relacionada à curvatura; 9. Ensinar exercícios de equilíbrio e melhora da coordenação neuromuscular com correção de escoliose; 10. Ensinar a sustentação correta do peso da pelve na posição sentada e a correção de outros segmentos da coluna vertebral na marcha<sup>36,82</sup>.

O método de Schroth é um exercício amplamente utilizado no tratamento conservador da EIA, e, apesar de não haver muitos estudos controlados randomizados, quando avaliado mostra bons resultados tanto na melhora do ângulo de Cobb, quanto na melhora da qualidade de vida, mostrando eficácia maior que outras técnicas nestes parâmetros segundo Kocaman et. al.,<sup>83</sup>.

### **3.5 Tratamento Conservador com Colete Ortopédico na EIA**

Diversos tipos de órteses são utilizados para tratamento da EIA, mas para sua prescrição alguns pontos são levados em consideração, sendo eles: a morfologia e angulação progressiva da curvatura escoliótica, a idade da paciente e a sua maturidade esquelética.

Na década de 97, Katz publicou seu estudo comparando a eficácia dos coletes de Boston e Charleston para estabilização da curva escoliótica. Para isso, recolheu informações de banco de dados de 319 adolescentes com diagnóstico EIA, entre 12 e 14 anos, sendo um total de 153 pacientes submetidos ao uso do colete Boston e 166 pacientes submetidos ao uso do colete Charleston. Os pacientes apresentavam ângulo de Cobb entre 25 e 45°. O tratamento com colete ortopédico teve duração de 34 meses para o grupo Boston e 17 meses para o grupo Charleston. Os resultados mostraram sucesso no tratamento, com progressão da curva menor que 6° em 66% do grupo Boston e em 43% do grupo Charleston, e quanto à necessidade de correção cirúrgica mostrou 15,6% no grupo Boston e 27,7% no Charleston. O autor avaliou ainda a progressão maior que 5° para curvaturas menores (25 a 35°) apresentando 29% para o grupo Boston e 47% para o grupo Charleston. Já para as curvas escolióticas maiores (36 a 45°) os resultados mostraram uma progressão maior que 5° em 43% dos pacientes que utilizaram colete Boston e 83% para o colete Charleston. O estudo mostrou uma maior eficácia do colete Boston para prevenir a progressão da curvatura escoliótica, bem como a necessidade de cirurgia. Apenas para as curvaturas toracolombares únicas

e lombares únicas os dois coletes mostraram a mesma eficácia. Com relação às curvas maiores foi mostrado que o colete Charleston exerce pouca influência na progressão da EIA<sup>84</sup>.

Outro estudo foi realizado por Howard et al.,<sup>85</sup>, comparando os diferentes tipos de coletes ortopédicos, sendo eles: TLSO, Charleston e Milwaukee em 170 pacientes com escoliose, divididos em 45 pacientes com uso de TLSO (idade média de 12 anos), 95 pacientes com uso do Charleston (idade média de 13 anos) e 30 pacientes com colete Milwaukee (idade média de 12 anos). O ângulo de Cobb foi de 34° no colete TLSO, 35° no colete Charleston, e 37° no colete Milwaukee. Os coletes TLSO e Milwaukee foram utilizados em tempo integral e Charleston apenas a noite, sendo o tempo médio de uso dos coletes de 23, 27 e 21 meses respectivamente. Após o término do tratamento, o monitoramento foi de 20, 19 e 16 meses, respectivamente. Os resultados mostraram uma progressão maior que 6° no ângulo de Cobb em 29% com o colete TLSO, 52% com o colete Charleston e 65% do com o colete Milwaukee. Em progressão acima de 10° em 14% foram com o uso do colete TLSO, 28% com o colete Charleston e 43% com o colete Milwaukee, sendo a necessidade de cirurgia em 18% com o colete TLSO, 31% com o colete Charleston e 20% com o colete Milwaukee. A conclusão dos autores foi a maior eficácia do colete TLSO em relação aos coletes: Charleston e Milwaukee<sup>85</sup>.

Outro estudo verificou a eficácia do colete ortopédico de Providence em 36 adolescentes do sexo feminino (média de 13,5 anos e ângulo de Cobb superior a 25°), por 8h diária durante de quase dois anos (1,8 anos). Os resultados mostraram que 27% das pacientes com o uso do colete de Providence apresentaram progressão da curva acima de 5°, com apenas 2,7% com necessidade de tratamento cirúrgico. Além disso, a correção de 92% do uso do colete foi para pacientes com ângulo de Cobb menor que 35° e curvatura escoliótica tóraco-lombar<sup>57</sup>.

Utilizando a cinta SpineCor para o tratamento da EIA por 20 horas diárias durante o período de 18 meses estudo com 170 pacientes, com faixa etária entre 10 e

15 anos e ângulo de Cobb entre 25 e 40°, mostraram que 59,4% dos pacientes apresentaram correção ou estabilização da curva, enquanto que 10,6% apresentaram progressão maior que 6° no ângulo de Cobb e 22,9% necessitaram de tratamento cirúrgico. Os autores concluem que os resultados obtidos permaneceram eficientes com o acompanhamento de 2 anos, após o término do tratamento com a cinta, sendo considerada eficaz no tratamento da EIA<sup>55</sup>. Comparando cintas SpineCor e coletes rígidos por 23 h diárias em adolescentes com ângulo de Cobb entre 20 e 30° mostraram progressão da curva menor que 5° em 68% pacientes com SpineCor e 95% com colete rígida, enquanto que a correção cirúrgica foi indicada para 4,5% das pacientes com cinta SpineCor e 4,7% com o colete rígido (Wong et al., 2008). Neste racional, estudo comprando o colete TLSO e a cinta SpineCor, a progressão da curvatura escoliótica foi menor de 5° em 53% no SpineCor e 60% no TLSO, mas sem diferença estatística significativa entre os dois tipos de órtese<sup>56</sup>.

Estudo comparando o colete ortopédico do tipo Sforzesco e Lyon por 23 horas diárias durante seis meses, associados aos exercícios específicos em 30 adolescentes com EIA (média 14 anos) e controle (média 13 anos) para correção do ângulo de Cobb entre 43° e 47°. Os resultados mostraram maior eficácia no uso de colete de Sforzesco para curvaturas escolióticas lombares e torácicas, porém, para curvas tóracolombares o colete de Lyon apresentou melhores desfechos<sup>87</sup>. Outro estudo comparando o colete ortopédico do tipo TLSO (órtese tóraco-lombo-sacral) e Providence para tratamento da EIA por um período de 16,5 meses e os resultados mostraram progressão da curvatura escoliótica abaixo de 5° em 15% dos pacientes com TLSO e 31% dos adolescentes com o uso do colete Providence<sup>88</sup>. Segundo Negrini et al.,<sup>52</sup>, curvaturas escolióticas com ângulo de Cobb de 25 a 40°, o colete ortopédico associado aos exercícios específicos mostrou eficiente para evitar o tratamento cirúrgico.

Avaliando a eficácia do uso do colete ortopédico por 20h diárias associado a exercícios de fisioterapia para tratamento da EIA com ângulo de Cobb entre 20 e 45°

mostraram redução de ângulo de Cobb em 25,3% das pacientes, porém, mantendo-se abaixo de 50° em 39,2% e progressão do ângulo de Cobb superior a 50° em 12,7% dos pacientes<sup>54</sup>. Ainda nesta linha, estudo comparando vários tipos de coletes ortopédicos: Lyon (61,6%), Sforzesco (13,7%) e SpineCor (6,8%) associado a exercícios de fisioterapia convencional (47,9%), exercícios fisioterápicos específicos (47,9%) e sem exercício (4%), mostraram redução de ângulo de Cobb menor que 6° em 40% das pacientes, sendo o tratamento cirúrgico indicado em apenas 1,5% das pacientes tratadas<sup>42</sup>. Outro estudo com o uso do colete ortopédico do tipo Lyon em 102 pacientes do sexo feminino, das quais 69 chegaram ao final do tratamento, 17 o abandonaram e 16 ainda estavam em sua vigência na época da publicação. A faixa etária analisada foi de 11 anos apresentando única curva torácica com ângulo de Cobb entre 25 e 40°. O tratamento proposto foi o uso do colete por 18 a 22 horas diárias e os resultados mostraram que 85,5% reduziram a curvatura escoliótica, no qual 13% manteve estabilizado e 1,5% progrediu a curvatura, porém, sem nenhuma indicação cirúrgica após o tratamento<sup>51</sup>. Estudo realizado com colete ortopédico Sforzesco para tratamento da EIA com ângulo de Cobb maior que 40° mostrou-se eficaz para redução da curvatura escoliótica<sup>89</sup>.

### **3.6 Tratamento cirúrgico para EIAS**

O tratamento cirúrgico na EIA tem como objetivo a correção da curva escoliótica, melhorando a questão estética, e, conseqüentemente a qualidade de vida do paciente<sup>90</sup>. Em pacientes esqueleticamente imaturos, com ângulo de Cobb maior que 45° ou pacientes esqueleticamente maduros com ângulo de Cobb maior que 50°, o tratamento cirúrgico é indicado pelo risco de progressão da curvatura escoliótica<sup>90,91</sup>.

O tratamento conservador para EIA tem altas taxas de sucesso, podendo chegar a 75%, mas em caso de insucesso deste tratamento, em especial na progressão da curvatura escoliótica é indicado o tratamento cirúrgico. Para tanto, os principais fatores

de riscos para essa falha podem se direcionar pela má conformidade da órtese (colete ortopédico), o baixo nível de maturidade esquelética, o ângulo de Cobb inicial maior que 45° e a rotação da coluna, tanto adolescentes quanto adultos<sup>91</sup>.

## **4. CASUÍSTICA E MÉTODOS**

### **4.1 Desenho experimental**

A presente pesquisa trata-se de um estudo de coorte prospectivo do tipo intervencional. Os adolescentes foram recrutados no período de Maio à Dezembro de 2020, conforme tratamento de reabilitação do Instituto Científico Especializado em Reabilitação-REAB da cidade de Campinas e São Paulo -SP.

Este estudo foi previamente submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Santo Amaro-UNISA, obtendo parecer de aprovação sobre o número: 2.729.155. Todas os adolescentes que participarão da pesquisa, previamente, assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido e o Termo de Assentimento do seu responsável, elaborado conforme resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde. Os dados foram coletados parcialmente, ao Laboratório de Biomecânica e Reabilitação Musculoesquelética da Universidade Santo Amaro -UNISA, localizado R. Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340 - Jardim das Imbuías, São Paulo - SP, 04829-300.

Quarente e cinco pacientes com EIA foram recrutadas para intervenção com colete ortopédico imediato e associado a um protocolo de exercícios específicos durante o período de seis meses. As avaliações foram realizadas na condição inicial (T0) e após tratamento de 24h do colete ortopédico do tipo S4D, e (T3) após intervenção com colete ortopédico S4D associado a um protocolo de exercícios específicos denominado S4D por seis meses consecutivos, totalizando 12 sessões de tratamento.

### **4.2 Participantes e Recrutamento**

Após recrutamento dos pacientes foi realizado uma entrevista prévia para verificar se, de fato, as adolescentes se enquadravam nos critérios de elegibilidade para participação no estudo. Aquelas que não se enquadraram aos critérios de elegibilidade, não seguiram para participação do estudo.

Os critérios de elegibilidade para este estudo foram: adolescentes entre 13 e 15 anos de idade e com diagnóstico de EIA confirmado pelo Raio-X em curvaturas torácicas ou lombares de acordo com a classificação de Lenke (1-6)<sup>92</sup>; índice de massa corporal menor que 35 kg/m<sup>2</sup>; doenças vestibulo-coclear, arritmias cardíacas e/ou respiratórias sem estar controladas, síndrome convulsiva, bem como disfunções musculoesqueléticas em membros inferiores relacionadas ao sistema nervoso central e periférico, neuropatias diabéticas, artrite reumatoide, deformidades rígidas nos pés, infiltrações em pés e tornozelos nos últimos três meses, cirurgia prévia ou prevista da coluna vertebral nos próximos doze meses e deficiência mental. Não poderiam também possuir próteses e/ou órteses em membros inferiores ou fraturas nos últimos 6 meses, bem como não apresentar quadros de deambulação de forma independente e nem estar recebendo outro tratamento fisioterapêutico durante período da intervenção<sup>93</sup>.

#### **4.3 Avaliação dos parâmetros clínicos, radiológicos e biomecânicos**

Primeiramente, foi aplicado um questionário de entrevista sobre as características antropométricas e clínica referente a maturidade esquelética pelo sinal de Risser. Logo após isso, foi realizado o exame de imagem do Raio-X da coluna vertebral. Para registro da imagem o adolescente permaneceu em posição estática com os pés apoiados sobre o chão e o antebraço flexionado com os punhos/mãos posicionados sobre as clavículas, sendo as medidas realizadas por um técnico com experiência em radiologia. As radiografias foram centradas em T12 durante a inspiração, com uma distância de 2 metros entre o filme e o foco. Todas as imagens foram transferidas para um computador como imagens digitais e avaliadas no software de imagem Surgimap Spine (Nemaris Inc., New York, USA)<sup>93</sup>.

