

RAFAEL GARCIA DE OLIVEIRA

Análise tridimensional predita e fatores de risco para disfunção pulmonar
em uma coorte brasileira com escoliose idiopática do adolescente

São Paulo

2025

RAFAEL GARCIA DE OLIVEIRA

Análise tridimensional predita e fatores de risco para disfunção pulmonar
em uma coorte brasileira com escoliose idiopática do adolescente

Tese apresentada à Faculdade de
Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em
Ciências

Programa de Ciências do Sistema
Musculoesquelético

Orientador: Prof. Dr. Tarcisio Eloy Pessoa
de Barros Filho

São Paulo

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Oliveira, Rafael Garcia de

Análise tridimensional predita e fatores de risco para
disfunção pulmonar em uma coorte brasileira com escoliose
idiopática do adolescente / Rafael Garcia de Oliveira; Tarcisio
Eloy Pessoa de Barros Filho, orientador. -- São Paulo, 2025.

Tese (Doutorado) -- Programa de Ciências do Sistema
Musculoesquelético. Faculdade de Medicina da Universidade
de São Paulo, 2025.

1. Curvaturas da coluna vertebral 2. Escoliose
3. Espirometria 4. Ventilação pulmonar 5. Saúde do
adolescente I. Barros Filho, Tarcisio Eloy Pessoa de, orient.
II. Título

USP/FM/DBD-475/25

Responsável: Daniela Amaral Barbosa, CRB-8 7533

Oliveira RG. Análise tridimensional predita e fatores de risco para disfunção pulmonar em uma coorte brasileira com escoliose idiopática do adolescente [doutorado]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2025.

Aprovado em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr. _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

*À minha mãe, **Zuleide**, pelo amor incondicional e sem medida, sua dedicação incessante em oferecer todas as ferramentas possíveis que me permitiram alcançar a vida acadêmica e pelo seu exemplo de caráter, honestidade e companheirismo.*

*Ao meu pai, **Jairo**, pelo seu exemplo de força de vontade, fé e da importância de manter a cabeça erguida perante os desafios da vida.*

*A minha irmã, **Juliana** que está sempre ao meu lado e é a certeza de que nunca caminharei só.*

*À minha esposa, **Marina**, cujo amor é a força que me sustenta e me motiva a continuar.*

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor **Tarcísio Eloy Pessoa de Barros Filho**, Professor Titular do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT-HC-FMUSP), obrigado por desbravar muitos caminhos para nós, ortopedistas.

Ao Professor Doutor **Alexandre Fogaça Cristante**, Professor Titular do IOT-HC-FMUSP. Seu compromisso inabalável com o ensino, responsabilidade profissional e sua postura ética servem de exemplo e inspiração. Agradeço pelas valiosas oportunidades concedidas, pelo suporte constante e pela confiança depositada.

Ao Dr. **Cícero Ricardo Gomes**, diretor de clínicas e liderança da Ortopedia no Hospital Sarah Brasília, exemplo incontestado de médico e ser humano. Seu comprometimento e responsabilidade com cada paciente são uma inspiração constante para minha carreira.

Ao **Dr. Paulo Beraldo**, médico do Hospital Sarah pela inspiração na concepção deste projeto e pelos constantes ensinamentos.

Ao estatístico **Gabriel Pokorny**, pela competência e pelo rigor analítico que garantiram uma análise precisa dos dados deste estudo.

A todos os **mestres e professores** que me guiaram durante a minha educação e até hoje seguem como mentores e conselheiros em minha jornada acadêmica.

A todo o time de **fisioterapia/radiologia e enfermagem** do Hospital Sarah Brasília pelo exemplo de cuidado, dedicação e comprometimento com os pacientes.

RESUMO

Oliveira RG. Análise tridimensional predita e fatores de risco para disfunção pulmonar em uma coorte brasileira com escoliose idiopática do adolescente [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2025.

A escoliose idiopática do adolescente (EIA) é uma deformidade tridimensional cujo impacto na função pulmonar pode ser subestimado por exames bidimensionais (2D). Em cenários com acesso limitado a exames 3D, como no Brasil, modelos preditivos são valiosos. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da cifose torácica predita tridimensionalmente (3D) na função pulmonar e desenvolver um modelo multivariado para prever o risco de distúrbio restritivo ventilatório (DRV) em pacientes com EIA. Realizou-se um estudo de corte transversal com 257 pacientes consecutivos com EIA, curva torácica principal (tipos 1-4 de Lenke) e indicação cirúrgica. Foram analisados dados demográficos, de prova de função pulmonar (PFP) e parâmetros radiográficos abrangentes. Notavelmente, a semienvergadura foi empregue para estimar a altura e corrigir o viés da deformidade nos cálculos da PFP, e a cifose 3D foi calculada por meio de um modelo matemático validado. As associações foram testadas com análises de correlação, e um modelo de regressão logística (*stepwise*) foi construído para identificar preditores independentes do DRV. A prevalência de DRV na coorte foi de 67,32%. A cifose torácica 2D (T5-T12) não apresentou correlação significativa com o volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) ($r^2 = 0,002$; $p = 0,5$). Em contraste, a cifose predita 3D demonstrou uma correlação negativa e estatisticamente significativa com o VEF1 ($r^2 = 0,04$; $p = 0,0015$). Uma nova métrica, o “ângulo de Cobb torácico total” (soma das curvas proximal e principal), também se correlacionou negativamente com a função pulmonar. O modelo de regressão logística identificou quatro preditores independentes para o DRV: a magnitude do ângulo de Cobb torácico total, a presença de uma curva do tipo 4 de Lenke, o aumento da idade e um baixo índice de massa corporal (IMC). A análise da cifose torácica, quando predita de forma tridimensional, é superior à análise 2D para avaliar o comprometimento pulmonar na EIA. A métrica do “ângulo de Cobb torácico total” e o modelo de risco multivariado são ferramentas promissoras para uma estratificação de risco mais precisa. A elevada prevalência de DRV nesta coorte brasileira sublinha as graves consequências da progressão da deformidade em um cenário com barreiras de acesso ao tratamento, reforçando a urgência de intervenções precoces para mitigar o dano pulmonar.

Palavras-chave: Curvaturas da coluna vertebral. Escoliose. Espirometria. Ventilação pulmonar. Saúde do adolescente.

ABSTRACT

Oliveira RG. Predicted three-dimensional analysis and risk factors for pulmonary dysfunction in a brazilian cohort with adolescent idiopathic scoliosis [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2025.

Adolescent idiopathic scoliosis (AIS) is a three-dimensional deformity whose impact on pulmonary function can be underestimated by two-dimensional (2D) imaging. In settings with limited access to 3D imaging, such as Brazil, predictive models are valuable. This study aimed to evaluate the effect of predicted three-dimensional (3D) thoracic kyphosis on pulmonary function and to develop a multivariate model to predict the risk of restrictive ventilatory disorder (RVD) in patients with AIS. A cross-sectional study was conducted with 257 consecutive patients with AIS, a main thoracic curve (Lenke types 1-4), and surgical indication. Demographic data, pulmonary function tests (PFTs), and comprehensive radiographic parameters were analyzed. Notably, arm span was used to estimate height to correct for deformity bias in PFT calculations, and 3D kyphosis was calculated using a validated mathematical model. Associations were tested with correlation analyses, and a stepwise logistic regression model was built to identify independent predictors of RVD. The prevalence of RVD in the cohort was 67.32%. While 2D thoracic kyphosis (T5-T12) showed no significant correlation with Forced Expiratory Volume in 1 second (FEV1) ($r^2 = 0,002$; $p = 0,5$), predicted 3D kyphosis demonstrated a significant negative correlation ($r^2 = 0,04$; $p = 0,0015$). A novel metric, the "total thoracic Cobb angle" (sum of proximal and main curves), also negatively correlated with pulmonary function. The logistic regression model identified four independent predictors for RVD: the magnitude of the total thoracic Cobb angle, the presence of a Lenke type 4 curve, increased age, and a low Body Mass Index (BMI). Predicted three-dimensional analysis of thoracic kyphosis is superior to 2D analysis for assessing pulmonary impairment in AIS. The "total thoracic Cobb angle" metric and the multivariate risk model are promising tools for more accurate risk stratification. The high prevalence of RVD in this Brazilian cohort underscores the severe consequences of deformity progression in a setting with barriers to treatment access, reinforcing the urgency of early intervention to mitigate pulmonary damage.

Keywords: Spinal curvatures. Scoliosis. Spirometry. Pulmonary ventilation. Adolescent health.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Representação das principais medidas radiográficas coronais.....34

Figura 2 - Representação das principais medidas radiográficas sagitais36

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Sistema de classificação de Lenke et al. (2001) para escoliose idiopática do adolescente.....	37
Quadro 2 - Graduação da gravidade segundo a ATS/ERS.....	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados demográficos	43
Tabela 2 - Classificação de Lenke et al. (2001)	44
Tabela 3 - Características radiográficas	45
Tabela 4 - Medidas radiográficas angulares.....	46
Tabela 5 - Medidas da espirometria	46
Tabela 6 - Comparação dos dados demográficos de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório	47
Tabela 7 - Comparação da classificação de Lenke et al. (2001) de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório	48
Tabela 8 - Comparação das características radiográficas de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório	49
Tabela 9 - Comparação das medidas radiográficas coronais de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório	50
Tabela 10 - Comparação das medidas radiográficas sagitais de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório	51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Efeito do ângulo de Cobb torácico total na ocorrência de distúrbio restritivo ventilatório	50
Gráfico 2 - Proporção de ocorrência de DRV de acordo com o valor da cifose torácica predita T5-T12 3D.....	51
Gráfico 3 - Correlação entre a cifose torácica 2D T5-T12 e o FEV1	52
Gráfico 4 - Correlação entre a cifose torácica 3D T5-T12 e o FEV1	53
Gráfico 5 - Modelo de probabilidade de desenvolvimento de doença ventilatória restritiva	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

2D	- Bidimensional
3D	- Tridimensional
ATS	- <i>American Thoracic Society</i>
CV	- Capacidade vital
CVF	- Capacidade vital forçada
DP	- Desvio-padrão
DRV	- Distúrbio restritivo ventilatório
EIA	- Escoliose idiopática do adolescente
ERS	- <i>European Respiratory Society</i>
GH	- Hormônio do crescimento
GWAS	- Estudos de associação genômica ampla
HC-FMUSP	- Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
IMC	- Índice de massa corporal
LL	- Lordose lombar
LSCV	- Linha sacral central vertical
LSCV	- Linha sacral central vertical
Max	- Máximo
Min	- Mínimo
OR	- Razão de probabilidade
PFP	- Prova de função pulmonar
RNM	- Ressonância nuclear magnética
SBPT	- Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia
SNC	- Sistema nervoso central
VEF1	- Volume expiratório forçado em 1 segundo
VEFt	- Volume expiratório forçado no tempo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVOS	19
2.1	OBJETIVO PRIMÁRIO	20
2.2	OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	20
3	REVISÃO DA LITERATURA	21
3.1	DEFINIÇÃO DE ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE	22
3.2	ETIOPATOGENESE DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE	22
3.2.1	Fatores genéticos	22
3.2.2	Anormalidades do sistema nervoso	23
3.2.3	Crescimento esquelético diferenciado	24
3.2.4	Disfunção hormonal e metabólica	25
3.2.5	Fatores biomecânicos	26
3.2.6	Fatores ambientais	26
3.3	HISTÓRIA NATURAL DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE	27
3.4	NATUREZA TRIDIMENSIONAL DA ESCOLIOSE	28
3.5	COMPROMETIMENTO VENTILATÓRIO	29
4	MÉTODOS	31
4.1	DESENHO DO ESTUDO	32
4.2	LOCAL DO ESTUDO E AMOSTRA	32
4.2.1	Critérios de inclusão	32
4.2.2	Critérios de exclusão	32
4.3	TÉCNICA DE RADIOGRAFIA	33
4.3.1	Medidas no plano coronal	33
4.3.2	Medidas no plano sagital	35
4.3.3	Classificação da escoliose	37
4.3.4	Modelo de medida tridimensional	38
4.4	TÉCNICA DA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR	38
4.4.1	Técnica da avaliação por espirometria	38
4.4.2	Variáveis antropométricas	38
4.4.3	Variáveis da espirometria	39
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	40
4.6	CÁLCULO AMOSTRAL	41
5	RESULTADOS	42
5.1	DADOS DEMOGRÁFICOS	43
5.2	CARACTERÍSTICAS RADIOLÓGICAS	43
5.3	AVALIAÇÃO POR ESPIROMETRIA	46
5.4	DISTÚRBIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO	47
5.5	GRAVIDADE DO DISTÚRBIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO	52
5.6	MODELO DE PROBABILIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE DISTÚRBIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO	54