Para cálculo do ângulo de Cobb torácico e lombar, bem como da curvatura escoliótica principal utilizou-se os seguintes parâmetros: identificar as vértebras terminais e traçar uma linha na extremidade superior da vértebra terminal cranial e a

outra linha traçada perpendicularmente com a linha vertebral. Na sequência, traçou-se uma linha pela extremidade inferior da vértebra caudal da curva seguido de um ângulo reto a essa linha. O ângulo Cobb resultante foi formado pela intersecção das duas linhas perpendiculares às vértebras terminais, conforme apresentado na figura 1. Vale ressaltar que todas as medidas foram realizadas pelo mesmo médico ortopedista, responsável pela pesquisa<sup>46,93</sup>.

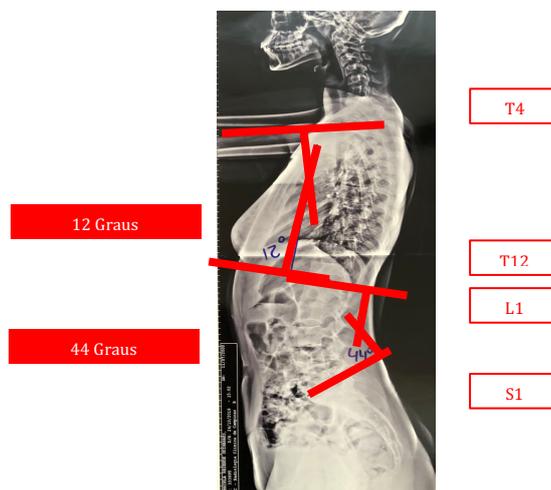


Figura 1 – Representação da mensuração do ângulo de Cobb da coluna vertebral de adolescentes com escoliose idiopática.

A mensuração do ângulo de cifose torácica é feita pela avaliação sagital da coluna vertebral, é formado a partir da intersecção de linhas perpendiculares às que tangenciam a extremidade craniana da quarta vértebra torácica e a extremidade caudal da décima segunda vértebra torácica. O ângulo de lordose lombar é mensurado da intersecção de linhas perpendiculares formado pela extremidade craniana da primeira vértebra lombar e extremidade caudal da primeira vértebra sacral<sup>94</sup>.

Para a avaliação biomecânica do equilíbrio estático foi utilizado a plataforma de pressão (Loran®, Itália), com a paciente foi posicionada em apoio bipodal com os olhos abertos e braços ao longo do corpo, durante a permanência na postura estática quieta por 60 segundos consecutivos. As variáveis mensuradas foram as oscilações posturais (COP) ântero-posterior e médio-lateral, bem como a velocidade (m/seg.) e a distância de oscilação (cm) em relação ao centro de gravidade.

Para avaliação biomecânica da distribuição da pressão plantar durante a marcha foi utilizada a mesma plataforma de pressão (Loran® Sensor Medica Inc., Rome, Italy), com dimensões de 3240 mm de comprimento, 620 mm de largura, 20 mm de altura, 29 kg de peso. Faz parte do equipamento, sensores resistivos de sensores de pressão, distribuídos homogeneamente (4 sensores/cm<sup>2</sup>). A plataforma foi conectada a um notebook de mesa para transmissão dos dados que foram coletados à uma frequência 100Hz. As adolescentes realizaram a marcha em uma cadência pré-estabelecida. Para assegurar que as mesmas tivessem alcançado essa cadência, as aquisições da pressão plantar foram monitoradas através de um cronômetro. A habituação da adolescente ao ambiente de coleta e aos instrumentos foi realizada para diminuição do efeito retroativo. Após a ambientação, as adolescentes andaram sobre uma pista plana de borracha sintética há uma distância de 20 metros. Foram cronometrados e válidos para as análises os passos compreendidos nos 10 metros intermediários, totalizando assim, aproximadamente 12 passos, capturados em seis idas e voltas do andar para registro do apoio dos pés sobre a plataforma<sup>95</sup>.

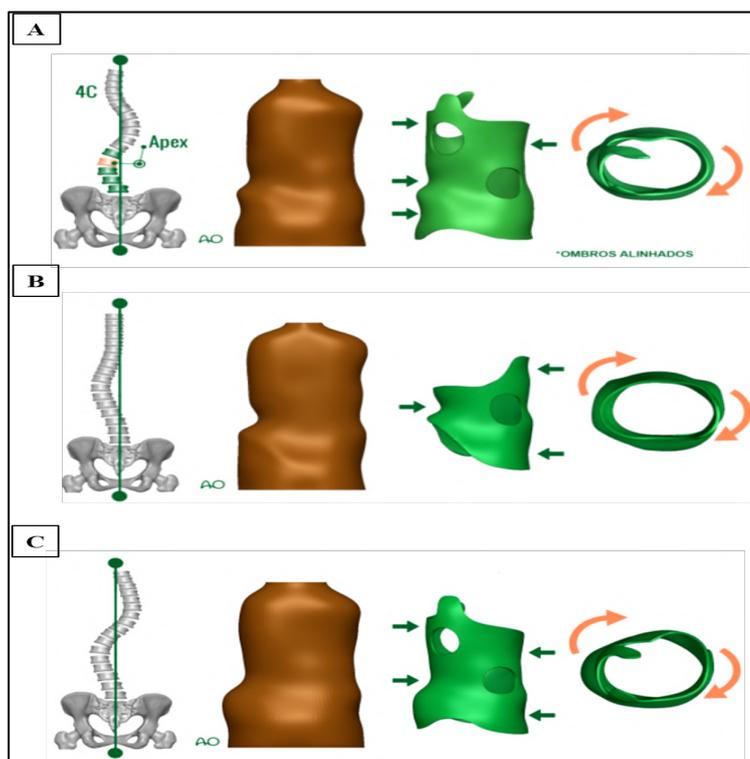
As variáveis da pressão plantar analisadas e mensuradas foram: 1) Valor máximo do pico de pressão por área selecionada: representa o valor da pressão máxima (expressa em kPa); 2) Força máxima: representa o valor da força máxima (expressa em N) e, 3) Área de contato: representa a área em que os sensores foram ativados (pressionados) em cada passo (expressa em cm<sup>2</sup>). Todas as variáveis de pressão plantar foram analisadas em 4 áreas plantares dos pés. Para isso, o pé foi dividido em quatro áreas: retropé medial e lateral (30% do comprimento do pé), mediopé (30% do comprimento do pé) e antepé e dedos (40% do comprimento do pé)<sup>95</sup>.

#### **4.5 Tratamento com colete ortopédico e exercícios específicos**

A The International Society on Scoliosis Orthopaedic and Rehabilitation Treatment (SOSORT), estabelece que o tratamento conservador com colete e exercícios

específicos são benéficos para correção e prevenção progressiva da curvatura escoliótica<sup>52-54,85,87</sup>. Dessa forma, com base na literatura, utilizou-se o colete ortopédico S4D, de característica 3D tridimensional, o qual vem sendo um dos mais aceitos e utilizados a nível mundial, visto sua recomendação para tratamento da EIA em conjunto com os exercícios específicos, com a ação de fornecer correção em 3D da coluna (Fig 2).

Figura 2 – Demonstração das forças atuantes pelo Colete Ortopédico S4D das adolescentes com escoliose idiopática.



#### 4.5.1 Protocolo do Programa de Exercícios Específicos

O programa de intervenção com exercícios específicos teve duração de seis meses consecutivos associado ao uso do colete ortopédico de S4D por 24h e após seis meses de tratamento com colete S4D (uso médio de 12-18h diárias) associado a exercícios específicos, com uma frequência de duas sessões mensais, com duração de 40 minutos cada uma. Após finalização do programa de intervenção, as pacientes foram reavaliadas sobre os efeitos clínicos, radiológicos e biomecânicos. O protocolo de

intervenção, com os exercícios específicos, foi dividido em três fases, seguindo uma progressão de acordo com a melhora da participante, sendo elas:

- 1) Treino com exercícios de crescimento axial e autocorreção da coluna vertebral nos planos frontais e sagital;
- 2) Treino de exercícios de rotação, estabilização, mobilização e alongamento;
- 3) Treino de coordenação motora: dupla tarefa, funcionalidade e equilíbrio.

Vale ressaltar que todos os exercícios propostos no programa de intervenção foram pautados em evidências da literatura em estudos de revisão sistemática e de ensaio clínicos<sup>52-54,87</sup>. A descrição completa do protocolo de intervenção, bem como o modo de execução dos exercícios, os critérios de progressão em cada fase, o volume e a duração dos exercícios para cada fase de intervenção estão apresentados no quadro 1, 2 e 3.

**Quadro 1** – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de crescimento axial e auto-correção da coluna vertebral (plano frontal e sagital) para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Treino	Descrição Exercícios	Execução dos Exercícios
<b>Treino com exercícios de crescimento axial e auto-correção da coluna vertebral (plano frontal e sagital)</b>	<b>Crescimento axial com respiração</b>	Sentado, com pés e joelhos afastados e alinhados para frente, mãos empurrando as pernas para crescimento axial do tronco com correção curvatura escoliótica associado inspiração.
	<b>Auto-correção da coluna vertebral</b>	Sentado, com pés e joelhos afastados e alinhados para frente, com uma mão na nuca e a outra contra-lateral a curva torácica empurrando a perna para crescimento axial do tronco associado a expansão respiratória para correção da convexidade da curvatura.
<b>Parâmetros de Intensidade</b>	<b>Frequência</b>	2 sessões / mensais
	<b>Repetição</b>	10 mantendo três ciclos respiratórios
	<b>Duração Descanso</b>	3 a 5 minutos 30 segundos a cada 5 repetições
<b>Parâmetros de Progressão</b>	<b>Sintomas</b>	Sem dor ou Fadiga Muscular

**Quadro 2** – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de rotação, estabilização, mobilização e alongamento para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Treino	Descrição Exercícios	Execução dos Exercícios
<b>Treino de exercícios de rotação, estabilização, mobilização e alongamento</b>	<b>Rotação com estabilização</b>	Sentado, com pés e joelhos afastados e alinhados para frente, mãos no bastão (direção vertical, diagonal e horizontal) apoiado no lado côncavo da curva escoliótica, mantendo os cotovelos perpendiculares ao bastão e realizar a correção da curvatura no plano sagital associada a respiração de expansão torácica com rotação do tronco para o lado côncavo da curvatura.
	<b>Rotação com descompressão</b>	Sentado, com pés e joelhos afastados e alinhados para frente, mão para cima com ombro abduzido à 180 graus do lado côncavo da curva torácica para descomprimir e a outra mão empurrando a coxa para o crescimento axial do corpo. Realizar correção da rotação no plano sagital associada a respiração de expansão torácica com rotação do tronco para o lado côncavo da curvatura.
	<b>Rotação com mobilização e resistência de força</b>	Sentado, com pés e joelhos afastados e alinhados para frente, mão no bastão vertical do lado côncavo da curvatura escoliótica e a outra mão segurando a maçaneta da porta aberta, mantendo o cotovelo perpendicular ao solo. Realizar correção da rotação no plano sagital associada a respiração de expansão torácica com rotação do tronco para o lado côncavo da curvatura.
<b>Parâmetros de Intensidade</b>	<b>Frequência</b>	Em pé, com os pés virados para frente, o membro inferior do lado côncavo da curvatura escolótica na frente em flexão de quadril e o pé segurando a ponta da faixa elástica. As mãos segurando a outra ponta faixa elástica, com os cotovelos altos. Realizar correção da rotação no plano sagital associada a respiração de expansão torácica com rotação do tronco para o lado côncavo da curvatura. 2 sessões / mensais
<b>Parâmetros de Progressão</b>	<b>Repetição</b>	10 mantendo três ciclos respiratórios
	<b>Duração Descanso</b>	3 a 5 minutos 30 segundos a cada 5 repetições
	<b>Sintomas</b>	Sem dor ou Fadiga Muscular