6	DISCUSSÃO	56
6.1	AMOSTRA.....	58
6.2	O ÂNGULO DE COBB TORÁCICO TOTAL COMO UM NOVO PREDITOR DE RISCO PULMONAR.....	59
6.3	DEFORMIDADE AXIAL	60
6.4	FLEXIBILIDADE DA CURVA E FUNÇÃO PULMONAR	60
6.5	PREVALÊNCIA DE DISTÚRBO VENTILATÓRIO	61
6.6	IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA	61
6.7	ANÁLISE DOS PREDITORES DO MODELO DE RISCO DE DISTÚRBO RESTRITIVO VENTILATÓRIO	62
6.8	O DEBATE SOBRE A REVERSIBILIDADE DO DANO PULMONAR PÓS-CIRURGIA	64
6.9	LIMITAÇÕES	65
6.10	PERSPECTIVAS FUTURAS	66
7	CONCLUSÃO.....	68
	REFERÊNCIAS	70
	ANEXOS	77

1 INTRODUÇÃO

A escoliose idiopática do adolescente (EIA) consiste em uma deformidade tridimensional envolvendo a caixa torácica, a coluna vertebral e os pulmões. Ela é definida como curvatura da coluna vertebral no plano coronal acima de 10° e atinge entre 1% e 3% da população, com predominância no sexo feminino numa proporção entre 1,5:1 a 11:1 (Cheng et al., 2015). A prevalência de curvas acima dos 20° , o que determina o grupo de pacientes que demanda acompanhamento longitudinal, varia entre 0,22% e 1,4% da população (Luk et al., 2010).

Tem como marca uma grande diversidade fenotípica com distintos padrões de morfologia, magnitude e comportamento da curva; apesar de sua etiologia permanecer sem uma teoria completamente aceita na literatura e de sua patogênese ser multifatorial. Como descrito por Wang et al. (2011), os conceitos de etiopatogênese podem ser agrupados em seis diferentes grupos: fatores genéticos, anormalidades no sistema nervoso, crescimento esquelético anormal, disfunção hormonal e metabólica, fatores biomecânicos, e fatores ambientais. Cada um desses fatores pode estar ligado de maneira primária ou secundária a escoliose contribuindo no processo de iniciação/progressão da deformidade.

Existem distintos padrões de curvas, sendo a classificação mais utilizada na literatura a proposta por Lenke et al., em 2001, que divide os tipos de curva com base no ápice da deformidade nos seguintes seguimentos: torácica proximal, torácica e toracolumbar/lombar. As deformidades torácicas são relacionadas aos principais impactos como dor, diminuição da sobrevida, comprometimento psicossocial devido a imagem corporal e comprometimento da função pulmonar.

A alteração pulmonar observada nos pacientes com escoliose é o distúrbio ventilatório restritivo, o qual é caracterizado por diminuição na capacidade vital forçada (CVF), queda no volume expiratório em 1 segundo (VEF1) e a relação VEF1/CVF normal. Tal fenômeno é multifatorial e relacionado a redução da complacência da caixa torácica, impacto na biomecânica muscular da caixa torácica e limitação volumétrica do continente pulmonar. Além da magnitude da curva, outros fatores associados ao comprometimento da função pulmonar são o grau de hipocifose torácica, o número de vértebras incluídas na curva torácica e o grau de rotação vertebral. A medida da cifose torácica T2-T12 2D menor do que 10° também está associada a uma prevalência significativamente maior de comprometimento pulmonar severo ou moderado, bem como curvas em graus ainda inferiores a 50° (Newton et al., 2005). A progressão da deformidade pode levar à hipóxia, hipercapnia, e, raramente, hipertensão pulmonar e/ou cor pulmonale (Payo et al., 2009).

Além da influência no prognóstico, a relação entre escoliose e a função pulmonar também impacta a decisão terapêutica. Os tratamentos disponíveis para a escoliose, tanto o conservador quanto o cirúrgico, também se relacionam com a função pulmonar. O tratamento com colete pode limitar a função pulmonar ao aumentar a rigidez da caixa torácica e, até mesmo, impactar no crescimento pulmonar (Ran et al., 2016). Abordagem cirúrgica por via anterior pode levar a um comprometimento significativo da função pulmonar 2 anos após a cirurgia enquanto a abordagem posterior pode estar relacionada a uma discreta melhora na função pulmonar 2 anos após a cirurgia (Newton et al., 2007).

Apesar de ter sua natureza tridimensional (3D) reconhecida já em 1909 pelo trabalho anatômico de Nicoladoni, apenas com o advento da tomografia computadorizada nos anos 1980 e, principalmente, dos sistemas de radiografias 3D que utilizam tecnologia de digitalização vertical de slots biplanares (EOS Imaging, Paris, França) que houve uma melhora no entendimento e caracterização da deformidade na coluna vertebral em três planos, como publicado por Dubousset et al., em 2005. Estudos tridimensionais da coluna também mostraram correlação com parâmetros da espirometria, ressaltando-se a curva torácica proximal, a curva torácica principal, o grau de rotação do ápice torácico e, em especial, a cifose T5-T12 que se mostrou como o preditor mais consistente da diminuição do FEV1 (Yaszay et al., 2017). Infelizmente tal tecnologia de análise tridimensional não é amplamente disponível devido ao elevado custo e, mesmo nos locais onde ela está disponível, não se faz avaliação 3D de rotina em todos os pacientes pois a reconstrução depende de longa manipulação da imagem por um operador humano. Por conta disso, a análise da deformidade da coluna vertebral na maioria dos centros é restrita a imagens bidimensionais.

A avaliação segmentar 3D da cifose torácica mostrou que essa medida é significativamente superdimensionada na radiografia convencional em perfil. Tal divergência está fortemente associada ao grau de rotação axial vertebral, o que torna quase impossível a obtenção de uma imagem em perfil verdadeiro nas radiografias 2D da coluna torácica nos pacientes com EIA (Newton et al., 2015). Em 2017, Parvaresh et al. desenvolveram e validaram um modelo capaz de prever o alinhamento sagital 3D entre T5 e T12 a partir de imagens convencionais 2D. Os elementos preditores do modelo são o Cobb coronal 2D e a cifose torácica T5-T12 2D, por meio da equação $18,1 + (0,81 * \text{Cobb Sagital T5-T12 2D}) - (0,54 * \text{Cobb Coronal}$

2D). Esse modelo apresentou forte correlação linear com $r^2 = 0,84$, isto é, ele é capaz de descrever 91,6% da variação na cifose T5-T12 3D. Apesar de já estar validado, não há na literatura correlação desse modelo com a função pulmonar até a presente data.

Considerando que a radiografia 2D convencional subestima a cifose torácica e que a hipocifose torácica é o principal fator radiológico associados ao comprometimento da prova de função pulmonar (PFP), a presente hipótese é que a cifose predita T5-T12 3D seja um melhor parâmetro do que as medidas bidimensionais para estimar o comprometimento na função pulmonar nos pacientes com EIA.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da cifose predita 3D entre T5 e T12 na prova de função pulmonar nos pacientes com escoliose idiopática do adolescente.

2.2 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

- Avaliar o papel da curva torácica proximal (T2-T5) no plano sagital e coronal na função pulmonar;
- Avaliar o impacto da medida radiológica do intervalo T1-T12 na função pulmonar;
- Avaliar a capacidade dos aspectos radiológicos em prever o impacto na prova de função pulmonar dos pacientes com escoliose idiopática do adolescente;
- Calcular a prevalência de doença pulmonar restritiva nos pacientes incluídos no estudo.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 DEFINIÇÃO DE ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

A EIA é definida por uma curva radiológica coronal na coluna vertebral maior ou igual a 10° que acomete adolescentes a partir dos 10 anos até o final do crescimento. Trata-se de uma deformidade estrutural e rotacional da coluna vertebral que se inicia em crianças presumidamente saudáveis próximo ao período da puberdade.

O diagnóstico deve excluir a presença de outras causas para a escoliose como doenças neuromusculares, síndromes genéticas e malformações congênitas vertebrais.

3.2 ETIOPATOGENESE DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

A etiopatogênese da EIA segue amplamente desconhecida. Apesar de grande esforço em pesquisa básica, epidemiológica e clínica, não há um consenso na literatura quanto a sua etiologia. A presença de diversas teorias e relevantes achados genéticos, metabólicos, neuromusculares, biomecânicos e ambientais sugere que a patogênese seja multifatorial. Cada um desses fatores pode estar ligado de maneira primária ou secundária a escoliose contribuindo no processo de iniciação/progressão da deformidade.

3.2.1 Fatores genéticos

Existe amplo suporte do papel da herança genética no desenvolvimento da EIA. Inicialmente observou-se que parentes de primeiro grau de pacientes índice apresentavam risco aumentado de desenvolver EIA. Estudos realizados com irmãos gêmeos mostra que a concordância entre gêmeos monozigóticos é de até 73% contra até 36% em gêmeos dizigóticos para o desenvolvimento de EIA (Kesling; Reinker, 1997; Andersen; Thomsen; Kyvik, 2007).

Mais recentemente, estudos de associação genômica ampla (GWAS) identificaram genes que podem estar associados à patogênese e progressão da EIA. Ward et al., em 2010, mostraram que dentro de 202 marcadores relacionados a progressão da curvatura, 30 marcadores foram identificados como mais úteis para progressão da curva.

Esses estudos levaram a ampliação do entendimento do papel dos fatores genéticos, possibilitando que pesquisas posteriores se aprofundassem em genes específicos. Em 2023, Araújo Junior et al. identificaram que o alelo *LEPR* rs2767485, genótipos *TC* e *TT* são riscos não-modificáveis para o desenvolvimento da doença.

Além disso, existem estudos que mostram que a presença de fatores genéticos pode ter um papel na susceptibilidade da doença, porém sem influenciar na gravidade, como o de Azevedo et al. (2002) que mostrou que o polimorfismo do *FBN1* rs12916536 está relacionado com a susceptibilidade à EIA, mas não influencia a sua gravidade.

A grande complexidade genética da EIA pode ser relacionada a vasta heterogeneidade fenotípica e genotípica, incluindo baixa ou incompleta penetrância de alelos cumulativos e expressão variável. Mesmo com a ampla disponibilidade de dados acerca dos fatores genéticos na literatura, ainda não é possível prever a progressão da doença baseando-se isoladamente em informações genéticas, como demonstrado por Faldini et al. (2022).

3.2.2 Anormalidades do sistema nervoso

Estudos demonstram que anormalidades do sistema nervoso central (SNC) podem estar relacionadas à etiopatogênese da EIA. Eles podem ser divididos em estudos neuroanatômicos e estudos de disfunção neurofisiológica.

Existe evidência na literatura de que subgrupos de pacientes com EIA podem apresentar alterações anatômicas no mesencéfalo, na ponte, na medula, no sistema vestibular, além de alterações cerebelares, siringomielia cervicotorácica e malformação de Chiari. Essas alterações podem estar ainda acompanhadas ou não de anormalidade na dinâmica do fluido cérebro-espinhal (líquor). Tais achados, demonstrados por Arai et al. (1993), Gupta, Lenke e Bridwell (1999), Cheng et al. (2003) e outros diversos autores, ocorreram principalmente após o advento da ressonância nuclear magnética (RNM).

Além de anormalidades estruturais, é importante entender como as alterações funcionais do sistema nervoso se relaciona com a EIA. Lee et al. (2009), não encontraram diferenças significativas ao comparar pacientes com EIA com controles saudáveis por meio de tomografia com emissão de pósitrons (PET-CT) para avaliar o metabolismo cerebral da glicose.