**Quadro 3** – Protocolo de Intervenção com exercícios específicos de coordenação motora: dupla tarefa, funcionalidade e equilíbrio para adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Treino	Descrição Exercícios	Execução dos Exercícios
<b>Treino de coordenação motora: dupla tarefa, funcionalidade e equilíbrio</b>	<b>Coordenação com membro inferior a frente e os pés sobre o chão na postura estática</b>	Em pé, com as mãos e antebraços apoiados no batente da porta e ombros em 110° de abdução. O membro inferior do lado convexo da curvatura escoliótica para frente, com o joelho em flexão, e o membro inferior do lado côncavo da curva para trás com o joelho em extensão. Realizar correção da rotação com manutenção da curvatura no plano sagital associada a respiração (expansão torácica).
	<b>Coordenação com membro inferior a frente e atrás simulando o andar dinâmico com ou sem apoios dos pés sobre disco proprioceptivo</b>	Em pé, com as mãos apoiadas na cintura e cotovelos abertos. Pés paralelos e alinhados para frente, membro inferior pra frente do lado convexo da curvatura escoliótica. Realizar correção da rotação e manutenção da curvatura no plano sagital, e, em seguida, realizar um passo a frente do membro inferior do lado convexo da curvatura, com o joelho em flexão e os pés no chão progredindo para o disco proprioceptivo, e o contralateral (lado côncavo da curvatura) para trás, com o joelho em extensão. Realizar correção da rotação com manutenção da curvatura no plano sagital associada a respiração (expansão torácica).
<b>Parâmetros de Intensidade</b>	<b>Frequência</b>	2 sessões / mensais
	<b>Repetição</b>	10 mantendo três ciclos respiratórios
	<b>Duração</b> <b>Descanso</b>	3 a 5 minutos 30 segundos a cada 5 repetições
<b>Parâmetros de Progressão</b>	<b>Sintomas</b>	Completo as repetições com parâmetros respiratórios cíclicos

#### 4.7 Análise Estatística

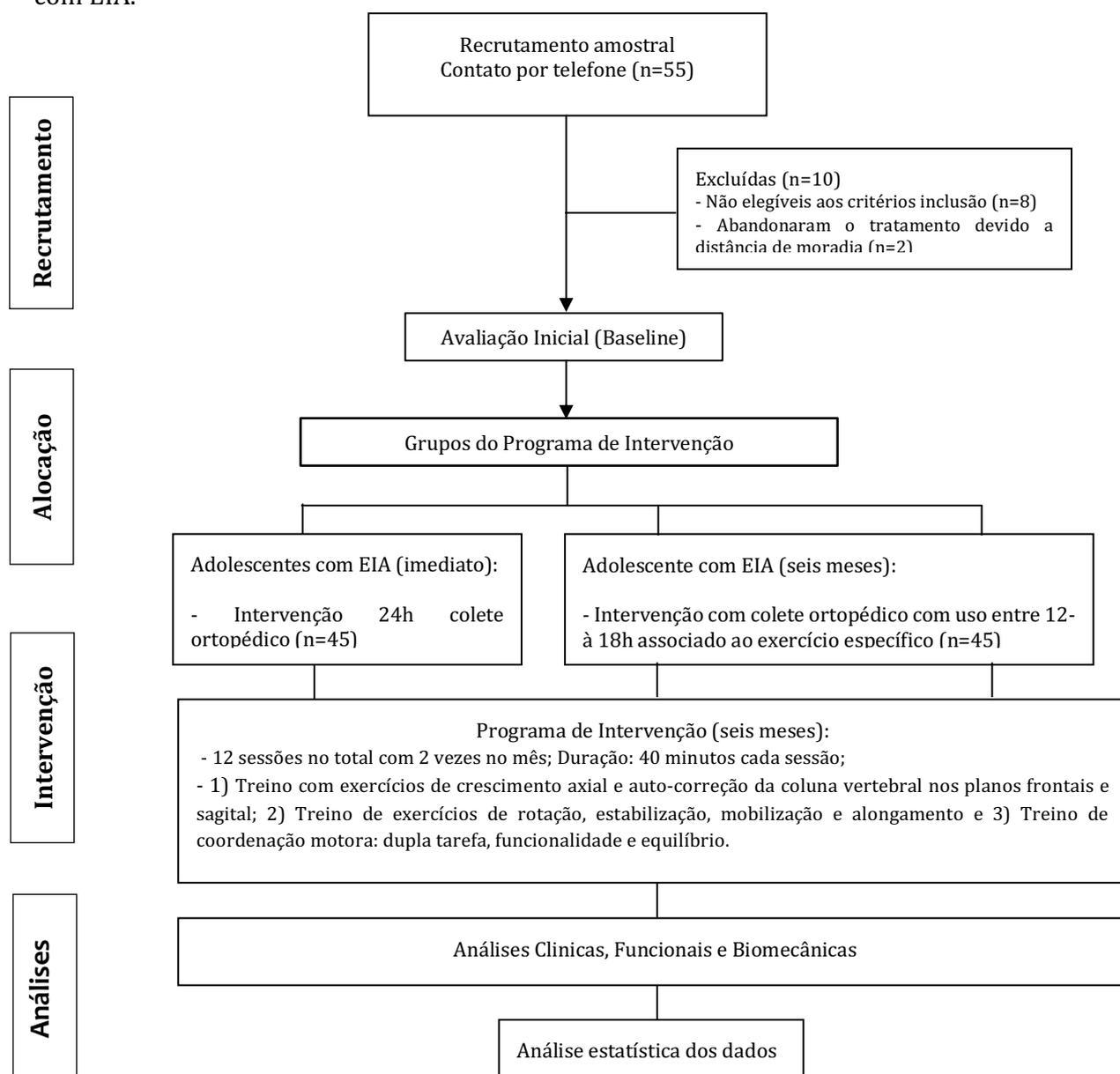
A normalidade dos dados foi testada por meio do teste de Shapiro-Wilks e após confirmada foram aplicados testes paramétricos. As características antropométricas, variáveis clínicas, radiológicas e biomecânicas (pré-colete, colete 24h e após seis meses de colete associado aos exercícios) foram verificados por meio do Análise de Variância-ANOVAs, one-way, medidas repedidas, seguida do post-hoc de Tukey.

Para calcular o tamanho do efeito, foi utilizado o teste de Cohen d, os quais os valores de 0,2, 0,5 e 0,8 foram considerados pequenos, médios e grandes tamanhos de efeito, respectivamente. Para todas as análises, foi adotado nível de significância de 5%.

## 5. RESULTADOS

Inicialmente, 55 adolescentes com EIA se ofereceram para participar deste estudo; 8 foram excluídos pelos critérios de elegibilidade e dois abandonaram o tratamento devido a distância de moradia em relação a clínica de reabilitação (Figura 3). No total 45 adolescentes com EIA participaram e completaram o programa de intervenção proposto, referentes a intervenção imediata com colete ortopédico S4D por 24h diária e ao final de seis meses de tratamento com uso do colete associado aos exercícios específicos.

**Figura 3** – Representação do fluxograma do protocolo de Intervenção dos adolescentes com EIA.



As características antropométricas e de maturidade esquelética das adolescentes com EIA não se mostram com diferenças significantes entre os diferentes momentos de tratamento: com colete e com colete e exercícios específicos em comparação a condição inicial, conforme apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Perfil antropométrico e da maturidade esquelética das adolescentes com escoliose idiopática (EIA) entre os diferentes momentos: pré-colete, após colete 24h e após seis meses de colete e exercícios (EIA).

Variáveis antropométricas	Pré Colete	Colete 24h	Colete e Exercícios	p
Idade (anos)	13,2±1,6	13,4±1,6	13,6±1,7	0,687
Estatura (m)	1,5±0,1	1,5±0,2	1,5±0,2	0,339
Massa corporal (kg)	49,2±8,0	49,1±8,0	50,2±8,8	0,858
Índice de Massa Corpórea IMC (kg/cm <sup>2</sup> )	16,5±4,5	16,4±3,5	15,8±2,6	0,840
Risser (sinal)	2,0±1,7	2,0±1,7	2,0±1,4	0,735

\* Teste ANOVA one-way, medida repetidas entre os grupos: pré-colete, colete 24h e colete e exercício, considerando diferenças significantes  $p < 0.05$ .

Na comparação dos parâmetros radiográficos da curvatura escoliótica pode-se observar uma redução de 12,0 graus do ângulo de Cobb, com tamanho de efeito alto e significativo, após o uso do colete por 24h e de 5,3 graus após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos. Em relação ao ângulo de Cobb torácico obteve-se uma correção de 6,3 graus após uso do colete 24h e de 4,5 graus após seis meses de colete e exercícios específicos. No ângulo de Cobb lombar a correção foi de 9,5 graus após uso do colete 24h e de 7,2 graus após seis meses de colete e exercícios específicos, conforme observado na tabela 2.

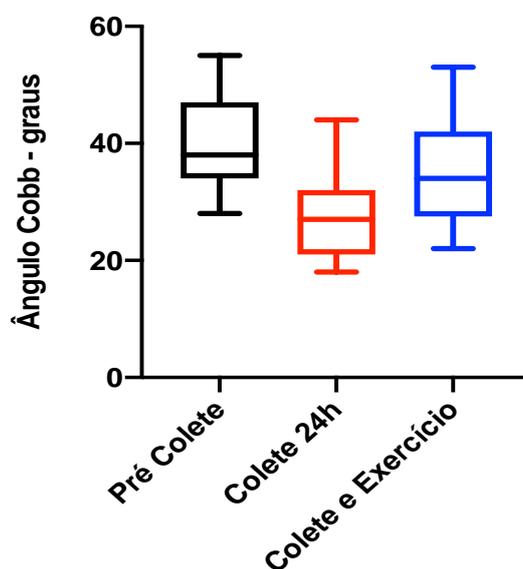
Tabela 2 –Comparações entre a condição inicial (pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h (Colete 24h) e após seis meses de colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) das adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Parâmetros radiográficos	Pré-Colete (1)	Colete 24h (2)	Colete e Exercício (3)	d <sup>(1-2)</sup>	d <sup>(1-3)</sup>	p
Ângulo de Cobb (principal - graus)	40,3±7,9	28,3±7,1	35,1±8,8	1,30	0,62	<0,001**
Ângulo de Cifose Torácica (graus)	34,2±13,9	27,9±10,8	29,7±13,5	0,50	0,98	0,042**
Ângulo de lordose Lombar (graus)	32,1±13,5	22,6±7,0	24,9±14,6	0,88	0,51	0,025**

Teste de ANOVAs one-way, medida repetidas, com post-hoc Tukey, considerando diferenças significantes  $p < 0.05$ . \*Diferença entre pré-colete e colete 24h. #Diferença entre pré-colete e colete e exercício, Cohen's d teste par verificar o tamanho de efeito.

De acordo com a figura 4, observa-se a maior efetividade de redução do ângulo de Cobb foi após o uso do colete por 24h em comparação a condição após seis meses de uso do colete ortopédico associado aos exercícios específicos nas adolescentes com escoliose idiopática.

**Figura 4** – Representação do ângulo de Cobb da curvatura escoliótica principal entre os diferentes momentos de tratamento das adolescentes com escoliose idiopática.



Na tabela 3, observa-se os aspectos biomecânicos da distribuição da carga plantar dos pés durante a realização da marcha das adolescentes com EIA, onde se verificou que a área de contato reduziu em antepé, bem como o pico de pressão em todas as áreas dos pés (antepé, mediopé e retropé medial e lateral) e a força máxima em antepé e retropé após o uso do colete ortopédico S4D por 24h e após seis meses de tratamento com colete associado aos exercícios específicos de reabilitação (Tabela 3). Em relação ao tamanho de efeito do uso colete ortopédico S4D após 24h e após seis meses do tratamento do colete associado aos exercícios, ressalta-se os efeitos de alto a moderado para redução do pico de pressão no mediopé ( $d=1,30$ ;  $d=1,18$ ) e da força máxima em antepé ( $d=0,58$ ;  $d=0,34$ ) e retropé medial ( $d=0,34$ ;  $d=0,31$ ).

Tabela 3 – Comparações da distribuição da pressão plantar durante a marcha entre os diferentes grupos: condição inicial (grupo pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de 24h (grupo pós-colete) em adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Pressão Plantar durante a marcha	Regiões dos pés	Pré-Colete (1)	Colete 24h (2)	Colete e Exercício (3)	d <sup>(1-2)</sup>	d <sup>(1-3)</sup>	p
Área de Contato (cm <sup>2</sup> )	Antepé	11,6±5,0	9,7±3,2	8,1±1,4	0,10	0,10	0,003**
	Mediopé	9,5±6,7	11,2±5,4	8,8±5,6	0,23	0,20	0,393
	Retropé Medial	16,5±3,6	15,4±3,2	15,5±3,1	0,10	0,10	0,316
	Retropé Lateral	16,8±3,4	15,6±3,2	15,7±3,3	0,29	0,30	0,296
Pico de Pressão (KPa)	Antepé	245,6±41,7	237,8±45,2	237,3±46,5	0,17	0,18	0,001**
	Mediopé	82,8±5,3	74,8±6,5	77,3±4,5	1,30	1,18	0,025**
	Retropé Medial	280,5±58,5	265,6±65,8	271,6±48,1	0,23	0,16	0,001**
Força máxima (N/kg)	Retropé Lateral	268,5±53,3	255,8±65,8	256,8±45,0	0,21	0,23	0,001**
	Antepé	10,8±3,0	9,2±2,4	9,8±2,8	0,58	0,34	0,045**
	Mediopé	4,8±2,8	4,7±2,6	4,6±2,9	0,11	0,10	0,470
	Retropé Medial	23,6±9,7	20,8±6,3	20,9±7,1	0,34	0,31	0,045**
	Retropé Lateral	21,1±7,9	19,3±5,8	18,8±7,5	0,26	0,30	0,038**

Teste de ANOVAs one-way, medida repetidas, com post-hoc Tukey, considerando diferenças significantes  $p<0.05$ . \*Diferença entre pré-colete e colete 24h. #Diferença entre pré-colete e colete e exercício, Cohen's d teste par verificar o tamanho de efeito.

Durante a postura estática, observou-se que a área de contato do retropé medial e lateral foi aumentada após o uso do colete por 24h e após seis meses de tratamento com colete associado aos exercícios específicos. Já o pico de pressão e a força máxima sobre a região do retropé medial e lateral, mostraram-se reduzidos, com tamanho de efeito de pequeno a moderado, após o uso do colete 24h e seis meses após o tratamento com colete e exercícios específicos, com tamanho de efeito. A força máxima também se mostrou reduzida em região do mediopé, para ambos os momentos de tratamento (Tabela 4). Essa estratégia de apoio dos pés mostra uma melhor distribuição da carga plantar para ajuste do equilíbrio corporal, aumentando a área de contato sobre o retropé, a qual favoreceu a redução de sobrecarga sobre o retropé, facilitando assim, a estabilização corporal para a parte posterior dos pés, na tentativa de manter o equilíbrio corporal na condição estática e durante o andar, conforme observado na tabela 3 e 4.

Tabela 4 – Comparações da postura estática entre os diferentes grupos: condição inicial (grupo pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de 24h (grupo pós-colete) e após seis meses de colete e exercícios específicos (Colete e Exercícios) em adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Postura estática	Regiões dos pés	Pré-Colete (1)	Colete 24h (2)	Colete e Exercício (3)	d <sup>(1-2)</sup>	d <sup>(1-3)</sup>	p*
Área de Contato (cm <sup>2</sup> )	Antepé	7,4±2,7	6,6±2,6	6,2±2,6	0,30	0,45	0,143
	Mediopé	7,0±2,5	7,1±2,6	6,4±2,7	0,14	0,23	0,116
	Retropé Medial	15,4±2,8	16,9±3,6	16,7±2,7	0,46	0,47	0,035*
	Retropé Lateral	15,7±2,4	16,6±3,2	16,1±2,6	0,31	0,16	0,047*
Pico de Pressão (KPa)	Antepé	77,8±47,5	66,3±43,0	55,5±40,2	0,25	0,50	0,134
	Mediopé	37,9±19,1	35,6±17,6	30,4±12,3	0,12	0,46	0,133
	Retropé Medial	174,4±84,9	205,8±79,6	168,3±78,9	0,38	0,17	0,011*
Força máxima (N/kg)	Retropé Lateral	159,2±76,3	185,7±74,7	148,0±74,1	0,35	0,11	0,016*
	Antepé	2,8±0,8	2,1±0,9	3,3±1,9	0,82	0,34	0,106
	Mediopé	2,0±0,6	1,4±0,6	1,5±0,8	1,0	0,70	0,008**
	Retropé Medial	11,6±6,3	13,2±5,8	10,4±5,0	0,42	0,22	0,035**
	Retropé Lateral	8,8±3,3	9,8±4,1	7,5±3,9	0,53	0,20	0,001**

Teste de ANOVAs one-way, medida repetidas, com post-hoc Tukey, considerando diferenças significantes p<0.05. \*Diferença entre pré-colete e colete 24h. \*\*Diferença entre pré-colete e colete e exercício, Cohen's d teste par verificar o tamanho de efeito.

No último parâmetro direcionado ao equilíbrio corporal pode-se observar um aumento significativo, com tamanho de efeito de moderado a alto, da oscilação corporal em relação ao centro de gravidade, bem como das oscilações corporais dos pés: direito e esquerdo, apenas após seis meses de tratamento com o uso do colete associado aos exercícios específicos. Já as oscilações ântero-posterior e médio-lateral, bem como a distância de oscilação, mostraram-se significativamente aumentada com o uso do colete por 24h e após seis meses do uso do colete associado aos exercícios específicos. Em relação a velocidade de oscilação, esta não se mostrou diferente para ambos os momentos de tratamento das EIA (tabela 5).

Tabela 5 - Comparações do equilíbrio corporal entre os diferentes grupos: condição inicial (grupo pré-colete) e após a sua colocação no intervalo de um dia-24h e após seis meses de colete e exercícios específicos em adolescentes com escoliose idiopática (EIA).

Parâmetros Equilíbrio Corporal	Pré-Colete (1)	Colete 24h (2)	Colete e Exercício (3)	d (1-2)	d (1-3)	p
Oscilação corporal ao centro de gravidade	230,4±48,8	334,0±31,9	351,8±29,5	2,5	3,0	0,018#
Oscilação corporal pé direito	114,1±35,2	270,4±39,7	316,6±43,8	2,4	5,0	0,048#
Oscilação corporal pé esquerdo	118,1±48,0	137,3±26,8	175,7±32,5	0,50	1,4	0,037#
Oscilação ântero-posterior	0,73±0,8	0,76±0,2	1,58±0,9	0,50	0,99	0,002**
Oscilação médio-lateral	2,50±0,2	3,78±0,4	4,0±0,9	3,7	2,3	0,007**
Distância (cm)	389,0±30,4	461,1±33,8	505,4±31,9	2,2	3,7	0,038**
Velocidade (m/seg.)	0,010±0,1	0,020±0,5	0,021±0,5	0,02	0,03	0,215

Teste de ANOVAs one-way, medida repetidas, com post-hoc Tukey, considerando diferenças significantes  $p < 0.05$ . \*Diferença entre pré-colete e colete 24h. #Diferença entre pré-colete e colete e exercício, Cohen's d teste par verificar o tamanho de efeito.

## 6. DISCUSSÃO

O propósito deste estudo foi avaliar a o efeito terapêutico do tratamento conservador com colete ortopédico agudo e ao longo de seis meses associado aos exercícios específicos sobre os parâmetros clínicos, do equilíbrio corporal e da marcha em EIA. Os principais resultados mostraram que o ângulo de Cobb reduziu em média de 12 graus, com tamanho de efeito alto e significativo, após o uso do colete por 24h e em média de 5,3 graus após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos. Já os parâmetros radiográficos do ângulo de Cobb torácico e Cobb lombar a correção foi maior após uso do colete 24h (6,3 graus; 9,5 graus, respectivamente) e menor após seis meses de colete e exercícios específicos (4,5 graus; 7,2 graus, respectivamente). Durante a marcha observou-se a redução da área de contato sobre o antepé e do pico de pressão e força máxima sobre antepé e retropé (medial e lateral), bem como do pico de pressão sobre o mediopé, para ambas os momentos de tratamento de intervenção: após o uso do colete ortopédico S4D por 24h e após seis meses de tratamento com colete associado aos exercícios específicos de reabilitação. Na postura estática, observou-se que a área de contato do retropé (medial e lateral) aumentou enquanto que o pico de pressão e a força máxima reduziram após o uso do colete 24h e seis meses após o tratamento com colete e exercícios específicos, com tamanho de efeito, bem como da força máxima sobre a região do mediopé, mostrando uma melhor distribuição da carga plantar. No equilíbrio corporal pode-se observar um aumento significativo da oscilação corporal em relação ao centro de gravidade, bem como das oscilações ântero-posterior e médio-lateral e distância de oscilação, para ambos os momentos de intervenção das EIA.

Neste estudo, o uso imediato do colete ortopédico (S4D) por 24h, mostrou-se mais efetivo para corrigir o ângulo de Cobb quando comparado após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos, sendo a curvatura escoliótica principal direcionada para a região torácica, a qual também se mostrou efetivo para correção de

6,3 graus com o uso do colete por 24h em relação a 4,5 graus com o uso do colete associado aos exercícios. De acordo com a literatura, estudos que direcionaram a avaliar o ângulo de Cobb, pré e após uso de colete ortopédico por 18 a 23 horas por dia<sup>51,89</sup> durante um período de 2 a 3 anos<sup>56</sup>, observaram taxas de sucesso em relação à redução do ângulo de Cobb da curva escoliótica principal, com uma variação de correção em média de 3-6 graus de correção, Porém, a grande maioria da literatura observa os benefícios da prática de exercícios de reabilitação especializados<sup>52,53</sup> ou de fisioterapia<sup>54,96</sup> com o uso do colete ortopédico, em média de 18-24h ao dia, retirando apenas para o banho ou algumas tarefas diárias específicas, como dormir<sup>51,97</sup>. De acordo com estudo de revisão sistemática a combinação de colete ortopédico com exercícios aumenta a eficácia do tratamento em comparação com um único tratamento com exercícios, mas estudos adicionais, bem desenhados e de boa qualidade são necessários para avaliar a eficácia de diferentes métodos conservadores no tratamento da EIA<sup>44</sup>.

O diferencial deste estudo foi mostrar o efeito isolado do colete ortopédico, após o seu tempo de uso de 24 horas, e sua comparação com a continuidade do uso do colete a longo prazo (seis meses) associado aos exercícios específicos para correção do ângulo de Cobb da curvatura escoliótica principal. Outro ponto que diferencia este estudo foi que tivemos o cuidado de padronizar o tipo de colete ortopédico utilizado de forma imediata (24h) e a longo prazo (seis meses), sendo este tridimensional com todo o processo de confecção de acordo com a classificação e especificidade da curvatura escoliótica das adolescentes acometidas. Existem diversos tipos de coletes ortopédicos destinados ao tratamento da EIA, porém, atualmente, modelos de colete com ação mecânica tridimensional (3D), vem se destacando na literatura pelos resultados mais promissores, minimizando a piora e progressão da curvatura escoliótica<sup>91,98-102</sup>.

De acordo com as evidências da literatura, para obter completa eficiência do colete na EIA associado aos exercícios específicos, devem ser considerados alguns pontos cruciais, dentre eles destacam-se o índice de correção da curvatura escoliótica

com o uso do colete, o tempo de uso e adesão do paciente, a magnitude da curvatura escoliótica e o estágio de crescimento do adolescente<sup>91,103</sup>. Outro fator extrínseco, tão importante quanto, para melhor resposta e êxito ao tratamento, é o design do colete, visto sua maior interação social em ambiente escolar<sup>101,104,105</sup>. Neste estudo, consideramos alguns destes pontos, sendo eles: o efeito imediato do colete ortopédico, o tempo de uso do colete entre 12-18h, a padronização da maturidade esquelética (sinal de Risser) e a o design do colete associado a prática de exercícios específicos. Com todas estas considerações observou-se que a maior correção da curvatura escoliótica se faz com o uso imediato do colete, e, a sua manutenção de correção do ângulo de Cobb em 44,4% quando combinado aos exercícios específicos, ao longo de seis meses de tratamento. Fato este, que reforça a importância do tratamento conservador com colete associado a exercícios específicos, em longo prazo, para prevenir a progressão da escoliose.

Estudo realizado por Clin et al.,<sup>104</sup> avaliaram três pacientes com escoliose idiopática em modelos computacionais 3D, com o propósito de verificar a correção imediata do colete ortopédico sobre curvaturas escolióticas. Para isso, os autores utilizaram um modelo de elemento finito do tronco das pacientes, incluindo forças gravitacionais e propriedades mecânicas da coluna (rígida e flexível). A instalação da órtese foi simulada em cada paciente usando uma estrutura de design experimental. Para cada braçadeira do colete, era verificado a correção imediata do ângulo de Cobb e do momento de flexão nas vértebras apicais. Os autores concluíram que a quantidade de correção imediata necessária para anular o momento de flexão variou entre 19% e 61%, com média de 48% para modelo de coluna flexível e 27% para modelo de coluna rígida. O colete ortopédico permitiu maior correção da curvatura escoliótica no modelo da coluna flexível. Dessa forma, os autores concluíram a grande importância da correção imediata do colete para prever o prognóstico a longo prazo do tratamento com exercícios e melhor fornecer informações sobre a compreensão da mecânica do colete

imposta a coluna do paciente<sup>104</sup>. Neste estudo, o diferencial foi verificar o efeito agudo do colete (24H), e sua associação aos exercícios específicos durante seis meses de tratamento, com o cuidado de confeccionar o colete ortopédico com base na avaliação clínica e radiográfica para classificação da coluna em rígida ou flexível. Considerando essas especificidades da curvatura escoliótica, os resultados deste estudo mostraram a sua efetividade para correção imediata em até 12,0 graus (colete em 24h), com perspectiva de prognóstico corretivo da curvatura escoliótica em até 44,4%, ao longo de seis meses do tratamento.