Ao analisar a performance postural em adolescentes, Haumont et al. (2011) identificaram menor performance, especialmente em situações de conflito sensorial, em pacientes com ângulo de Cobb maior ou igual a 15°, refletindo menor efetividade do processamento central de informações.

Em 2021, de Oliveira, de Araújo e Gomes identificaram anormalidades no neuroeixo em 12,6% de 198 pacientes com suposta EIA que havia indicação para o tratamento cirúrgico, sendo as mais frequentesiringomielia, malformação de Arnold-Chiari e invaginação basilar. Desse grupo, três pacientes necessitaram de intervenção do achado no neuroeixo.

Há, portanto, falta de clareza quanto ao significado e relevância clínica de achados no neuroeixo e sua relação como causa, repercussão ou acaso nos adolescentes com EIA.

3.2.3 Crescimento esquelético diferenciado

Existe uma clara dependência da progressão da EIA com o crescimento esquelético, em especial, no período do segundo estirão de crescimento que ocorre durante a puberdade e tem forte correlação com a velocidade de progressão da EIA. Quando comparados a controles pareados por idade, os pacientes com EIA apresentam crescimento esquelético mais tardio em 3-6 meses, porém com velocidade maior de 2,9 cm/ano vs. 1,2 cm/ano (Yim et al., 2012) e são geralmente mais altos em 2-4 cm em garotas e 2-6 cm em garotos (Willner, 1974). No entanto, é incerto se o crescimento atuaria como causa, condição, amplificador ou fator coincidental, como postulado em 2005 por Castelein, van Dieën e Smit.

Em 2020, Smit mostrou que a deformidade da coluna está diretamente ligada a um crescimento diferenciado. Esse crescimento diferenciado é um fenômeno mecânico que também pode ser encontrado em flores, córtex cerebral, intestino e no coração em desenvolvimento. Ele essencialmente ocorre por uma diferença do crescimento de dois tecidos adjuntos resultando em flexão e torção. Nos pacientes com EIA, o crescimento diferenciado ocorre por uma diferença no crescimento esquelético e na maturação musculoligamentar.

3.2.4 Disfunção hormonal e metabólica

Variações hormonais e metabólicas podem estar relacionadas com o desenvolvimento e progressão da EIA. Dentre os fatores hormonais, destaca-se o hormônio do crescimento (GH). Em 1988, Ahl, Albertsson-Wikland e Kalén identificaram aumento na secreção espontânea de GH em 24 horas em meninas com EIA progressiva comparadas a controles sem EIA. Em 2023, Ziv-Baran et al. encontraram uma razão de risco de 2,12 para o desenvolvimento de EIA em meninos tratados com GH humano recombinante.

A melatonina é um hormônio neuroendócrino produzido pela glândula pineal. Em 1996, Machida et al. notaram que seus níveis séricos eram significativamente menores em pacientes com EIA do que no grupo controle. Isso gerou a hipótese de que a melatonina possa ter relação com a patogênese da EIA. No entanto, 2 anos depois, Murata et al. (1998) não identificaram incidência aumentada de EIA em pacientes que foram submetidos a pinealectomia ou radioterapia para tratamento de germinoma da glândula pineal e que, portanto, tem deficiência de melatonina. Por conta de tais achados, é esperado que a melatonina seja um fator relacionado à progressão e não à iniciação da EIA. Corroborando esses achados, em 2023, Batin et al. constataram que os pacientes do sexo feminino com EIA apresentam um volume da glândula pineal 38,1% menor do que controles sem EIA.

A vitamina D também foi identificada com um potencial fator para a patogênese da EIA. Como demonstrado por Batista et al. (2014), a regulação do metabolismo do cálcio-fosfato aparenta ser um importante fator no desenvolvimento da EIA. A deficiência de vitamina D pode influenciar a patogênese da EIA pelos seus efeitos no metabolismo ósseo e sua interação com o estrógeno, leptina. Em 2023, Llopis-Ibor et al. compilaram os dados da literatura em uma metanálise mostrando que a incidência de deficiência de vitamina D em pacientes com EIA é de 41%.

3.2.5 Fatores biomecânicos

Durante o estirão do crescimento, os pacientes com EIA aparentam ter atraso na maturação muscular, como demonstrado por Tam et al. (2016). A diferença de compressão axial entre o lado da concavidade e o lado da convexidade impacta na biomecânica e na morfologia vertebral e discal. Primeiramente, conforme a lei de Hueter-Volkman, menor compressão axial atua como estimulante do crescimento ósseo, como observado por Yim et al. (2012) em pacientes com EIA. Isso resulta, ainda, em menor densidade óssea como observado por Cook et al., em 1987, e aumento da altura discal como avaliado por Vergroesen et al., em 2014. Esses fatores combinados poderiam atuar como iniciadores da deformidade na coluna vertebral e a curva, por sua vez, resulta em uma distribuição de carga assimétrica sobre o esqueleto imaturo, resultando em um crescimento vertebral assimétrico, gerando um “ciclo vicioso” proposto por Stokes et al., em 2006.

3.2.6 Fatores ambientais

Existem alguns relatos esporádicos que mostram uma possível relação da EIA com fatores ambientais e de estilo de vida. Dentre eles, Wang et al. destacaram, em 2011, a nutrição, dieta, cálcio, ingesta de vitamina D e nível de atividade física. Além disso, em 2016, Matusik et al. identificaram diferenças antropométricas nos pacientes com EIA a depender da gravidade da curva.

3.3 HISTÓRIA NATURAL DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

O curso natural da EIA apresenta grande variação entre os indivíduos acometidos e prever o seu curso natural é desafiador.

Existe grande variação nos estudos que versam sobre a prevalência de EIA, porém os maiores estudos mostram taxa entre 1% e 3% da população com predominância no sexo feminino na proporção de 1,5:1 a 11:1.

Existem dados na literatura que mostram a incidência de EIA na população brasileira desde o ano de 1981. Em 2013, de Souza et al. investigaram 418 crianças no estado de Goiás entre 10 anos e 14 anos e identificaram taxa de 4,3% de prevalência.

Em 2018, Penha et al. avaliaram 2.562 pacientes entre 10 anos e 14 anos no estado de São Paulo e identificaram 1,5% de prevalência geral, sendo 2,2% a prevalência no sexo feminino, com razão de probabilidade (OR) de 4,7 para o sexo feminino em relação ao masculino.

Após a maturidade esquelética, curvas abaixo do 30° tenderam à não progressão, enquanto curvas acima dos 30° tenderam a progredir, na série de Iowa, Estados Unidos da América, de Weinstein e Ponseti (1983) que avaliou 102 pacientes com seguimento médio de 40 anos. Nesse estudo os autores mostraram que curvas entre os 50 e 75° têm uma taxa de progressão média de 0,73° ao ano.

Esse mesmo grupo mostrou em um estudo (Weinstein et al., 2003) com seguimento médio de 50 anos que a qualidade de vida de pacientes elegíveis para o tratamento cirúrgico e não operados apresenta prevalência de acometimento significativamente maior do que os controles nos domínios de dor na coluna e autoimagem. Além disso, Goldberg et al. (1994) mostraram que pacientes com EIA apresentavam menor percepção da imagem corporal, mais dias fora do trabalho e mais visitas médicas quando comparados a um grupo controle. Mulheres, especialmente, apresentavam maior dificuldade para realizar atividades físicas.

3.4 NATUREZA TRIDIMENSIONAL DA ESCOLIOSE

Apesar de ter sua natureza 3D reconhecida já em 1909 pelo trabalho anatômico de Nicoladoni, apenas com o advento da tomografia computadorizada nos anos 1980 e, principalmente, dos sistemas de radiografias 3D que utilizam tecnologia de digitalização vertical de *slots* biplanares (EOS Imaging, Paris, França) que houve uma melhora no entendimento e caracterização da deformidade na coluna vertebral em três planos, como demonstrado por Dubousset et al. (2005).

Além da tecnologia de análise tridimensional não ser amplamente disponível devido ao elevado custo, mesmo nos locais onde ela está disponível, não se faz a avaliação 3D de rotina, pois a reconstrução depende de longa manipulação da imagem por um operador humano. Por conta disso, a análise da deformidade da coluna vertebral na maioria dos centros é restrita a imagens bidimensionais.

Existe uma limitação intrínseca nos exames radiográficos biplanares – radiografias anteroposterior e em perfil – em avaliar a EIA devido à sua natureza tridimensional. O estudo radiográfico padrão não permite avaliar e quantificar a deformidade da coluna no plano axial e as medidas de rotina subestimam a perda de cifose torácica por conta da rotação axial que é inerente a deformidade torácica da EIA, como demonstraram Newton et al., em 2015. Nesse estudo a medida da cifose torácica pré-operatória entre T5 e T12 na amostra de 120 pacientes foi de $18^\circ \pm 13^\circ$ e $6^\circ \pm 14^\circ$ nas imagens bidimensionais e tridimensionais, respectivamente. Essas medidas têm forte correlação com o grau de rotação da vértebra apical ($r = 0,85$; $p < 0,01$).

Em 2017, Parvaresh et al. desenvolveram e validaram um modelo capaz de prever o alinhamento sagital 3D entre T5 e T12 a partir de imagens convencionais 2D. Os elementos preditores do modelo são o Cobb coronal 2D e a cifose torácica T5-T12 2D, por meio da equação $18,1 + (0,81 * \text{Cobb Sagital T5-T12 2D}) - (0,54 * \text{Cobb Coronal 2D})$. Esse modelo apresentou forte correlação linear com $r^2 = 0,84$, isto é, ele é capaz de descrever 91,6% da variação na cifose T5-T12 3D. Apesar de já estar validado, não há na literatura correlação desse modelo com a função pulmonar até a presente data.

3.5 COMPROMETIMENTO VENTILATÓRIO

Em 1981, Weinstein et al. demonstraram correlação direta entre a magnitude da curva torácica e o comprometimento da função ventilatória com queda significativa da função respiratória em curvas torácicas com magnitude acima dos 100°.

Dimeglio e Bonnel (1990) mostraram o grande aumento da distância entre T1 e T12 que ocorre durante o desenvolvimento normal de crianças, que passa de 11 cm nos recém-nascidos para 26,5 cm - 28 cm no final do crescimento. Karol et al. (2008) mostraram que a limitação dessa medida, que ocorre nos pacientes com escoliose não-neuromuscular, tem correlação com o comprometimento da função pulmonar. Esse achado ocorreu apenas nos pacientes com uma medida inferior a 22 cm.

Outros fatores, além das variáveis possíveis de serem avaliadas nas radiografias, como gravidade da curva, também possuem papel no impacto da escoliose na função ventilatória. A deformidade da coluna vertebral leva a uma mudança na inter-relação e biomecânica das estruturas da caixa torácica relacionadas com a mecânica ventilatória, como costelas, musculatura intercostal e diafragma. O aprofundamento desse entendimento veio em 2004, quando Kotani et al. mostraram a movimentação respiratória anormal da parede torácica e do diafragma em pacientes com escoliose por meio de RNM dinâmica respiratória. Tais achados se correlacionaram com os resultados dos testes de função pulmonar desses pacientes.

Além da magnitude da curva, Newton et al. (2005) demonstraram que o número de vértebras envolvidas na curva, a hipocifose torácica e o desequilíbrio coronal tem envolvimento significativo na função pulmonar. No entanto, tais variáveis representavam menos de 20% da variabilidade do teste de função pulmonar.

Em 2008, Chun et al. publicaram os achados de um estudo mostrando que com o aumento da deformidade da coluna vertebral, os pacientes passavam a apresentar maior discrepância no volume dos pulmões entre os lados côncavo e convexo que poderia estar correlacionado à função ventilatória. Subsequentemente, em 2016, Wen et al. demonstraram que os pacientes com EIA apresentavam menor volume pulmonar e isso se correlacionava com achados na PFP.

No ano seguinte, Yaszay et al. (2017) aprofundaram a análise dos desfechos respiratórios nos pacientes com EIA ao analisar a deformidade utilizando recursos de análise radiográfica 3D. Foi demonstrado que maiores deformidades coronais, sagitais e axiais da coluna vertebral aumentam o risco de acometimento pulmonar nos pacientes com EIA. No entanto, dentre todos esses fatores, a diminuição da cifose torácica 3D foi o preditor mais consistente.