Outra questão de grande importância discutida na literatura e abordada em alguns estudos de revisão<sup>21,22</sup> é a pouca compreensão dos aspectos biomecânicos do paciente com o uso do colete ortopédico, em especial durante a marcha em relação aos parâmetros de força e sobre o equilíbrio corporal frente a deformidade da coluna. Os estudos que avaliaram a marcha e o equilíbrio na EIA compararam com as adolescentes controle, sem intervenção de colete ou exercícios, e verificaram mudanças da distribuição da carga plantar com um aumento da carga sobre a região do antepé e sua associação com os ajustes do equilíbrio corporal<sup>106,107</sup>. Outra associação verificada por Catan et al.,<sup>107</sup> foi entre as mudanças da carga plantar dos pés e a curvatura escoliótica principal. Apenas um estudo, realizado por Paolucci et. al.,<sup>108</sup> avaliou a marcha de pacientes com escoliose e o uso de órtese estabilizadora, e os resultados mostraram uma maior estabilidade dos pacientes durante a caminhada, devido uma melhor distribuição da força de impacto sobre os pés, gerando uma diminuição da assimetria na marcha. Apesar de serem achados importantes, neste estudo, a proposta foi compreender os aspectos biomecânicos da distribuição da carga plantar antes e após o uso de 24h do colete ortopédico e sua associação com os exercícios específicos ao longo de seis meses de tratamento na EIA, e, os resultados mostraram uma redução da área de contato sobre o antepé e do pico de pressão e força máxima sobre antepé e retropé (medial e lateral), bem como do pico de pressão sobre o mediopé, para ambas os

momentos de tratamento: após o uso do colete ortopédico S4D por 24h e após seis meses de tratamento com colete associado aos exercícios específicos de reabilitação. Esses achados mostraram que o uso do colete associado aos exercícios, quando aplicado em longo prazo, favorecem a redistribuição do apoio dos pés permitindo uma redução das cargas plantares advinda da força reação do solo durante o andar das adolescentes.

Em relação a carga plantar na postura estática observou-se que a área de contato aumentou sobre o retropé (medial e lateral), o que favoreceu a redução do pico de pressão e a força após o uso do colete por 24h e após seis meses do uso do colete associado aos exercícios específicos, mostrando uma melhor distribuição da carga plantar para manutenção do equilíbrio corporal. A possível explicação para este melhor ajuste do equilíbrio corporal durante a postura estática pode ser confirmada pelo aumento da oscilação corporal em relação ao centro de gravidade, bem como das oscilações ântero-posterior e médio-lateral e distância de oscilação, para ambos os momentos de intervenção das EIA. De acordo com Wu et al.,<sup>109</sup> e Nishida et al.,<sup>110</sup> a flexão e a inclinação do tronco aumenta a instabilidade corporal para o lado da curvatura escoliótica principal, tanto durante a postura quieta quanto no andar, proporcionando desequilíbrios e ajustes posturais das pacientes com EIA. Neste estudo, pode-se observar que o uso agudo do colete (24h) e em longo prazo (seis meses) associado aos exercícios específicos, proporcionaram aumento considerável no equilíbrio corporal, favorecendo o eixo de estabilização da coluna vertebral na postura estática e atividades dinâmicas. Porém, vale ressaltar que todos os exercícios específicos de reabilitação aplicados neste estudo foram supervisionados por um fisioterapeuta de forma presencial e individual, o que pode ter favorecido a melhor aderência das pacientes com EIA ao tratamento com colete e exercício.

A melhora da oscilação ântero-posterior e médio-lateral no efeito agudo do colete e, em longo prazo, com o uso do colete associado aos exercícios específicos pode ser explicado pelo tempo do tratamento proposto neste estudo para as pacientes com

EIA. Segundo Khanal et. al.,<sup>111</sup> 4 meses de intervenção com o uso do colete em pacientes com EIA não foram suficientes para mostrar melhora das oscilações ântero-posterior e médio-lateral. O diferencial deste estudo foi mostrar que seis meses de tratamento com colete e exercícios foram eficazes para manter o aumento do equilíbrio corporal adquirido com o uso agudo do colete (24h), com a observação de que as adolescentes participantes apresentavam predominância da curvatura escoliótica principal na região torácica.

A limitação deste estudo se dá pela não diferenciação dos tipos de curvatura escoliótica na interação com o uso do colete agudo e a longo prazo associado aos exercícios. Estudos futuros que compreendam esta questão ainda são necessários para auxiliar a precisão e prognóstico dos princípios de ação mecânica do colete combinado aos exercícios específicos de reabilitação para as diferentes curvaturas escolioticas em especial sobre a compreensão dos aspectos da postura, equilíbrio e marcha das adolescentes acometidas.

## **7. CONCLUSÃO**

A intervenção com uso do colete ortopédico agudo por 24 horas e, em longo prazo, após seis meses de uso do colete associado aos exercícios específicos em adolescentes com escoliose idiopática mostrou-se efetivo para correção da curvatura escoliótica, melhora do equilíbrio corporal ântero-posterior e médio-lateral com redução da carga plantar sobre a região do retropé (calcanhar) durante a marcha, mostrando-se como uma ação mecânica efetiva sobre a coluna vertebral com escoliose.

## 8. REFERÊNCIAS

1. Dickson RA. Scoliosis in the community. *Br Med J (Clin Res Ed)*. 1983 Feb 19;286(6365):615-8. doi: 10.1136/bmj.286.6365.615. PMID: 6402173; PMCID: PMC1546845.
2. Pin LH, Mo LY, Lin L, Hua LK, Hui HP, Hui DS, Chang BD, Chang YY, Yuan L. Early diagnosis of scoliosis based on school-screening. *J Bone Joint Surg Am*. 1985 Oct;67(8):1202-5. PMID: 4055844.
3. Soucacos, PN, Soucacos, PK, Zacharis, KC, Beris, AE, Xenakis, TA. School-screening for scoliosis. A prospective epidemiological study in northwestern and central Greece. *J Bone Joint Surg Am*. 1997 Oct;79(10):1498-503. doi: 10.2106/00004623-199710000-00006.
4. Grivas, T.B., Vasiliadis, E., Mouzakis, V. *et al*. Association between adolescent idiopathic scoliosis prevalence and age at menarche in different geographic latitudes. *Scoliosis* **1**, 9 (2006). <https://doi.org/10.1186/1748-7161-1-9>
5. Pearsall DJ, Reid JG, Hedden DM. Comparison of three noninvasive methods for measuring scoliosis. *Phys Ther*. 1992 Sep;72(9):648-57. doi: 10.1093/ptj/72.9.648. PMID: 1508972.
6. Penha PJ, Ramos NLJP, de Carvalho BKG, Andrade RM, Schmitt ACB, João SMA. Prevalence of Adolescent Idiopathic Scoliosis in the State of São Paulo, Brazil. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2018 Dec 15;43(24):1710-1718. doi: 10.1097/BRS.0000000000002725. PMID: 29877996.
7. Smania N, Picelli A, Romano M, Negrini S. Neurophysiological basis of rehabilitation of adolescent idiopathic scoliosis. *Disabil Rehabil*. 2008;30(10):763-71. doi: 10.1080/17483100801921311. PMID: 18432434.
8. Menger RP, Sin AH. Adolescent and Idiopathic Scoliosis. 2020 Aug 21. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2021 Jan-. PMID: 29763083.

9. Peng Y, Wang SR, Qiu GX, Zhang JG, Zhuang QY. Research progress on the etiology and pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Chin Med J (Engl)*. 2020 Feb 20;133(4):483-493. doi: 10.1097/CM9.0000000000000652. PMID: 31972723; PMCID: PMC7046244.
10. Rocha ES, Pedreira AC. Problemas ortopédicos comuns na adolescência [Common orthopedic problems in adolescents]. *J Pediatr (Rio J)*. 2001 Nov;77 Suppl 2:S225-33. Portuguese. doi: 10.2223/jped.310. PMID: 14676885.
11. Lee, C. F.; Fong, Daniel Y. T.; Cheung, Kenneth M. C.; Cheng, Jack C. Y.; Ng, Bobby K. W.; Lam, T. P.; Mak, K. H.; Yip, Paul S. F.; Luk, Keith D. K. Referral Criteria for School Scoliosis Screening, *Spine*: December 1, 2010 - Volume 35 - Issue 25 - p E1492-E1498 doi: 10.1097/BRS.0b013e3181ecf3fe
12. LeBlanc R, Labelle H, Poitras B, Rivard CH (1997) Relation between adolescent idiopathic scoliosis and morphologic somatotypes. *Spine* 22:2532-2536. doi:10.1097/00007632-19971101000013
13. Chen PQ, Wang JL, Tsuang YH, Liao TL, Huang PI, Hang YS. The postural stability control and gait pattern of idiopathic scoliosis adolescents. *Clin Biomech (Bristol, Avon)*. 1998;13(1 Suppl 1):S52-S58. doi: 10.1016/s0268-0033(97)00075-2. PMID: 11430791.
14. Nault ML, Allard P, Hinse S, Le Blanc R, Caron O, Labelle H, Sadeghi H. Relations between standing stability and body posture parameters in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Sep 1;27(17):1911-7. doi: 10.1097/00007632-200209010-00018. PMID: 12221357.
15. Freidel K, Petermann F, Reichel D, Steiner A, Warschburger P, Weiss HR. Quality of life in women with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2002 Feb 15;27(4):E87-91. doi: 10.1097/00007632-200202150-00013. PMID: 11840115.
16. Mac-Thiong, Jean-Marc; Labelle, Hubert; Charlebois, Manon; Huot, Marie-Pierre; de Guise, Jacques A. Sagittal Plane Analysis of the Spine and Pelvis in Adolescent

- Idiopathic Scoliosis According to the Coronal Curve Type, *Spine*: July 1, 2003 - Volume 28 - Issue 13 - p 1404-1409 doi: 10.1097/01.BRS.0000067118.60199.D1
17. Carpintero P, Entrenas R, Gonzalez I, Garcia E, Mesa M. The relationship between pes cavus and idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1994 Jun 1;19(11):1260-3. doi: 10.1097/00007632-199405310-00012. PMID: 8073319.
  18. Belabbassi, H., Haddouche, A., Ouadah, A. Pes cavus and idiopathic scoliosis from school screening. *Scoliosis* **8**, 06 (2013). doi:10.1186/1748-7161-8-S2-06
  19. Park HJ, Sim T, Suh SW, Yang JH, Koo H, Mun JH. Analysis of coordination between thoracic and pelvic kinematic movements during gait in adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2016 Feb;25(2):385-93. doi: 10.1007/s00586-015-3931-0. Epub 2015 Apr 17. PMID: 25893334.
  20. Bruyneel AV, Chavet P, Bollini G, Mesure S. Gait initiation reflects the adaptive biomechanical strategies of adolescents with idiopathic scoliosis. *Ann Phys Rehabil Med*. 2010 Aug-Sep;53(6-7):372-86. English, French. doi: 10.1016/j.rehab.2010.06.005. Epub 2010 Jul 17. PMID: 20674534.
  21. Daryabor A, Arazpour M, Sharifi G, Bani MA, Aboutorabi A, Golchin N. Gait and energy consumption in adolescent idiopathic scoliosis: A literature review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2017 Apr;60(2):107-116. doi: 10.1016/j.rehab.2016.10.008. Epub 2016 Dec 13. PMID: 27986427.
  22. Kramers-de Quervain IA, Müller R, Stacoff A, Grob D, Stüssi E. Gait analysis in patients with idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2004 Aug;13(5):449-56. doi: 10.1007/s00586-003-0588-x. Epub 2004 Apr 3. PMID: 15064994; PMCID: PMC3476595.
  23. Schizas CG, Kramers-de Quervain IA, Stüssi E, Grob D. Gait asymmetries in patients with idiopathic scoliosis using vertical forces measurement only. *Eur Spine J*. 1998;7(2):95-8. doi: 10.1007/s005860050037. PMID: 9629931; PMCID: PMC3611223.

24. Chockalingam N, Dangerfield PH, Rahmatalla A, Ahmed E, Cochrane T. Assessment of ground reaction force during scoliotic gait. *Eur Spine J*. 2004, 13(8): 750-754.
25. Mahaudens P, Banse X, Mousny M, Detrembleur C. Gait in adolescent idiopathic scoliosis: kinematics and electromyographic analysis. *Eur Spine J* 2009;18:512-21.
26. Haber CK, Sacco M. Scoliosis: lower limb asymmetries during the gait cycle. *Arch Physiother*. 2015 Jul 8;5:4. doi: 10.1186/s40945-015-0001-1. PMID: 29340173; PMCID: PMC5721726.
27. Mallau S, Bollini G, Jouve JL, Assaiante C. Locomotor skills and balance strategies in adolescents idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007 Jan 1;32(1):E14-22. doi: 10.1097/01.brs.0000251069.58498.eb. PMID: 17202875.
28. Giakas G, Baltzopoulos V, Dangerfield PH, Dorgan JC, Dalmira S. Comparison of gait patterns between healthy and scoliotic patients using time and frequency domain analysis of ground reaction forces. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1996 Oct 1;21(19):2235-42. doi: 10.1097/00007632-199610010-00011. PMID: 8902968.
29. Mahaudens P, Thonnard JL, Detrembleur C. Influence of structural pelvic disorders during standing and walking in adolescents with idiopathic scoliosis. *Spine J*. 2005 Jul-Aug;5(4):427-33. doi: 10.1016/j.spinee.2004.11.014. PMID: 15996612.
30. Alves VL, Avanzi O. Objective assessment of the cardiorespiratory function of adolescents with idiopathic scoliosis through the six-minute walk test. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Dec 1;34(25):E926-9. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181afd1b2. PMID: 19940723.
31. Lidström J, Friberg S, Lindström L, Sahlstrand T. Postural control in siblings to scoliosis patients and scoliosis patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988 Sep;13(9):1070-4. doi: 10.1097/00007632-198809000-00017. PMID: 3206302.
32. Beaulieu M, Toulotte C, Gatto L, Rivard CH, Teasdale N, Simoneau M, Allard P. Postural imbalance in non-treated adolescent idiopathic scoliosis at different periods

- of progression. *Eur Spine J.* 2009 Jan;18(1):38-44. doi: 10.1007/s00586-008-0831-6. Epub 2008 Dec 6. PMID: 19066989; PMCID: PMC2615119.
33. Gauchard GC, Lascombes P, Kuhnast M, Perrin PP. Influence of different types of progressive idiopathic scoliosis on static and dynamic postural control. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001 May 1;26(9):1052-8. doi: 10.1097/00007632-200105010-00014. PMID: 11337624.
34. Anwer S, Alghadir A, Abu Shaphe M, Anwar D. Effects of Exercise on Spinal Deformities and Quality of Life in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Biomed Res Int.* 2015;2015:123848. doi: 10.1155/2015/123848. Epub 2015 Oct 25. PMID: 26583083; PMCID: PMC4637024.
35. Schreiber S, Parent EC, Hill DL, Hedden DM, Moreau MJ, Southon SC. Patients with adolescent idiopathic scoliosis perceive positive improvements regardless of change in the Cobb angle - Results from a randomized controlled trial comparing a 6-month Schroth intervention added to standard care and standard care alone. SOSORT 2018 Award winner. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019 Jul 8;20(1):319. doi: 10.1186/s12891-019-2695-9. PMID: 31286903; PMCID: PMC6615154.
36. Berdishevsky H, Lebel VA, Bettany-Saltikov J, Rigo M, Lebel A, Hennes A, Romano M, Białek M, M'hango A, Betts T, de Mauroy JC, Durmala J. Physiotherapy scoliosisspecific exercises - a comprehensive review of seven major schools. *Scoliosis Spinal Disord.* 2016 Aug 4;11:20. doi: 10.1186/s13013-016-0076-9. PMID: 27525315; PMCID: PMC4973373.
37. Bettany-Saltikov J, Parent E, Romano M, Villagrasa M, Negrini S. Physiotherapeutic scoliosis-specific exercises for adolescents with idiopathic scoliosis. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Feb;50(1):111-21. Epub 2014 Feb 13. PMID: 24525556.
38. Burger M, Coetzee W, du Plessis LZ, Geldenhuys L, Joubert F, Myburgh E, van Rooyen C, Vermeulen N. The effectiveness of Schroth exercises in adolescents with

idiopathic scoliosis: A systematic review and meta-analysis. *S Afr J Physiother.* 2019 Jun 3;75(1):904. doi: 10.4102/sajp.v75i1.904. PMID: 31206094; PMCID: PMC6556933.

39. Day JM, Fletcher J, Coghlan M, Ravine T. Review of scoliosis-specific exercise methods used to correct adolescent idiopathic scoliosis. *Arch Physiother.* 2019 Aug 23;9:8. doi: 10.1186/s40945-019-0060-9. PMID: 31463082; PMCID: PMC6708126.

40. Białek M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS 52 concept: presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria. *Scoliosis.* 2011 Nov 28;6:25. doi: 10.1186/1748-7161-6-25. PMID: 22122964; PMCID: PMC3286410.

41. Pasha S. 3D spinal and rib cage predictors of brace effectiveness in adolescent idiopathic scoliosis. *BMC Musculoskelet Disord.* 2019 Aug 22;20(1):384. doi: 10.1186/s12891-019-2754-2. PMID: 31438927; PMCID: PMC6706918.]

42. Negrini S, Minozzi S, Bettany-Saltikov J, Chockalingam N, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, Romano M, Zaina F. Braces for idiopathic scoliosis in adolescents. *Cochrane Database Syst Rev.* 2015 Jun 18;(6):CD006850. doi: 10.1002/14651858.CD006850.pub3. PMID: 26086959.

43. Meng ZD, Li TP, Xie XH, Luo C, Lian XY, Wang ZY. Quality of life in adolescent patients with idiopathic scoliosis after brace treatment: A meta-analysis. *Medicine (Baltimore).* 2017 May;96(19):e6828. doi: 10.1097/MD.0000000000006828. PMID: 28489761; PMCID: PMC5428595.

44. Kalichman L, Kendelker L, Bezalel T. Bracing and exercise-based treatment for idiopathic scoliosis. *J Bodyw Mov Ther.* 2016 Jan;20(1):56-64. doi: 10.1016/j.jbmt.2015.04.007. Epub 2015 Apr 23. PMID: 26891638.

45. Thompson RM, Hubbard EW, Jo CH, Virostek D, Karol LA. Brace Success Is Related to Curve Type in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am.* 2017 Jun 7;99(11):923-928. doi: 10.2106/JBJS.16.01050. PMID: 28590377.

46. Zhao J, Fan J, Shen H, Yang C, Chen Y, Li M. Characteristics of Cobb angle distribution in the main thoracolumbar/lumbar curve in adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective controlled clinical study. *Medicine (Baltimore)*. 2018 Jun;97(25):e11216. doi: 10.1097/MD.00000000000011216. PMID: 29924050; PMCID: PMC6034568.
47. Gacitúa et al. Consenso de escoliosis idiopática del adolescente. *Sociedad Argentina de Pediatría. Arch Argent Pediatr*. 2016 Dec 1;114(6):585-594. Spanish. doi: 10.5546/aap.2016.585. PMID: 27869435.
48. Aulisa AG, Guzzanti V, Galli M, Perisano C, Falciglia F, Aulisa L. Treatment of thoraco-lumbar curves in adolescent females affected by idiopathic scoliosis with a progressive action short brace (PASB): assessment of results according to the SRS committee on bracing and nonoperative management standardization criteria. *Scoliosis*. 2009 Sep 18;4:21. doi: 10.1186/1748-7161-4-21. PMID: 19765288; 46 PMCID: PMC2754424.
49. Aulisa AG, Guzzanti V, Perisano C, Marzetti E, Falciglia F, Aulisa L. Treatment of lumbar curves in scoliotic adolescent females with progressive action short brace: a case series based on the Scoliosis Research Society Committee Criteria. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012 Jun 1;37(13):E786-91. doi: 10.1097/BRS.0b013e31824b547d. PMID: 22281476.
50. Aulisa AG, Guzzanti V, Marzetti E, Giordano M, Falciglia F, Aulisa L. Brace treatment in juvenile idiopathic scoliosis: a prospective study in accordance with the SRS criteria for bracing studies - SOSORT award 2013 winner. *Scoliosis*. 2014 Apr 23;9:3. doi: 10.1186/1748-7161-9-3. PMID: 24817906; PMCID: PMC4016774.
51. Aulisa AG, Guzzanti V, Falciglia F, Giordano M, Marzetti E, Aulisa L. Lyon bracing in adolescent females with thoracic idiopathic scoliosis: a prospective study based on SRS and SOSORT criteria. *BMC Musculoskelet Disord*. 2015 Oct 24;16:316. doi: 10.1186/s12891-015-0782-0. PMID: 26497776; PMCID: PMC4619531.

52. Negrini S, Atanasio S, Fusco C, Zaina F. Effectiveness of complete conservative treatment for adolescent idiopathic scoliosis (bracing and exercises) based on SOSORT management criteria: results according to the SRS criteria for bracing studies - SOSORT Award 2009 Winner. *Scoliosis*. 2009 Sep 4;4:19. doi: 10.1186/1748-7161-4-19. PMID: 19732429; PMCID: PMC3224944.
53. Negrini S, Donzelli S, Lusini M, Minnella S, Zaina F. The effectiveness of combined bracing and exercise in adolescent idiopathic scoliosis based on SRS and SOSORT criteria: a prospective study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2014 Aug 6;15:263. doi: 10.1186/1471-2474-15-263. PMID: 25095800; PMCID: PMC4132192.
54. Zaborowska-Sapeta K, Kowalski IM, Kotwicki T, Protasiewicz-Fałdowska H, Kiebzak W. Effectiveness of Chêneau brace treatment for idiopathic scoliosis: prospective study in 79 patients followed to skeletal maturity. *Scoliosis*. 2011 Jan 25;6(1):2. doi: 10.1186/1748-7161-6-2. PMID: 21266084; PMCID: PMC3037926.
55. Coillard C, Vachon V, Circo AB, Beauséjour M, Rivard CH. Effectiveness of the SpineCor brace based on the new standardized criteria proposed by the scoliosis research society for adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2007 Jun;27(4):375-9. doi: 10.1097/01.bpb.0000271330.64234.db. PMID: 17513955.
56. Gammon SR, Mehlman CT, Chan W, Heifetz J, Durrett G, Wall EJ. A comparison of thoracolumbosacral orthoses and SpineCor treatment of adolescent idiopathic scoliosis patients using the Scoliosis Research Society standardized criteria. *J Pediatr Orthop*. 2010 Sep;30(6):531-8. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181e4f761. PMID: 20733415.
57. Yrjönen T, Ylikoski M, Schlenzka D, Kinnunen R, Poussa M. Effectiveness of the Providence nighttime bracing in adolescent idiopathic scoliosis: a comparative study of 36 female patients. *Eur Spine J*. 2006 Jul;15(7):1139-43. doi: 10.1007/s00586-005-0049-9. Epub 2006 Jan 21. PMID: 16429287; PMCID: PMC3233933.
58. Bagnall KM, Grivas TB, Alos N, Asher M, Aubin CE, Burwell GR, Dangerfield PH, Edouard T, Hill D, Lou E, Moreau A, O'Brien J, Stokes I, Weiss HR, Raso J. The

International Research Society of Spinal Deformities (IRSSD) and its contribution to science. *Scoliosis*. 2009 Dec 22;4:28. doi: 10.1186/1748-7161-4-28. PMID: 20025783; PMCID: PMC2808165.

59. Thérooux J, Stomski N, Losco CD, Khadra C, Labelle H, Le May S. Spinal Manipulative Therapy for Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Review. *J Manipulative Physiol Ther*. 2017 Jul-Aug;40(6):452-458. doi: 10.1016/j.jmpt.2017.03.009. PMID: 28822477.

60. Hresko MT, Talwalkar V, Schwend R; AAOS, SRS, and POSNA. Early Detection of Idiopathic Scoliosis in Adolescents. *J Bone Joint Surg Am*. 2016 Aug 17;98(16):e67. doi: 10.2106/JBJS.16.00224. PMID: 27535448.

61. de Sèze M, Cugy E. Pathogenesis of idiopathic scoliosis: a review. *Ann Phys Rehabil Med*. 2012 Mar;55(2):128-38. English, French. doi: 10.1016/j.rehab.2012.01.003. Epub 2012 Jan 27. PMID: 22321868.

62. Sobhan MR, Mahdinezhad-Yazdi M, Dastgheib SA, Ahrar H, Aghili K, Neamatzadeh H. Association of the IL-6 -174G > C (rs1800795) Polymorphism with Adolescent Idiopathic Scoliosis: Evidence from a Case-Control Study and MetaAnalysis. *Rev Bras Ortop (Sao Paulo)*. 2020 Feb;55(1):17-26. doi: 10.1055/s-0039-1700813. Epub 2019 Dec 19. PMID: 32123442; PMCID: PMC7048567.