4 MÉTODOS

4.1 DESENHO DO ESTUDO

Estudo de corte transversal que analisou os dados das medidas radiográficas e os valores obtidos na espirometria pré-operatória de pacientes consecutivos com escoliose idiopática do adolescente com curva torácica principal (Lenke tipo 1-4) que foram submetidos a tratamento cirúrgico na Rede Sarah - Brasília num período de 11 anos (2010-2020).

4.2 LOCAL DO ESTUDO E AMOSTRA

O estudo usou os dados de prontuário de 257 pacientes que tiveram indicação cirúrgica para escoliose idiopática do adolescente entre os anos de 2010 e 2020 na Rede Sarah - Brasília.

Este estudo foi aprovado pelo comitê de ética da Rede Sarah – Brasília em 08/12/2020 (Anexo A) e pelo comitê de ética do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em 4/1/2021 (Anexo B).

Os seguintes critérios foram utilizados para a inclusão e exclusão de participantes:

4.2.1 Critérios de inclusão

1. Paciente com deformidade coronal na coluna maior do que 40 graus;
2. Idade de diagnóstico da deformidade na coluna entre os 10 e 18 anos;
3. Curva torácica principal, com ápice coronal entre T2-T11;
4. Curva com convexidade à direita.

4.2.2 Critérios de exclusão

1. Curva principal localizada na região toracolombar, com ápice coronal abaixo de T11;
2. Presença de alteração congênita na coluna vertebral;
3. Antecedente de tumores na coluna vertebral ou sistema nervoso central;
4. Antecedente de cirurgia na caixa torácica;
5. Presença de diagnóstico ou suspeita de síndrome genética ou de doença neuromuscular;

6. Ausência de estudo radiográfico adequado;
7. Ausência de estudo de espirometria;

4.3 TÉCNICA DE RADIOGRAFIA

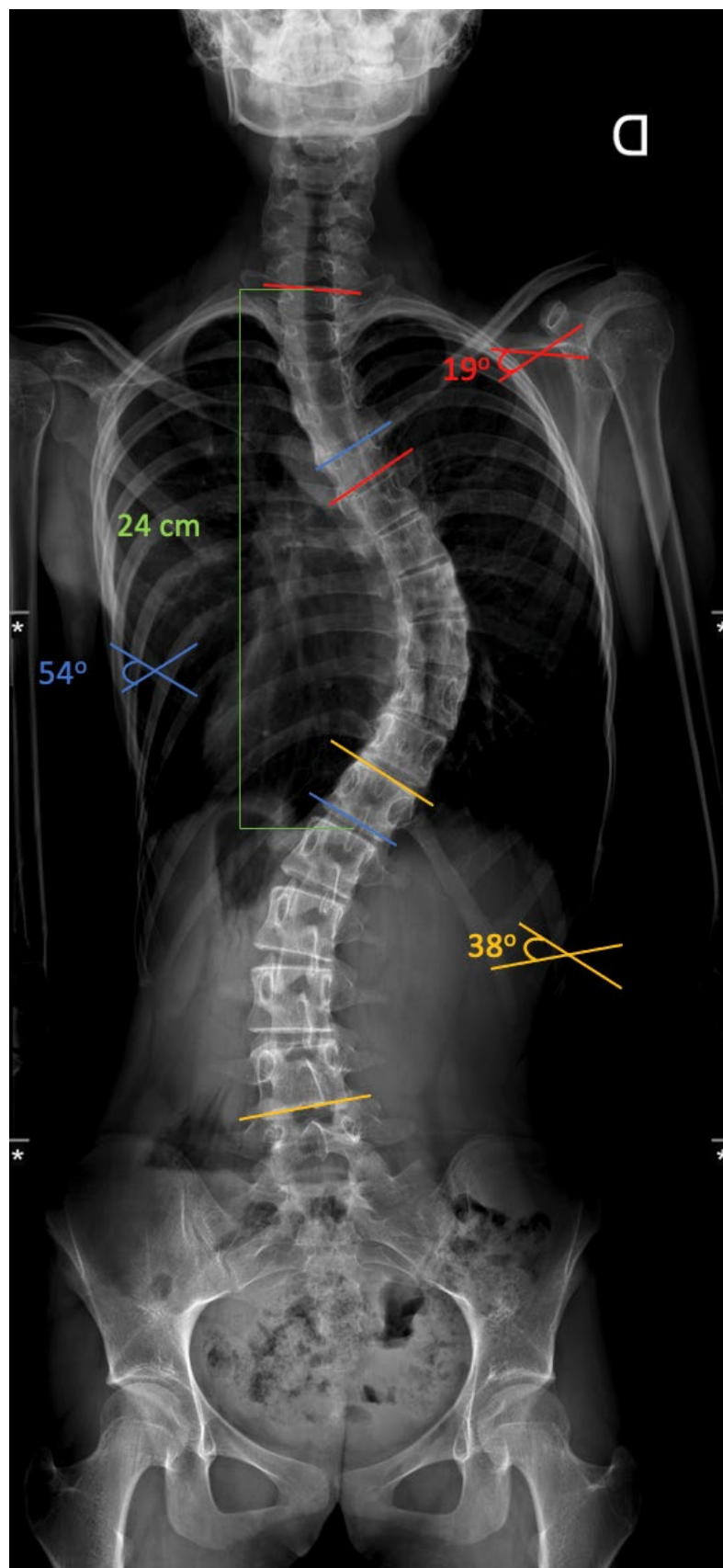
Todas as radiografias foram realizadas em duas incidências (anteroposterior ou posteroanterior e perfil) com o paciente na posição ortostática e incluiu, no mínimo, o intervalo entre C7 e as cabeças femorais. Tanto a técnica quanto as medidas radiológicas seguiram os parâmetros do *Spinal Deformity Study Group Radiographic Measurement Manual* (O'Brien et al., 2008). As medidas angulares das curvas em ambos os planos foram realizadas pelo método de Cobb.

4.3.1 Medidas no plano coronal

1. Cobb da curva torácica proximal, torácica principal e toracolombar/lombar;
2. Cobb torácico total, dado pela soma da curva torácica proximal e da curva torácica principal;
3. Vértex terminais e referente ao ápice de cada curva;
4. Razão de deformidade angular coronal (*deformity angular ratio*), dado pelo grau da deformidade dividido pelo número de vértebras entre as vértebras terminais de uma curva;
5. Flexibilidade da curva principal na radiografia com tração, definida como a porcentagem de correção da curva principal em tração em relação à medida em ortostatismo;
6. Deslocamento do ápice da curva torácica principal em relação à linha de prumo, em centímetros;
7. Distância entre T1-T12, medida entre a extremidade superior de T1 e a extremidade inferior de T12 em centímetros;
8. Rotação da curva, avaliada no ápice da deformidade através da classificação de Nash-Moe (Nash; Moe, 1969) usa o deslocamento do pedículo no ápice da convexidade para graduação entre 0 e IV;
9. Equilíbrio coronal, distância entre a projeção inferior do centro de C7 e da linha sacral central vertical.

A Figura 1 mostra as principais medidas realizadas no plano coronal.

Figura 1 - Representação das principais medidas radiográficas coronais. Em vermelho, ângulo de Cobb curva torácica proximal, em azul, ângulo de Cobb curva torácica principal, em laranja, ângulo de Cobb curva toracolumbar e em verde a medida em centímetros entre T1-T12

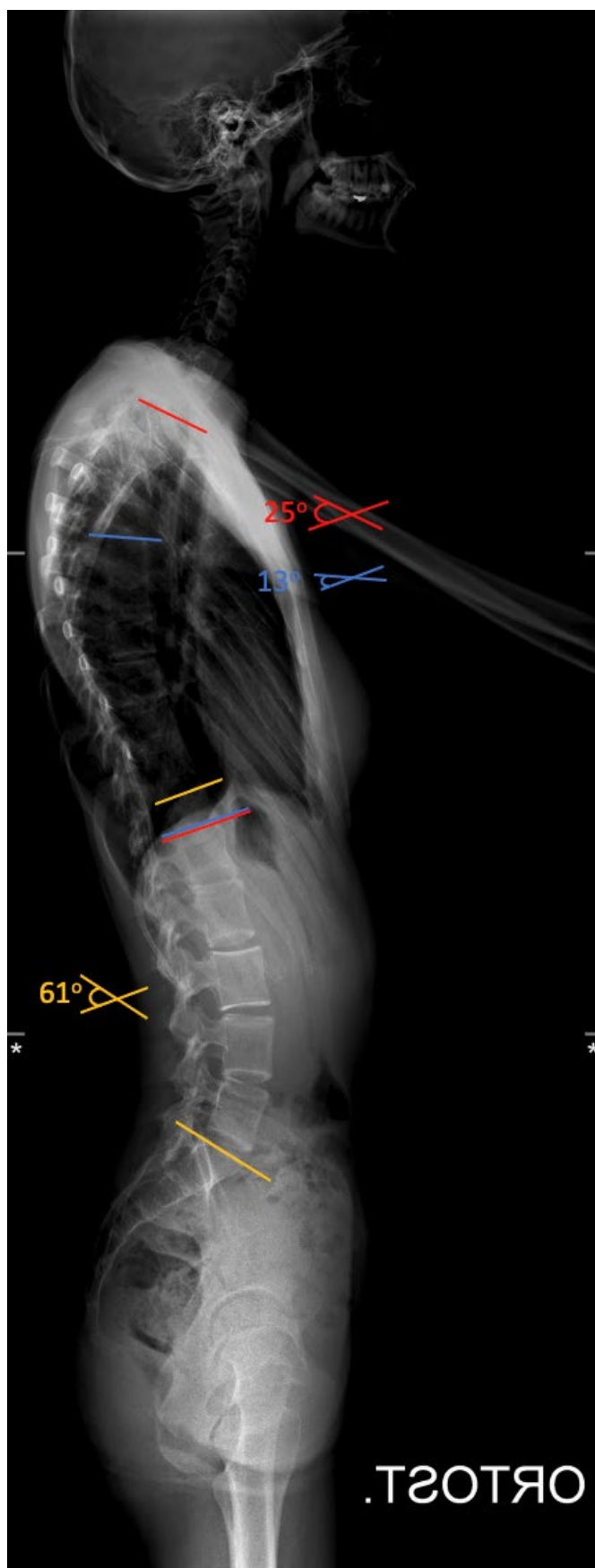


4.3.2 Medidas no plano sagital

1. Cobb da Cifose torácica entre T5-T12 e T2-T12;
2. Lordose lombar, medida entre a extremidade superior de T12 e a extremidade superior de S1;
3. Razão de deformidade angular sagital (*deformity angular ratio*), dado pelo grau da deformidade dividido pelo número de vértebras entre as vértebras terminais de uma curva;
4. *Sagital vertical axis* (SVA), medido por meio da distância entre a projeção inferior do centro de C7 e o ponto posterossuperior de S1.

A Figura 2 mostra as principais medidas realizadas no plano sagital.

Figura 2 - Representação das principais medidas radiográficas sagitais. Em vermelho, ângulo da cifose torácica entre T2-T12, em azul, ângulo da cifose torácica entre T5-T12, em laranja, ângulo da lordose lombar entre T12-S1



4.3.3 Classificação da escoliose

Os tipos de curva foram classificados pelo sistema de classificação publicado por Lenke et al. (2001) para EIA. Esse sistema é organizado pelo tipo de curva coronal (1-6), associado a um modificador lombar (A, B, C) e ao perfil sagital torácico (-, N, +) e. As curvas são definidas como estrutural caso elas sejam $> 25^\circ$ no plano coronal nas radiografias com inclinação e/ou $> 20^\circ$ para as medidas de cifose nas radiografias em perfil. Caso múltiplas curvas estejam presentes, a curva maior é definida como a curva com maior medida angular.

A localização das curvas é definida pelo ápice da curva, que pode ser na região torácica, caso o ápice se localize entre T2 e o disco T11/T12, toracolumbar, caso o ápice seja entre T12 e L1, ou lombar caso o ápice se localize entre o disco de L1/L2 e L4.