63. Gurnett CA, Alaei F, Bowcock A, Kruse L, Lenke LG, Bridwell KH, Kuklo T, Luhmann SJ, Dobbs MB. Genetic linkage localizes an adolescent idiopathic scoliosis and pectus excavatum gene to chromosome 18 q. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2009 Jan 15;34(2):E94-100. doi: 10.1097/BRS.0b013e31818b88a5. PMID: 19139660; PMCID: PMC2638207.

64. Chettier R, Nelson L, Ogilvie JW, Albertsen HM, Ward K. Haplotypes at LBX1 have distinct inheritance patterns with opposite effects in adolescent idiopathic scoliosis. *PLoS One*. 2015 Feb 12;10(2):e0117708. doi: 10.1371/journal.pone.0117708. PMID: 25675428; PMCID: PMC4326419.

65. Cao Y, Min J, Zhang Q, Li H, Li H. Associations of LBX1 gene and adolescent idiopathic scoliosis susceptibility: a meta-analysis based on 34,626 subjects. *BMC Musculoskelet Disord*. 2016 Jul 22;17:309. doi: 10.1186/s12891-016-1139-z. PMID: 27450593; PMCID: PMC4957912.
66. Teles Filho RV. Método não ionizante de rastreamento da escoliose idiopática do adolescente [Non-ionizing method of screening for adolescent idiopathic scoliosis]. *Cien Saude Colet*. 2019 Jul 22;24(7):2765. Portuguese. doi: 10.1590/1413-81232018247.11502019. PMID: 31340292.
67. Bunnell WP. The natural history of idiopathic scoliosis. *Clin Orthop Relat Res*. 1988 Apr;(229):20-5. PMID: 3280198.
68. Lonstein JE, Carlson JM. The prediction of curve progression in untreated idiopathic scoliosis during growth. *J Bone Joint Surg Am*. 1984 Sep;66(7):1061-71. 49 PMID: 6480635.
69. Suh KT, Eun IS, Lee JS. Polymorphism in vitamin D receptor is associated with bone mineral density in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2010 Sep;19(9):1545-50. doi: 10.1007/s00586-010-1385-y. Epub 2010 Apr 2. PMID: 20361340; PMCID: PMC2989276.
70. Cunha, ALLM, Rocha, LEM, Cunha, LAM. Método de Cobb na escoliose idiopática do adolescente: avaliação dos ângulos obtidos com goniômetros articulados e fixos. *Coluna/Columna*. 2009, v. 8, n. 2pp. 161-170. Epub 19 Jan 2010. ISSN 2177-014X. doi:10.1590/S1808-18512009000200011.
71. Hardesty CK, Aronson J, Aronson EA, Ranade AS, McCracken CW, Nick TG, Cordell CL. Interobserver variability using a commercially available system of archived digital radiography with integrated computer-assisted measurements for scoliosis Cobb angles. *J Pediatr Orthop*. 2013 Mar;33(2):163-9. doi: 10.1097/BPO.0b013e3182770bd3. PMID: 23389571.

72. Pinto EM, Alves J, Teixeira A, Miranda A. Sagittal balance in adolescent idiopathic scoliosis. *Coluna/Columna*. 2019, v. 18, n. 3, pp. 182-186. Epub 02 Sept 2019. ISSN 2177-014X. doi:10.1590/S1808-185120191803191004.
73. Wu KW, Lu TW, Lee WC, Ho YT, Huang TC, Wang JH, Wang TM. Altered balance control in thoracic adolescent idiopathic scoliosis during obstructed gait. *PLoS One*. 2020 Feb 6;15(2):e0228752. doi: 10.1371/journal.pone.0228752. PMID: 32027721; PMCID: PMC7004377.
74. Karimi M, Kavyani M. Scoliosis curve analysis with Milwaukee orthosis based on Open SIMM modeling. *J Craniovertebr Junction Spine*. 2015 Jul-Sep;6(3):125-9. doi: 10.4103/0974-8237.161594. PMID: 26288548; PMCID: PMC4530512.
75. Sim T, Yoo H, Lee D, Suh SW, Yang JH, Kim H, Mun JH. Analysis of sensory system aspects of postural stability during quiet standing in adolescent idiopathic scoliosis 50 patients. *J Neuroeng Rehabil*. 2018 Jun 22;15(1):54. doi: 10.1186/s12984-018-0395-6. PMID: 29929530; PMCID: PMC6013903.
76. Schwieger T, Campo S, Weinstein SL, Dolan LA, Ashida S, Steuber KR. Body Image and Quality-of-Life in Untreated Versus Brace-Treated Females With Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016 Feb;41(4):311-9. doi: 10.1097/BRS.0000000000001210. PMID: 26555827; PMCID: PMC4736292.
77. Butler Forslund E, Roaldsen KS, Hultling C, Wahman K, Franzén E. Concerns about falling in wheelchair users with spinal cord injury--validation of the Swedish version of the spinal cord injury falls concern scale. *Spinal Cord*. 2016 Feb;54(2):115-9. doi: 10.1038/sc.2015.125. Epub 2015 Aug 11. PMID: 26261075.
78. Ojoawo AO, Olabode A, Esan O, Badru A, Odejide S, Arilewola B. Transverse oscillatory pressure in management of cervical radiculopathy: A randomised controlled study. *Hong Kong Physiother J*. 2015 Nov 19;34:19-26. doi: 10.1016/j.hkpj.2015.09.037. PMID: 30931023; PMCID: PMC6385136.

79. Levinger, I., Brennan-Speranza, T.C., Zulli, A. et al. Multifaceted interaction of bone, muscle, lifestyle interventions and metabolic and cardiovascular disease: role of osteocalcin. *Osteoporos Int* 28, 2265–2273 (2017). doi:10.1007/s00198-017-3994-3
80. Chen, B, Tan, Q, Chen, H, Luo, F, Xu, M, Zhao, J, Liu, P, Sun, X, Su, N, Zhang, D, Fan, W Liu, M, Huang, H, Wang, Z, Huang, J, Zhang, R, Li, C, Li, F, Ni, Z, Du, X, Jin, M, Yang, J, Xie, Y, Chen, L. Imbalanced development of anterior and posterior thorax is a causative factor triggering scoliosis. *Journal of Orthopaedic Translation*, Volume 17, 2019, Pages 103-111, ISSN 2214-031X, <https://doi.org/10.1016/j.jot.2018.12.001>.
81. den Boer WA, Anderson PG, v Limbeek J, Kooijman MA. Treatment of idiopathic scoliosis with side-shift therapy: an initial comparison with a brace treatment historical cohort. *Eur Spine J.* 1999;8(5):406-10. doi: 10.1007/s005860050195. PMID: 10552325; PMCID: PMC3611202.
82. Białek M. Conservative treatment of idiopathic scoliosis according to FITS 52 concept: presentation of the method and preliminary, short term radiological and clinical results based on SOSORT and SRS criteria. *Scoliosis.* 2011 Nov 28;6:25. doi: 10.1186/1748-7161-6-25. PMID: 22122964; PMCID: PMC3286410.
83. Kocaman H, Bek N, Kaya MH, Büyükturan B, Yetiş M, Büyükturan Ö. The effectiveness of two different exercise approaches in adolescent idiopathic scoliosis: A single-blind, randomized-controlled trial. *PLoS One.* 2021 Apr 15;16(4):e0249492. doi: 10.1371/journal.pone.0249492. PMID: 33857180; PMCID: PMC8049223.
84. Katz DE, Richards BS, Browne RH, Herring JA. A comparison between the Boston brace and the Charleston bending brace in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1997 Jun 15;22(12):1302-12. doi: 10.1097/00007632-199706150-00005. PMID: 9201832.
85. Howard A, Wright JG, Hedden D. A comparative study of TLSO, Charleston, and Milwaukee braces for idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976).* 1998 Nov 15;23(22):2404-11. doi: 10.1097/00007632-199811150-00009. PMID: 9836354.

86. Wong MS, Cheng CY, Ng BK, Lam TP, Sin SW, Lee-Shum LF, Chow HK, Tam YP. The effect of rigid versus flexible spinal orthosis on the gait pattern of patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Gait Posture*. 2008 Feb;27(2):189-95. doi: 10.1016/j.gaitpost.2007.03.007. Epub 2007 Apr 26. PMID: 17466520.
87. Negrini S, Marchini G. Efficacy of the symmetric, patient-oriented, rigid, threedimensional, active (SPoRT) concept of bracing for scoliosis: a prospective study of the Sforzesco versus Lyon brace. *Eura Medicophys*. 2007 Jun;43(2):171-81; discussion 183-4. Epub 2006 Sep 24. PMID: 16955065.
88. Janicki JA, Poe-Kochert C, Armstrong DG, Thompson GH. A comparison of the thoracolumbosacral orthoses and providence orthosis in the treatment of adolescent idiopathic scoliosis: results using the new SRS inclusion and assessment criteria for bracing studies. *J Pediatr Orthop*. 2007 Jun;27(4):369-74. doi: 10.1097/01.bpb.0000271331.71857.9a. PMID: 17513954.
89. Zaina F, Romano M, Knott P, de Mauroy JC, Grivas TB, Kotwicki T, Maruyama T, O'Brien J, Rigo M, Negrini S. Research quality in scoliosis conservative treatment: state of the art. *Scoliosis*. 2015 Jul 11;10:21. doi: 10.1186/s13013-015-0046-7. PMID: 26279671; PMCID: PMC4537531.
90. Altaf F, Gibson A, Dannawi Z, Noordeen H. Adolescent idiopathic scoliosis. *BMJ*. 2013 Apr 30;346:f2508. doi: 10.1136/bmj.f2508. PMID: 23633006.
91. Hawary RE, Zaaroor-Regev D, Floman Y, Lonner BS, Alkhalife YI, Betz RR. Brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis: risk factors for failure-a literature 53 review. *Spine J*. 2019 Dec;19(12):1917-1925. doi: 10.1016/j.spinee.2019.07.008. Epub 2019 Jul 17. PMID: 31325626.
92. Lenke LG, Betz RR, Harms J, Bridwell KH, Clements DH, Lowe TG, Blanke K. Adolescent idiopathic scoliosis: a new classification to determine extent of spinal arthrodesis. *J Bone Joint Surg Am*. 2001 Aug;83(8):1169-81. PMID: 11507125.

93. Barsotti CEG, Junior CABB, Andrade RM, Torini AP, Ribeiro AP. The effect of direct vertebral rotation on the spine parameters (coronal and sagittal) in adolescent idiopathic scoliosis. *J Back Musculoskelet Rehabil.* 2021 Apr 30. doi: 10.3233/BMR200320. Epub ahead of print. PMID: 33935065.
94. Pinto EM, Alves J, de Castro AM, Silva M, Miradouro J, Teixeira A, Miranda A. High thoracic kyphosis: impact on total thoracic kyphosis and cervical alignment in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform.* 2020 Aug;8(4):647- 653. doi: 10.1007/s43390-020-00069-6. Epub 2020 Feb 18. PMID: 32072488.
95. Ribero et al 2015
96. de Mauroy JC, Lecante C, Barral F, Pourret S. Prospective study and new concepts based on scoliosis detorsion of the first 225 early in-brace radiological results with the new Lyon brace: ARTbrace. *Scoliosis.* 2014 Nov 19;9:19. doi: 10.1186/1748- 7161-9-19. PMID: 25741377; PMCID: PMC4349706.
97. Coillard C, Circo AB, Rivard CH. A prospective randomized controlled trial of the natural history of idiopathic scoliosis versus treatment with the SpineCor brace. Sosort Award 2011 winner. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2014 Oct;50(5):479-87. PMID: 25251736.
98. Zhang Z, Liu Z, Zhu Z, Qiu Y. Predictors of ultimate postoperative cervical sagittal alignment in main thoracic adolescent idiopathic scoliosis: A long-term follow-up study. *Medicine (Baltimore).* 2017 Dec;96(49):e8799. doi: 10.1097/MD.0000000000008799. PMID: 29245239; PMCID: PMC5728854.
99. Zhu Z, Xu L, Qiu Y. Current progress in genetic research of adolescent idiopathic scoliosis. *Ann Transl Med.* 2015 May;3(Suppl 1):S19. doi: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.02.04. PMID: 26046064; PMCID: PMC4437942.
100. Charles YP, Canavese F, Diméglio A. Curve progression risk in a mixed series of braced and nonbraced patients with idiopathic scoliosis related to skeletal maturity assessment on the olecranon. *J Pediatr Orthop B.* 2017 May;26(3):240-244. doi: 10.1097/BPB.0000000000000410. PMID: 27832016.

101. Rigo M, Jelačić M. Brace technology thematic series: the 3D Rigo Chêneau-type brace. *Scoliosis Spinal Disord*. 2017 Mar 16;12:10. doi: 10.1186/s13013-017-0114-2. PMID: 28331907; PMCID: PMC5356257.
102. Almansour H, Pepke W, Bruckner T, Diebo B, Akbar M. Three-Dimensional Analysis of Initial Brace Correction in the Setting of Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Journal of Clinical Medicine* 2019 Oct 28; vol 8. Doi: 10.3390/jcm8111804
103. Karavidas N. Bracing In The Treatment Of Adolescent Idiopathic Scoliosis: Evidence To Date. *Adolesc Health Med Ther*. 2019 Oct 8;10:153-172. doi: 10.2147/AHMT.S190565. PMID: 31632169; PMCID: PMC6790111.
104. Clin J, Aubin CÉ, Sangole A, Labelle H, Parent S. Correlation between immediate in-brace correction and biomechanical effectiveness of brace treatment in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010 Aug 15;35(18):1706-13. doi: 10.1097/BRS.0b013e3181cb46f6. PMID: 21330954.
105. Cobetto N, Aubin CE, Parent S, Clin J, Barchi S, Turgeon I, Labelle H. Effectiveness of braces designed using computer-aided design and manufacturing (CAD/CAM) and finite element simulation compared to CAD/CAM only for the conservative treatment of adolescent idiopathic scoliosis: a prospective randomized controlled trial. *Eur Spine J*. 2016 Oct;25(10):3056-3064. doi: 10.1007/s00586-016-4434-3. Epub 2016 Feb 9. PMID: 26861663.
106. Ma Q, Wang L, Zhao L, Wang Y, Chen M, Wang S, Lv Z, Luo Y. Balance vs. Sagittal Profile in Adolescent Idiopathic Scoliosis, Are They Correlated? *Frontiers in Pediatrics*, vol. 7. 2019 523 (2296-2360) doi:10.3389/fped.2019.00523
107. Cațan L, Cerbu S, Amaricai E, Suciú O, Horhat DI, Popoiu CM, Adam O, Boia E. Assessment of Static Plantar Pressure, Stabilometry, Vitamin D and Bone Mineral Density in Female Adolescents with Moderate Idiopathic Scoliosis. *Int J Environ Res Public Health*. 2020 Mar 24;17(6):2167. doi: 10.3390/ijerph17062167. PMID: 32214036; PMCID: PMC7143889.

108. Paolucci T, Morone G, Di Cesare A, Grasso MR, Fusco A, Paolucci S, Saraceni VM, Iosa M. Effect of Chêneau brace on postural balance in adolescent idiopathic scoliosis: a pilot study. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2013 Oct;49(5):649-57. Epub 2013 Jul 2. PMID: 23820877.
109. Wu KW, Wang TM, Hu CC, Hong SW, Lee PA, Lu TW. Postural adjustments in adolescent idiopathic thoracic scoliosis during walking. *Gait Posture.* 2019 Feb;68:423-429. doi: 10.1016/j.gaitpost.2018.12.024. Epub 2018 Dec 18. PMID: 30594870. 55
110. Nishida M, Nagura T, Fujita N, Hosogane N, Tsuji T, Nakamura M, Matsumoto M, Watanabe K. Position of the major curve influences asymmetrical trunk kinematics during gait in adolescent idiopathic scoliosis. *Gait Posture.* 2017 Jan;51:142-148. doi: 10.1016/j.gaitpost.2016.10.004. Epub 2016 Oct 11. PMID: 27764749.
111. Khanal M, Arazpour M, Bahramizadeh M, Samadian M, Hutchins SW, Kashani RV, Mardani MA, Tari HV, Aboutorabi A, Curran S, Sadeghi H. The influence of thermoplastic thoraco lumbo sacral orthoses on standing balance in subjects with idiopathic scoliosis. *Prosthet Orthot Int.* 2016 Aug;40(4):460-6. doi: 10.1177/0309364615589466. Epub 2015 Jul 1. PMID: 26133192.

## 9. ANEXOS

UNIVERSIDADE DE SANTO  
AMARO - UNISA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após tratamento com Colete ortopédico de adolescentes com Escoliose idiopática

**Pesquisador:** GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA

**Área Temática:**

**Versão:** 1

**CAAE:** 33518620.1.0000.0081

**Instituição Proponente:** OBRAS SOCIAIS E EDUCACIONAIS DE LUZ

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 4.091.003

#### Apresentação do Projeto:

O presente projeto busca verificar a Influência do tratamento ortopédico conservador com colete ortopédico sobre os aspectos de dor, funcionalidade, distribuição da carga plantar durante a marcha e equilíbrio corporal de adolescentes com escoliose idiopática. Métodos: Participaram do estudo 50 adolescentes com Escoliose Idiopática do Instituto REAB – Instituto Científico Especializado em Reabilitação Campinas/SP. O processo de avaliação será dividido da seguinte forma: etapa 1, avaliação inicial, onde ocorrerá a triagem dos adolescentes; etapa 2, onde serão avaliadas a dor na coluna por meio de uma Escala Visual Analógica-EVA, mensuração do ângulo de Cobb utilizando radiografias panorâmicas da coluna vertebral em incidências pósterio-anterior e laterais e a funcionalidade da coluna por meio do questionário Roland Morris (FPI); etapa 3, serão realizados as avaliações do equilíbrio estático e da pressão plantar dos pés durante a marcha por meio da plataforma de pressão. Análise Estatística: As comparações inter-tempos serão realizadas por meio Análise de Variância ANOVAs, considerando um nível de significância de 5%.

#### Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: Verificar a Influência do tratamento ortopédico conservador com colete sobre os aspectos de dor, funcionalidade, distribuição da carga plantar

**Endereço:** Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340  
**Bairro:** Jardim das Imbuías **CEP:** 02.450-000  
**UF:** SP **Município:** SAO PAULO  
**Telefone:** (11)2141-8687 **E-mail:** pesquisaunisa@unisa.br

Continuação do Protocolo: 4.091.003

durante a marcha e equilíbrio corporal de adolescentes com escoliose idiopática.

Objetivo Secundário: Comparar o efeito do tratamento ortopédico conservador agudo e após seis meses de uso do colete ortopédico sobre os aspectos de dor e

funcionalidade de adolescentes com escoliose idiopática. - Comparar o efeito do tratamento ortopédico conservador agudo e após seis meses de uso do colete ortopédico sobre os aspectos da distribuição da carga plantar durante a marcha e o equilíbrio corporal de adolescentes com escoliose idiopática

#### **Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos: As avaliações referentes as imagens do Raio-X, do equilíbrio e do andar, poderão trazer riscos mínimos, tais como o possível constrangimento e desconforto ao trazer seus exames de imagens e/ou uma sensação de cansaço físico ou dor na coluna ao realizar a avaliação do seu andar. Caso algum desses pontos aconteça, a avaliação será interrompida, respeitando o seu constrangimento, cansaço físico ou sintomas de dor sobre o quadril. Se necessitar de atendimento clínico, o mesmo será realizado pelo pesquisador responsável ou encaminhado para o médico ou profissional de fisioterapia indicado na clínica para atendimento e assistência. É importante ressaltar que a colocação do colete, apesar de gerar desconforto e

ruim aspecto estético, este será uma indicação clínica para não piora da sua curvatura escoliótica, portanto, não poderemos interferir no processo.

Benefícios: O benefício direto da sua participação será adquirir conhecimento dos efeitos do colete ortopédico no tratamento da escoliose idiopática do adolescente para melhorar a sua dor, equilíbrio e forma de andar, de forma a promover maior efetividade do seu tratamento.

#### **Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Metodologia: adequada;

-Objetivo: adequado;

-Riscos e benefícios: adequado;

-Orçamento: adequado;

-Cronograma: adequado.

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

- TCLE: adequado.

- Folha de rosto: adequado

Endereço: Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340

Bairro: Jardim das Imbuías

CEP: 02.450-000

UF: SP

Município: SAO PAULO

Telefone: (11)2141-8887

E-mail: pesquisaunisa@unisa.br

Continuação do Parecer: 4.091.003

- Projeto: adequado

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

Aprovado

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1575716.pdf	13/06/2020 14:28:58		Aceito
Outros	QuestionarioRolandsMoris.pdf	13/06/2020 14:28:30	GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA	Aceito
Outros	AnexoCartaAnuenciaGuilherme.jpg	13/06/2020 14:27:35	GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_Guilherme.pdf	13/06/2020 14:27:05	GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PreProjetoGuilhermeProfAnaPaula.pdf	13/06/2020 14:26:51	GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRostoGuilherme.pdf	13/06/2020 14:25:37	GUILHERME ERDMANN DA SILVEIRA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

SAO PAULO, 16 de Junho de 2020

Assinado por:  
**Marlene Almeida de Ataíde**  
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Profº Enéas de Siqueira Neto, 340  
Bairro: Jardim das Imbuías CEP: 02.450-000  
UF: SP Município: SAO PAULO  
Telefone: (11)2141-8887 E-mail: pesquisaunisa@unisa.br

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Projeto de pesquisa: **“Aspectos funcionais da marcha e do equilíbrio corporal após tratamento com Colete ortopédico de adolescentes com Escoliose Idiopática”**.

**Aluno:** Guilherme Erdmann da Silveira

**Pesquisador Responsável:** Prof.ª Drª. Ana Paula Ribeiro

Você está sendo convidado (a) a participar, como voluntário (a), de um projeto de pesquisa do Curso de Mestrado em Ciências da Saúde da UNISA. O estudo tem como objetivo verificar a influência do tratamento ortopédico conservador com colete sobre os aspectos de dor, funcionalidade, distribuição da carga plantar durante a marcha e equilíbrio corporal de adolescentes com escoliose idiopática. As informações que serão fornecidas logo abaixo são para esclarecimentos de sua participação como voluntário (a).

Você passará por um processo de 2 etapas da avaliação: 1) primeira etapa será constituída pela avaliação inicial referentes aos dados antropométricos direcionados para o sexo, a estatura, o peso corporal e o sintoma de dor na sua coluna pela Escala Visual Analógica-EVA; 2) segunda etapa será avaliação dos parâmetros do Ângulo de Cobb pela imagem do Raio-X, seguida da colocação do colete ortopédico pelo ortopedista especialista. Em seguida será solicitado a você permanecer na postura parado e depois andando sobre uma passarela de 20 metros para verificar seu equilíbrio e a pressão exercida na sola dos seus pés através de uma plataforma de pressão. Os exames de imagem do Raio-X, a dor e os parâmetros do equilíbrio e pressão nos seus pés serão avaliados pré-colete, após colocação imediata e seis meses depois do uso do colete.

As avaliações referentes as imagens do Raio-X, do equilíbrio e do andar, poderão trazer riscos mínimos, tais como o possível constrangimento e desconforto ao trazer seus exames de imagens e/ou uma sensação de cansaço físico ou dor na coluna ao realizar a avaliação do seu andar. Caso algum desses pontos aconteça, a avaliação será interrompida, respeitando o seu constrangimento, cansaço físico ou sintomas de dor sobre o quadril. Se necessitar de atendimento clínico, o mesmo será realizado pelo pesquisador responsável ou encaminhado para o médico ou profissional de fisioterapia indicado na clínica para atendimento e assistência. É importante ressaltar que a colocação do colete, apesar de gerar desconforto e ruim aspecto estético, este será uma indicação clínica para não piora da sua curvatura escoliótica, portanto, não poderemos interferir no processo. O benefício direto da sua participação será adquirir conhecimento dos efeitos do colete ortopédico no tratamento da escoliose idiopática do adolescente para melhorar a sua dor, equilíbrio e forma de andar, de forma a promover maior efetividade do seu tratamento.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. Os principais investigadores são: Professora Drª. Ana Paula Ribeiro e o aluno: Guilherme Erdmann da Silveira (11 96646-8668), os quais podem ser encontrados

no programa de Pós-Graduação da UNISA (Universidade de Santo Amaro) no endereço: Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, SP – Tel.: 2141-8529. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP-UNISA) – Rua Prof. Enéas de Siqueira Neto, 340, Jardim das Imbuías, SP – Tel.: 2141-8687.

É garantida a liberdade da retirada de consentimento a qualquer momento e deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo ao participante.

As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outros participantes e não será divulgada a sua identificação. O senhor (a) será atualizado sobre os resultados finais da pesquisa por um relatório submetido por e-mail para que tenham conhecimento dos resultados encontrados pelos pesquisadores.

Não há despesas pessoais para o participante em qualquer fase do estudo. Também não há compensação financeira relacionada à sua participação. Se existir qualquer despesa adicional, ela será absorvida pelo orçamento da pesquisa.

Os pesquisadores reservam-se o compromisso de utilizar os dados e o material coletado serão guardados com suas devidas identificações e somente serão utilizados únicos e exclusivamente para esta pesquisa e eventos científicos.

Uma via deste Termo de Consentimento ficará em seu poder.

São Paulo, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

Se você concordar em participar desta pesquisa assine no espaço determinado abaixo e coloque seu nome e o nº de seu documento de identificação.

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador responsável pelo estudo Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do pesquisador Data \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_