O tipo de curva é definido pela localização da curva principal e das curvas menores estruturais, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Sistema de classificação de Lenke et al. (2001) para escoliose idiopática do adolescente

Tipo	Torácica Proximal	Torácica Principal	Toracolumbar/Lombar	Descrição
1	Não-estrutural	Estrutural (Maior)	Não-estrutural	Torácica Principal
2	Estrutural	Estrutural (Maior)	Não-estrutural	Torácica Dupla
3	Não-estrutural	Estrutural (Maior)	Estrutural	Dupla Maior
4	Estrutural	Estrutural (Maior)	Estrutural (Maior)	Tripla Maior
5	Não-estrutural	Não-estrutural	Estrutural (Maior)	Toracolumbar/Lombar
6	Não-estrutural	Estrutural	Estrutural (Maior)	Toracolumbar/Lombar Principal Torácica

Os modificadores lombares Tipo A, B e C são usados para descrever a relação entre a linha sacral central vertical (LSCV) e o ápice lombar. No tipo A, a LSCV passa entre os pedículos da vértebra apical lombar. No tipo B, a LSCV toca a vértebra apical lombar. No tipo C a LSCV está situada medialmente à vértebra apical lombar.

O perfil sagital torácico descreve a cifose torácica entre T5 e T12. Cifose menor do que 10° é designada por “-”, maior do que 40° por “+” e caso a medida seja entre 10° e 40° por “N” (normal).

4.3.4 Modelo de medida tridimensional

A cifose torácica tridimensional foi estimada a partir do modelo $18,1 + (0,81 * \text{Cobb Sagital T5-T12 2D}) - (0,54 * \text{Cobb Coronal 2D})$ publicado por Parvaresh et al. em 2017. Esse modelo apresentou erro médio entre a cifose predita 3D e a medida de $\pm 7^\circ$. A cifose 2D T5-T12 explicou 47% da variabilidade enquanto o Cobb coronal torácico 2D explicou 38% para um r^2 de 0,84. Esse modelo foi gerado a partir de uma coorte de desenvolvimento e aplicado em uma coorte de validação com erro absoluto médio total de $5,1^\circ \pm 4^\circ$ e não apresentou diferença estatística significativa entre os dois modelos.

4.4 TÉCNICA DA AVALIAÇÃO DA FUNÇÃO PULMONAR

Os valores medidos foram expostos em percentual do previsto, baseado no principal instrumento validado para a população brasileira que é o estudo de Pereira, Sato e Rodrigues, 2007. Os valores previstos são derivados de uma população de indivíduos normais e ajustados para sexo, altura e idade.

4.4.1 Técnica da avaliação por espirometria

Todos os testes foram realizados por equipe fixa, composta por dois fisioterapeutas e dois pneumologistas, no espirômetro MasterScope (Erich Jaeger GmbH, Alemanha) que preenche as condições exigidas pela *American Thoracic Society* (ATS) e *European Respiratory Society* (ERS) para precisão e acurácia (Pellegrino et al., 2005). Os critérios para aceitação das curvas seguiram os propostos pela Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia (Pereira, 2002). Cada teste é repetido três vezes e a melhor medida é utilizada.

4.4.2 Variáveis antropométricas

- Peso: todos os pacientes foram pesados antes da espirometria;
- Altura: como a escoliose impacta de maneira direta a estatura, os dados foram avaliados baseado na semienvigadura dos pacientes, sendo medida da ponta do dedo mais longo ao centro da fúrcula esternal. A estimativa de altura biológica foi feita dividindo a envigadura por 1,06 no sexo masculino e por 1,03 no sexo feminino.

4.4.3 Variáveis da espirometria

As variáveis medidas seguirão as definições da SBPT:

- Capacidade vital forçada (CVF): representa o volume máximo de ar exalado com esforço máximo, a partir do ponto de máxima inspiração;
- Volume expiratório forçado no tempo (VEFt): representa o volume de ar exalado num tempo especificado durante a manobra de CVF. Neste estudo, avaliou-se o VEF1 que é o volume de ar exalado no primeiro segundo da manobra de CVF;
- Capacidade vital (CV): representa o maior volume de ar mobilizado, podendo ser medido tanto na inspiração quanto na expiração. Na ausência de uma estimativa nacional, o valor de referência adotado foi baseado no estudo de Crapo et al. (1982);
- Relação VEF1/CVF: Essa relação foi usada para caracterizar o distúrbio ventilatório.
- Os pacientes foram identificados como portadores de distúrbio ventilatório restritivo quando apresentarem $CVF < 0,8$ e a relação $FEV1/CVF$ maior do que 0,7.
- A graduação da gravidade do distúrbio ventilatório foi baseada no FEV1 e dividida conforme orientado pela ATS/ERS (Quadro 2):

Quadro 2 - Graduação da gravidade segundo a ATS/ERS

Grau de gravidade	% Predita do VEF1
Leve	> 70
Moderado	60-69
Moderadamente Grave	50-59
Grave	35-49
Muito Grave	< 35

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram tabulados em uma Excel® for Mac (Microsoft Corporation, Redmond, Wash). Os dados foram exportados para o R™ versão 4.3.1 (Posit Software PBC, Boston, MA, EUA) para realização dos testes estatísticos. Os dados contínuos com distribuição normal foram descritos pela média e desvio-padrão (DP), mediana, mínimo e máximo, e dados que não tenham distribuição normal foram descritos pelas mediana e intervalos interquartis (IQR), mínimo e máximo. Dados categóricos foram descritos pela frequência absoluta e sua proporção categórica. Para determinados dados a diferença entre as médias e o intervalo de confiança de 95% (IC95%) da diferença entre as médias foi descrita.

A normalidade foi acessada pelo teste Shapiro-Francia e para dados com distribuição normal foi utilizado o teste t de Student, já para dados que não tenham distribuição normal, foi utilizado o teste não-paramétrico de Mann-Whitney ou de Wilcox. Para comparações de três ou mais grupos foi utilizado o teste paramétrico One-Way ANOVA ou o teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, a depender da curva de distribuição dos casos.

A associação entre os dados foi avaliada utilizando a correlação de Pearson no caso de distribuição Gaussiana ou correlação de Spearman no caso de distribuição não-Gaussiana. Dados categóricos foram comparados com o teste de Fisher, no caso de algum dos grupos ter um número igual ou inferior a cinco, enquanto, para as outras situações, foi utilizado o teste de Chi-Quadrado. O teste de regressão logística foi utilizado para identificar a capacidade de uma variável de predizer a probabilidade da ocorrência de distúrbio restritivo ventilatório (DRV). Para seleção das variáveis incluídas no modelo final foi realizado o método de regressão gradual (*stepwise*) híbrido, tanto *backward* quanto *forward*, que selecionam as variáveis no modelo de maneira iterativa baseado na informação que estas variáveis trazem ao modelo, sendo que apenas variáveis com significância estatística ($p < 0,05$) foram mantidas no modelo final.

Um erro tipo I de até 5% foi aceito como uma diferença estatisticamente significativa. A análise estatística foi realizada por um estatístico independente e cego à coleta de dados.

4.6 CÁLCULO AMOSTRAL

No levantamento da base de dados, encontrou-se uma amostra de 273 pacientes elegíveis. A fim de ponderar eventuais perdas, utilizou-se no cálculo amostral 250 pacientes, divididos em dois grupos numa proporção de 5:1 de acordo com o resultado da prova de função pulmonar. Tal amostra foi adequada para detectar um tamanho de efeito moderado de 0,5 no desfecho primário (média da cifose predita T5-T12 3D) com poder ($1 - \text{probabilidade de erro } \beta$) de 88% e significância bicaudal (p) mínima de 0,05.

5 RESULTADOS

5.1 DADOS DEMOGRÁFICOS

Duzentos e cinquenta e sete pacientes se enquadraram nos critérios de exclusão e inclusão e fazem parte a amostra estudada, de um universo de 273 pacientes elegíveis. Os pacientes que não foram incluídos não tinham exames radiológicos completos ou adequados para medida ou não haviam realizado espirometria pré-operatória.

Conforme apresentado na Tabela 1, 224 pacientes eram do sexo feminino (87,16%). A média de idade da amostra foi de $15,7 \pm 3,3$ anos, com pacientes entre 10 anos e 32 anos. O IMC médio foi de $19,9 (\pm 3,4)$, variando entre 11,9 e 33,2.

Tabela 1 - Dados demográficos

Variáveis	Descrição	N (%)
Sexo	Feminino	224 (87,16%)
	Masculino	33 (12,84%)
Idade	Mín/Max	10,0 / 32
	Média (DP)	15,7 (3,3)
Índice de massa corporal	Mín/Max	11,9 / 33,2
	Média (DP)	19,9 (3,4)

5.2 CARACTERÍSTICAS RADIOLÓGICAS

Quanto ao tipo de curva, observou-se 72 (28,02%) Lenke tipo 1, 59 (22,96%) Lenke tipo 2, 67 (26,07%) Lenke tipo 3 e 59 (28,02%) Lenke tipo 4 (Tabela 2). O modificador sagital observado em 44 (17,6%) foi “-”, em 39 (15,6%) “+” e em 167 (66,8%) “N”. O modificador lombar observado em 92 (36,8%) foi A, em 58 (23,2%) B e em 100 (40%) C.

Tabela 2 - Classificação de Lenke et al. (2001)

Classificação	Tipo	N (%)
Lenke	1	72 (28,02%)
	2	59 (22,96%)
	3	67 (26,07%)
	4	59 (22,96%)
Modificador Sagital	"-"	44 (17,6%)
	"+"	39 (15,6%)
	N	167 (66,8%)
	NA	7
Modificador Lombar	A	92 (36,8%)
	B	58 (23,2%)
	C	100 (40%)
	NA	7

A Tabela 3 mostra as principais características radiográficas. A rotação da curva, pela classificação de Nash-Moe (Nash; Moe, 1969), foi do Tipo I em 24 (9,72%), Tipo II em 170 (68,83%), Tipo III em 48 (19,43%) e Tipo IV em 5 (2,02%). 10 pacientes não foram classificados.

A distância T1-T12 menor que 18 cm foi observada em 7 (3,48%) pacientes, entre 18-21 cm em 22 (10,95%) pacientes e maior do que 21 cm em 172 (85,57%) pacientes. Essa medida não pode ser obtida em 56 pacientes por conta de falta de referencial de medida conhecido para mensurar distância nesses exames. A relação entre a distância T1-T12 e altura foi de $14,7 \pm 1,3$.

O ápice da curva torácica seguiu a seguinte distribuição, T6 em 3 (1,21%), T7 em 46 (18,55%), T8 em 93 (37,5%), T9 em 68 (27,42%), T10 em 30 (12,1%) e T11 em 8 (3,23%) pacientes. Nove pacientes não tiveram o ápice torácico definido. O equilíbrio coronal medido na amostra foi de $1,4 \pm 4$ cm.

Tabela 3 - Características radiográficas

Características	Descrição	Valor
Flexibilidade (%)	Min/Max	-1,6 / 72,9
	Média (DP)	27,9 (13,5)
Distância T1-T12	<18 cm	7 (3,48%)
	18-21 cm	22 (10,95%)
	>21 cm	172 (85,57%)
	NA	56
Relação - distância T1-T12/altura (%)	Min/Max	11,2 / 17,3
	Média (DP)	14,7 (1,3)
Rotação da curva torácica principal	1	24 (9,72%)
	2	170 (68,83%)
	3	48 (19,43%)
	4	5 (2,02%)
	NA	10
	T6	3 (1,21%)
Ápice da curva torácica	T7	46 (18,55%)
	T8	93 (37,50%)
	T9	68 (27,42%)
	T10	30 (12,10%)
	T11	8 (3,23%)
	NA	9
Equilíbrio coronal	Min/Max	0 / 58,0
	Média (DP)	1,4 (4,0)

DP: desvio-padrão.

O ângulo de Cobb da curva torácica principal variou entre 36° e 125,8° (Tabela 4), sendo a média de 68,3° ($\pm 16,4$), da curva torácica proximal variou entre 0° e 76,8° com média de 30,4° ($\pm 11,5$) e o Cobb toracolombar variou entre 0° e 88,4° com média de 43,9 ($\pm 15,9^\circ$). O Cobb torácico total variou entre 43° e 184° com média de 97,7° ($\pm 25,2$). A flexibilidade média da curva torácica principal foi 27,9% ($\pm 13,5$).

A medida da cifose torácica entre T2-T12 variou entre -1,4° - 77°, com média de 31,5° $\pm 14,8$. A medida da cifose torácica entre T5-T12 variou entre -8,4° - 86,2°, com média de 23,7° $\pm 15,8$. A medida da cifose predita 3D entre T5 e T12 variou entre -31° - 42,1°, com média de -0,2° $\pm 12,7$. A medida da lordose lombar entre T12-S1 variou entre 32,2° - 88°, com média de 55,4° $\pm 11,9$.

Tabela 4 - Medidas radiográficas angulares

Medidas radiográficas angulares	Estatística Descritiva	Valor
Cobb torácico total	Min/Max	43 / 184
	Média (DP)	97,7 (25,2)
Cobb torácico proximal	Min/Max	0 / 76,8
	Média (DP)	30,4 (11,5)
Cobb torácico principal	Min/Max	36 / 125,8
	Média (DP)	68,3 (16,4)
Cobb toracolumbar	Min/Max	0 / 88,4
	Média (DP)	43,9 (15,9)
Cifose torácica 2D (T2-T12)	Min/Max	-1,4 / 77
	Média (DP)	31,5 (14,8)
Cifose torácica 2D (T5-T12)	Min/Max	-8,4 / 86,2
	Média (DP)	23,7 (15,8)
Cifose torácica predita 3D (T5-T12)	Min/Max	-31 / 42,1
	Média (DP)	-0,2 (12,7)
Lordose lombar (T12-S1)	Min/Max	32,2 / 88
	Média (DP)	55,4 (11,9)

*Todos os valores representam graus (°). DP: desvio-padrão. Cobb torácico Total = Cobb torácico proximal + Cobb torácico principal.

5.3 AVALIAÇÃO POR ESPIROMETRIA

A medida do CVF variou entre 0,3 e 1,2, sendo a média 0,7 ($\pm$ 0,2), a FEV1 variou entre 0,3-1,1 ($\pm$ 0,2) e a razão VEF1/CVF variou entre 0,7 e 1,2, sendo a média 1,0 ($\pm$ 0,1) (Tabela 5).

Cento e setenta e três (67,32%) pacientes se enquadraram nos critérios de distúrbio ventilatório restritivo, enquanto 84 (32,68%) não se enquadraram nesses critérios, mostrando uma proporção de 2:1 pacientes com distúrbio ventilatório no grupo de pacientes que tem indicação cirúrgica.

Tabela 5 - Medidas da espirometria

Medidas da espirometria	Estatística Descritiva	Valor
VEF1	Min/Max	0,3 / 1,1
	Média (DP)	0,7 (0,2)
CVF	Min/Max	0,3 / 1,2
	Média (DP)	0,7 (0,2)
VEF1/CVF	Min/Max	0,7 / 1,2
	Média (DP)	1 (0,1)
Distúrbio restritivo ventilatório	Não	84 (32,68%)
	Sim	173 (67,32%)

CVF: capacidade ventilatória funcional; DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil; LL: lordose lombar; VEF1: volume expiratório funcional.

5.4 DISTÚRPIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO

Dentre os pacientes estudados, 84 (32,7%) não apresentaram distúrbio restritivo ventilatório, enquanto 173 (67,3%) apresentaram critério para distúrbio ventilatório.

A comparação entre os dados demográficos agrupados de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório revelou uma diferença estatisticamente significativa entre a idade, ($14,7 \pm 3,1$ contra $16,2 \pm 3,4$) sendo maior nos pacientes acometidos e o IMC ($20,9 \pm 3,5$ contra $19,4 \pm 3,2$) que foi menor nos pacientes acometidos (Tabela 6).

Tabela 6 - Comparação dos dados demográficos de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório

Variável	Descrição	DRV		p
		Não (n=84)	Sim (n=173)	
Sexo	F	78 (34,82%)	146 (65,18%)	0.0571 (Chi-quadrado de Pearson)
	M	6 (18,18%)	27 (81,82%)	
Idade	Min/Max	11 / 28	10 / 32	<0.0001 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	14 [13;15,2]	15 [14;17]	
	Média (DP)	14,7 (3,1)	16,2 (3,4)	
	Min/Max	15,7 / 33,1	11,9 / 33,2	
IMC	Med [IQR]	20,4 [18,2;21,9]	19 [17,1;21,1]	0.0019 (Teste de Wilcox)
	Média (DP)	20,9 (3,5)	19,4 (3,2)	

DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil.

A comparação da classificação de Lenke et al. (2001) dos pacientes agrupados segundo a presença de DRV, mostrou diferença estatística apenas para o modificador lombar (Tabela 7).

Tabela 7 - Comparação da classificação de Lenke et al. (2001) de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório

Variável	Classificação	DRV		p
		Não (n=84)	Sim (n=173)	
Lenke	1	24 (33,33%)	48 (66,67%)	0.1062 (Chi-quadrado de Pearson)
	2	12 (20,34%)	47 (79,66%)	
	3	24 (35,82%)	43 (64,18%)	
	4	24 (40,68%)	35 (59,32%)	
Modificador Sagital	"-"	12 (27,27%)	32 (72,73%)	0.5536 (Chi-quadrado de Pearson)
	"+"	15 (38,46%)	24 (61,54%)	
	N	54 (32,34%)	113 (67,66%)	
	NA	3	4	
Modificador Lombar	A	20 (21,74%)	72 (78,26%)	0.0160 (Chi-quadrado de Pearson)
	B	20 (34,48%)	38 (65,52%)	
	C	41 (41%)	59 (59%)	
	NA	3	4	

DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil; NA: número de pacientes não incluídos.

A comparação das características radiográficas é apresentada na Tabela 8. Apenas o grau de rotação da vértebra apical da curva torácica principal apresentou diferença estatisticamente significativa, com maior proporção nos grupos com maior grau de rotação.

Tabela 8 - Comparação das características radiográficas de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório

Variável	Descrição	DRV		p
		Não (n=84)	Sim (n=173)	
Flexibilidade (%)	Min / Max	-1,6 / 72,9	1,7 / 64,4	0,6845 (Teste-T)
	Med [IQR]	26,3 [19,5;35,5]	26,4 [17,3;37,9]	
	Média (DP)	28,4 (12,7)	27,6 (13,9)	
Distância T1-T12	<18 cm	0 (0%)	7 (100%)	0,1292 (Teste de Fischer)
	18-21 cm	9 (40,91%)	13 (59,09%)	
	>21 cm	61 (35,47%)	111 (64,53%)	
	NA	14	42	
Distância T1-T12 / Altura	Min / Max	12,6 / 17,2	11,2 / 17,3	0,0686 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	15,1 [14,1;15,8]	14,6 [13,8;15,5]	
	Média (DP)	14,9 (1,1)	14,5 (1,3)	
	NA	14	42	
Rotação da Curva Torácica Principal	1	10 (41,67%)	14 (58,33%)	0,0203 (Teste de Fischer)
	2	60 (35,29%)	110 (64,71%)	
	3	8 (16,67%)	40 (83,33%)	
	4	0 (0%)	5 (100%)	
	NA	6	4	
Ápice da Curva Torácica Principal	T6	2 (66,67%)	1 (33,33%)	0,3816 (Teste de Fischer)
	T7	15 (32,61%)	31 (67,39%)	
	T8	35 (37,63%)	58 (62,37%)	
	T9	18 (26,47%)	50 (73,53%)	
	T10	9 (30%)	21 (70%)	
	T11	1 (12,5%)	7 (87,5%)	
	NA	4	5	

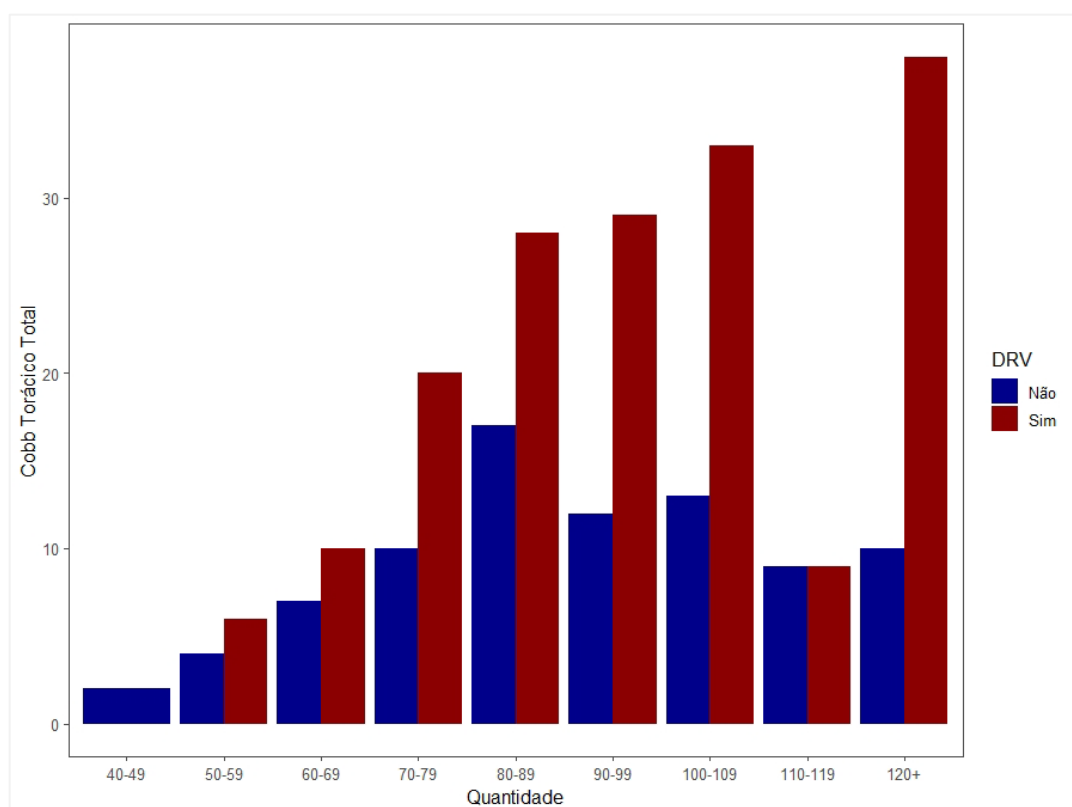
DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil; NA: número de pacientes não incluídos.

A comparação das medidas radiográficas coronais de acordo com a presença de DRV, evidenciou diferença estatisticamente significativa no Cobb torácico principal que apresentou média de $69,9^\circ \pm 17,2^\circ$ nos pacientes acometidos, contra $64,8 \pm 14,2^\circ$ nos pacientes não acometidos (Tabela 9). Houve diferença, ainda, na média do Cobb torácico total, que foi de $100,2^\circ \pm 25,7^\circ$ nos pacientes com DRV e $92,5^\circ \pm 23,5^\circ$ nos pacientes sem DRV. O Gráfico 1 mostra um aumento progressivo na proporção de DRV em conforme o aumento do Cobb torácico total.

Tabela 9 - Comparação das medidas radiográficas coronais de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório

Variável	Estatística Descritiva	DRV		p
		Não	Sim	
Cobb torácico total	Min / Max	43 / 152	52 / 184	0.0459 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	91,5 [77;109]	97 [83;113]	
	Média (DP)	92,5 (23,5)	100,2 (25,7)	
Cobb torácico proximal	Min / Max	0 / 56	9,4 / 76,8	0.4594 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	29 [22;35,7]	30 [23;39]	
	Média (DP)	29,1 (10,6)	31 (11,8)	
Cobb torácico principal	Min / Max	36 / 99	42 / 125,8	0.0311 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	62 [54,8;76]	68 [57;79]	
	Média (DP)	64,8 (14,2)	69,9 (17,2)	
Cobb toracolumbar	Min / Max	10 / 84	0 / 88,4	0.0790 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	47 [36,8;56,0]	40 [33;52]	
	Média (DP)	45,8 (14,7)	43(16,4)	
Balanço coronal	Min / Max	0 / 3,9	0 / 58	0.6657 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	1,1 [0,4;1,9]	0,9 [0,3;1,6]	
	Média (DP)	1,2 (1)	1,5 (4,9)	

DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil. Cobb torácico total = Cobb torácico proximal + Cobb torácico principal.

Gráfico 1 - Efeito do ângulo de Cobb torácico total na ocorrência de distúrbio restritivo ventilatório

CVF: capacidade ventilatória funcional; DP: desvio-padrão; IQR: intervalo interquartil; LL: lordose lombar; VEF1: volume expiratório funcional.

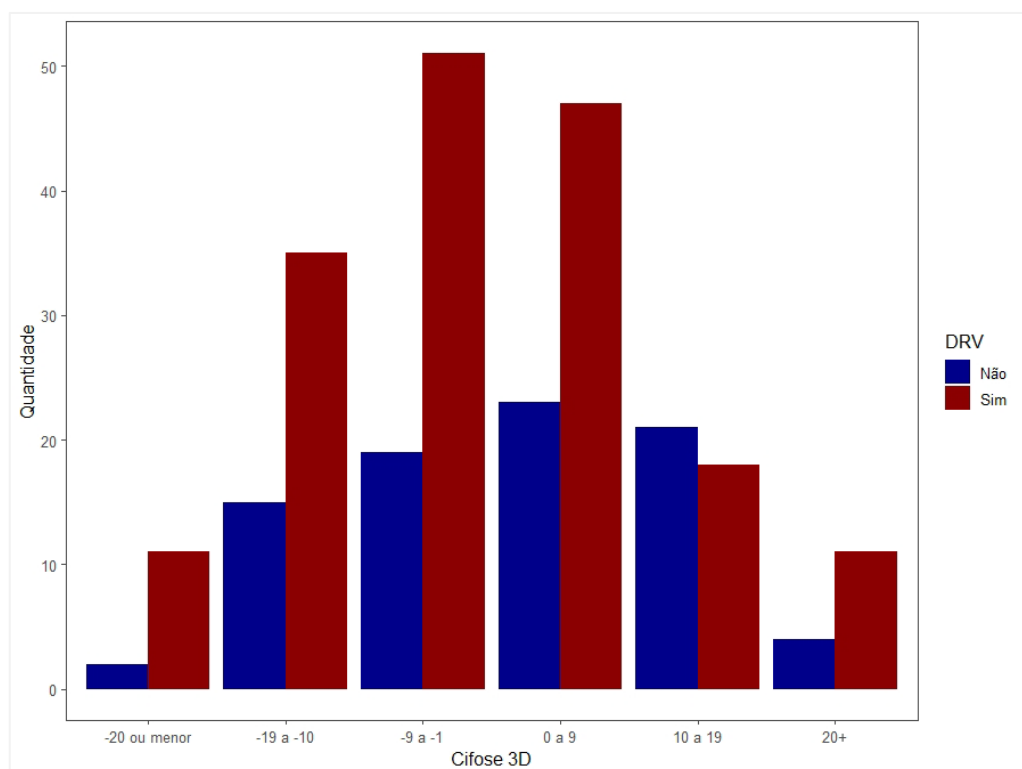
A comparação das medidas radiográficas sagitais de acordo com a presença de DRV não evidenciou diferença estatisticamente significativa entre os grupos nas medidas estudadas (Tabela 10). A cifose predita 3D (T5-T12) é mostrada no Gráfico 2.

Tabela 10 - Comparação das medidas radiográficas sagitais de acordo com a presença de distúrbio restritivo ventilatório

Variável	Estatística Descritiva	DRV		p
		Não	Sim	
Cifose torácica 2D (T2-T12)	Min/Max	0,9 / 60,2	-1,4 / 77	0.7760 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	31,2 [20,1;41,8]	29,1 [21,4;39,5]	
	Média (DP)	31,1 (13,9)	31,7 (15,3)	
Cifose torácica 2D (T5-T12)	Min/Max	-3,8 / 62,8	-8,4 / 86,2	0.5447 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	22,5 [12,5;34,7]	22,1 [12,1;32,3]	
	Média (DP)	24 (14,6)	23,5 (16,4)	
Cifose torácica predita 3D (T5-T12)	Min/Max	-22,1 / 32,0	-31 / 42,1	0.1094 (Teste T)
	Med [IQR]	3 [-8,1;11,4]	-1[-10,1;7,4]	
	Média (DP)	1,7 (12)	-1 (13)	
LL (T12-S1)	Min/Max	33,9 / 80,7	32,2 / 88	0.1651 (Teste de Wilcox)
	Med [IQR]	57,3 [46,7;66,7]	54,1 [45,9;62]	
	Média (DP)	56,7 (11,5)	54,8 (12)	

DP: desvio-padrão; IQR: Intervalo interquartil.

Gráfico 2 - Proporção de ocorrência de DRV de acordo com o valor da cifose torácica predita T5-T12 3D

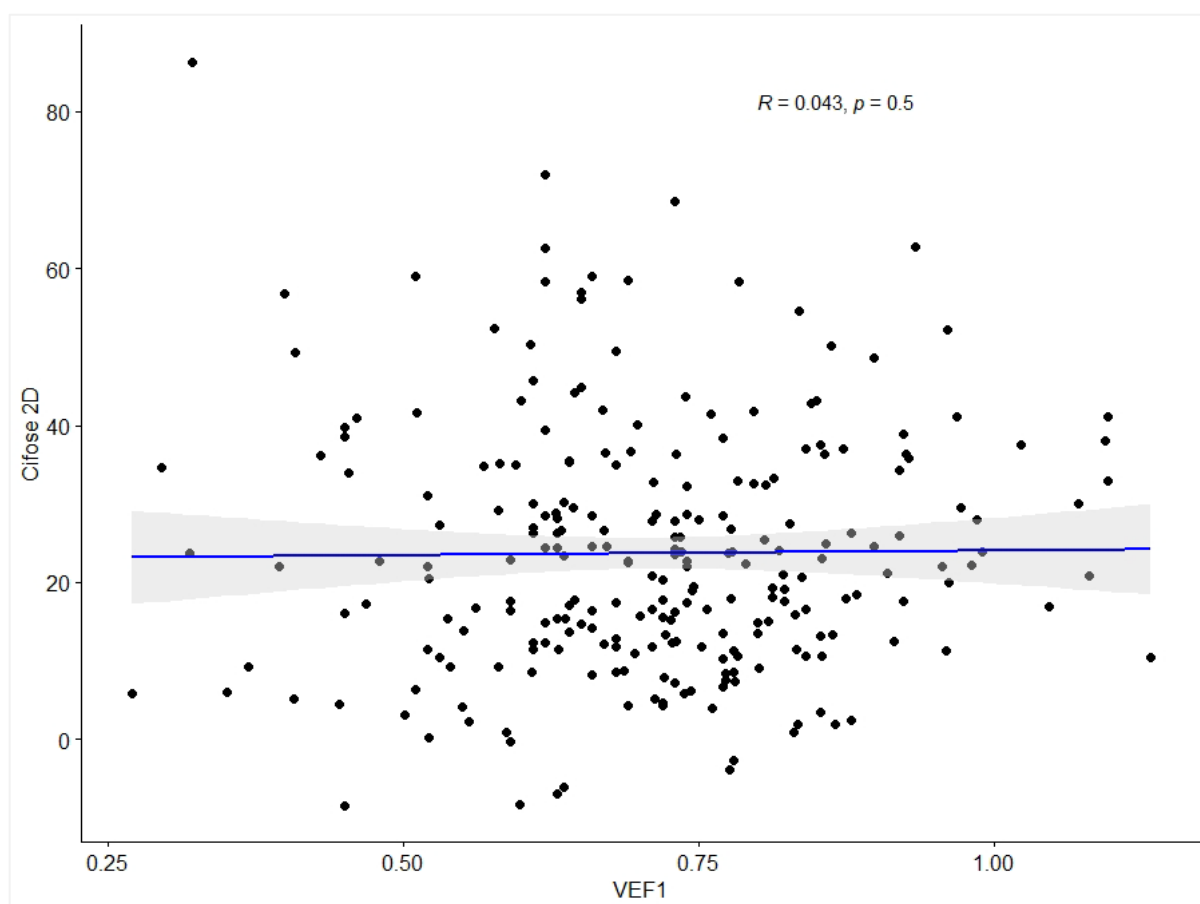


5.5 GRAVIDADE DO DISTÚRBIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO

Como parte da investigação da relação entre a morfologia da coluna e a função pulmonar, foi utilizada a análise de regressão linear univariada para correlacionar a cifose torácica (T5-T12) com os valores do FEV1.

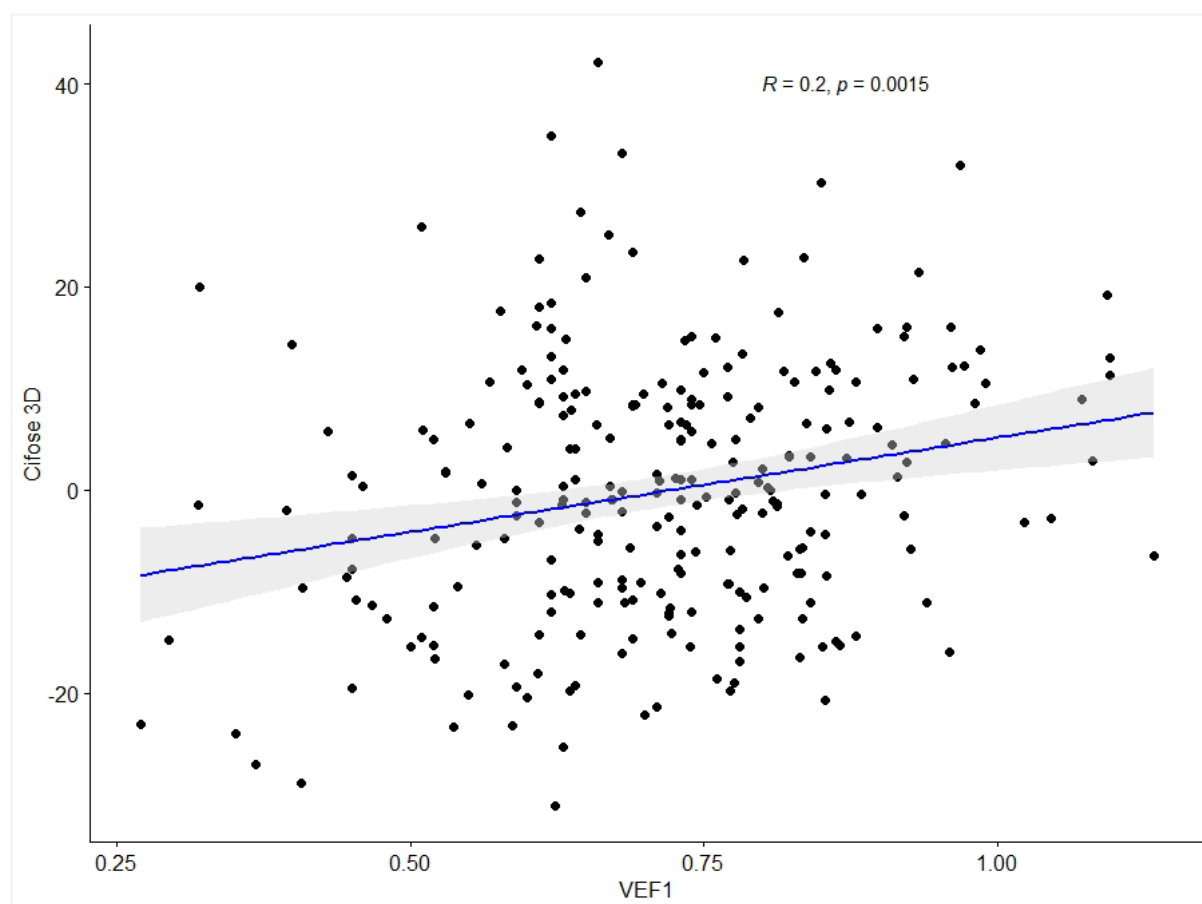
A avaliação da cifose torácica em sua projeção bidimensional não demonstrou uma correlação estatisticamente significativa com os valores de FEV1 ($r^2 = 0,002$; $p = 0,5$), conforme ilustrado no Gráfico 3. Este resultado sugere que, no plano sagital isolado, a variação da curvatura torácica não se associou de forma linear a alterações na capacidade pulmonar da amostra estudada. O baixo coeficiente de determinação (r^2) indica que o modelo 2D explica apenas 0,2% da variabilidade do FEV1.

Gráfico 3 - Correlação entre a cifose torácica 2D T5-T12 e o FEV1



Em contraste, a análise tridimensional da cifose torácica T5-T12 revelou uma associação estatisticamente significativa com o FEV1, ($r^2 = 0,04$; $p = 0,0015$), como apresentado no Gráfico 4. Essa correlação indica que valores mais baixos de cifose tridimensional (hipocifose) estão associados a piora dos valores de análise espirométrica. Contudo, é fundamental interpretar a magnitude dessa relação. Apesar da forte significância estatística ($p < 0,05$), o coeficiente de determinação ($r^2 = 0,04$) demonstra que a cifose torácica 3D explica apenas 4% da variabilidade observada no FEV1. Portanto, embora exista uma associação válida, a correlação entre as variáveis é considerada fraca, conferindo ao modelo um baixo poder preditivo.

Gráfico 4 - Correlação entre a cifose torácica 3D T5-T12 e o FEV1



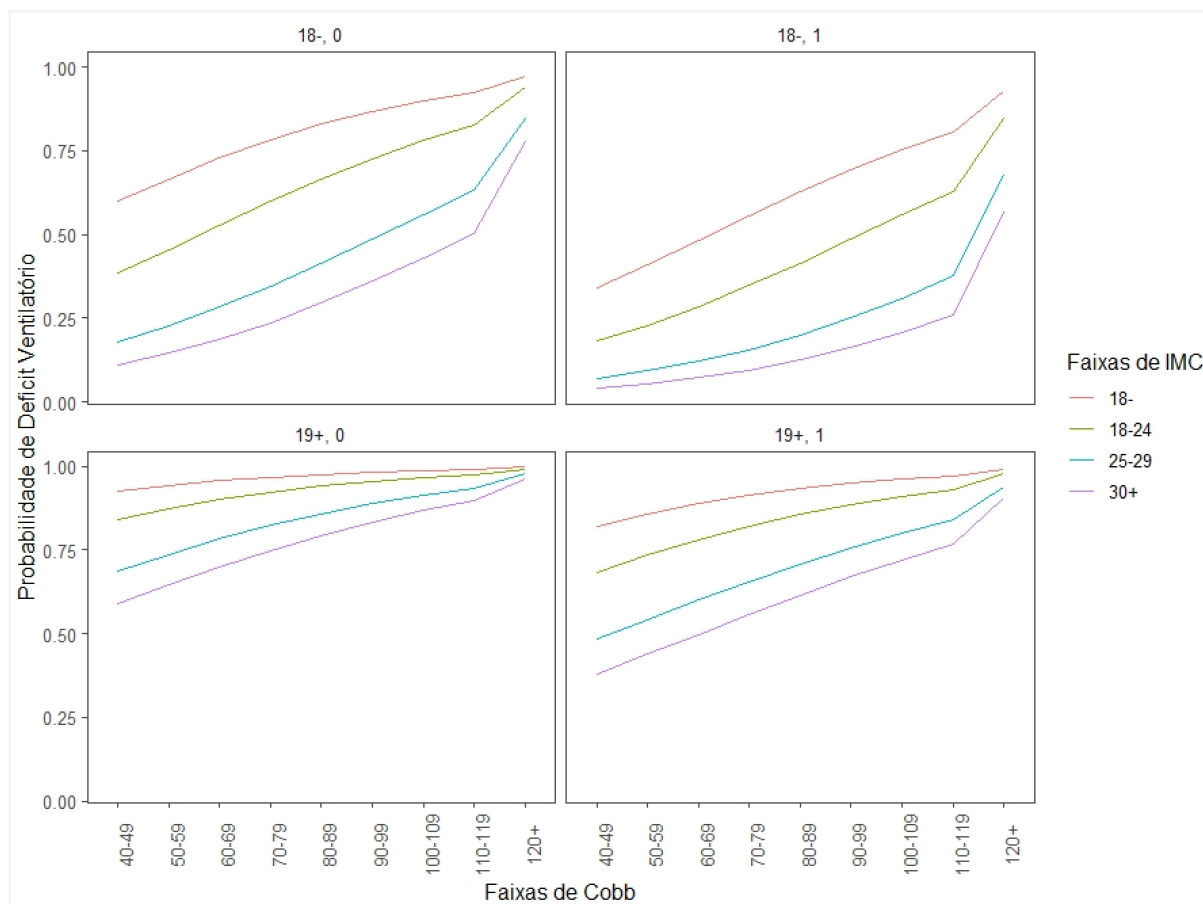
5.6 MODELO DE PROBABILIDADE DE DESENVOLVIMENTO DE DISTÚRBIO RESTRITIVO VENTILATÓRIO

Para a construção de um modelo preditivo para a ocorrência de DRV, foi realizada uma análise de regressão logística com um método de seleção de variáveis gradual (*stepwise*). Conforme a metodologia preestabelecida, o processo iterativo reteve no modelo apenas os fatores que demonstraram associação estatisticamente significativa ($p < 0,05$) com o desfecho.

Como resultado deste processo, quatro variáveis foram identificadas como preditores independentes e significantes para o DRV: a **idade**, o **índice de massa corporal**, a presença de uma curva do **tipo 4 de Lenke** e o valor do **ângulo de Cobb torácico total**.

Com base nestes preditores, foi desenvolvido o modelo de regressão logística final para estimar a probabilidade de um paciente apresentar DRV. O Gráfico 5 ilustra este modelo de probabilidade, que é calculado a partir de uma combinação da idade do paciente, sua faixa de IMC (classificada segundo os critérios da Organização Mundial da Saúde), a existência ou não de uma curva tipo 4 e a magnitude do seu ângulo de Cobb torácico.

Gráfico 5 - Modelo de probabilidade de desenvolvimento de doença ventilatória restritiva



Grupos: 18-: Menor ou igual a 18 anos de idade. 19+ Maior ou igual a 19 anos de idade, Lenke tipo 4: 1 = sim, 0 = não. As cores das linhas correspondem a diferentes faixas de IMC.

6 DISCUSSÃO

A complexa interação entre as deformidades da coluna vertebral e a função pulmonar tem sido extensivamente documentada na literatura científica. Historicamente, estudos clínicos estabeleceram uma associação clara entre a escoliose e o desenvolvimento de distúrbios ventilatórios restritivos, correlacionando a gravidade da curva com o aumento da morbidade e até da mortalidade em casos severos. O mecanismo subjacente a essa associação reside na distorção tridimensional da caixa torácica, que restringe a expansão pulmonar e a mecânica diafragmática. Nesse contexto, o trabalho de Newton et al. (2015) foi um marco ao destacar que, para além do plano coronal, a deformidade no plano sagital exerce um impacto particularmente significativo sobre a função ventilatória. Mais recentemente, a compreensão dessa relação foi aprofundada por Yaszay et al. (2017), que demonstraram de forma conclusiva que a análise da deformidade tridimensional em cada um dos planos (sagital, axial e coronal) está associada com o risco de comprometimento pulmonar em pacientes com EIA.

Os resultados da presente investigação não apenas corroboram essa base de conhecimento, mas também adicionam novas perspectivas à avaliação de risco. Em consonância com a literatura, este estudo confirmou que o aumento da deformidade da coluna vertebral, tanto no plano coronal quanto no sagital, está associado a um declínio na função pulmonar. Um dos achados centrais, no entanto, foi a observação de que a análise cifose predita 3D, a partir de imagens bidimensionais, demonstrou uma associação mais robusta com o acometimento pulmonar do que a análise bidimensional isolada. Este resultado sugere que as radiografias convencionais 2D podem subestimar o verdadeiro impacto da deformidade na volumetria e mecânica torácica, uma vez que a análise 3D captura de forma mais fidedigna a rotação vertebral e a consequente alteração espacial da caixa torácica. O ponto culminante de desta análise foi a construção de um modelo preditivo multivariado, que identificou quatro fatores de risco independentes e estatisticamente significantes para o comprometimento da função respiratória: a idade, o IMC, a presença de uma curva do tipo 4 de Lenke e a magnitude do ângulo de Cobb torácico total. A identificação deste conjunto de preditores representa um avanço clínico importante, permitindo uma estratificação de risco mais precisa dos pacientes.

6.1 AMOSTRA

A presente investigação constitui, até o momento, o maior estudo a correlacionar a função ventilatória com dados radiológicos em pacientes brasileiros com EIA. A análise baseia-se em uma coorte de corte transversal de 257 pacientes, com dados coletados ao longo de um período de 11 anos.

O perfil demográfico da amostra revelou um predomínio do sexo feminino (87,16%; proporção 7:1), em plena concordância com os dados epidemiológicos clássicos para esta patologia, conforme demonstrado por Cheng et al., em 2015. A presente coorte incluiu tanto pacientes com diagnóstico de EIA a partir dos 10 anos quanto indivíduos que não foram submetidos a tratamento e já haviam atingido a maturidade esquelética. A inclusão deste último subgrupo é particularmente valiosa, pois permite a análise fidedigna do desfecho da história natural da doença e das consequências da deformidade na ausência de intervenção.

Adicionalmente, um diferencial metodológico que confere maior precisão aos resultados foi a utilização da semienvergadura em vez da altura ortostática para o cálculo dos valores preditos na prova de função pulmonar. Esta abordagem foi adotada para contornar um viés conhecido, uma vez que a altura do paciente é artificialmente reduzida pela própria deformidade. O uso da altura falseada para calcular os valores normativos da PFP levaria a uma subestimação do verdadeiro déficit funcional pulmonar, mascarando a real magnitude do impacto da escoliose. Ao empregar um parâmetro antropométrico não afetado pela curva, esta análise oferece uma quantificação mais acurada do comprometimento ventilatório.

6.2 O ÂNGULO DE COBB TORÁCICO TOTAL COMO UM NOVO PREDITOR DE RISCO PULMONAR

Uma das contribuições metodológicas centrais deste estudo é a proposição e validação do “ângulo de Cobb torácico total” como uma métrica para quantificar de forma mais abrangente a deformidade coronal no tórax. Este parâmetro é obtido pela somatória dos valores angulares da curva torácica proximal e da curva torácica principal. A premissa teórica para esta abordagem é que, uma vez que ambas as deformidades estão contidas nos limites da caixa torácica (tipicamente entre T1 e T12), a avaliação isolada da curva principal — como é feita tradicionalmente — pode subestimar o impacto global da deformidade na estrutura e função pulmonar.

Esta hipótese é fortemente corroborada por evidências da literatura. Johari et al. (2016) demonstraram que curvas com ápice mais proximal exercem um impacto desproporcionalmente maior na função pulmonar. De forma análoga, Newton et al. (2005) já havia observado que padrões de curva mais complexos, como os tipos 2 (dupla torácica) e 4 de Lenke, apresentavam uma tendência a maior comprometimento ventilatório. Estes resultados validam a utilidade clínica do ângulo de Cobb torácico total: conforme ilustrado no Gráfico 1, identificou-se um ponto de inflexão em 70 graus. Acima deste valor, a proporção de pacientes com DRV na amostra aumenta de forma acentuada e progressiva. Este achado ressalta a relevância da deformidade coronal torácica global e sugere que o ângulo de Cobb total é um indicador mais sensível do risco de disfunção pulmonar, podendo servir como uma ferramenta valiosa para a estratificação de risco clínico.

6.3 DEFORMIDADE AXIAL

A deformidade axial da escoliose, representada pela rotação vertebral, é um componente crítico na fisiopatologia da deformidade torácica. Newton et al. (2005) já havia postulado que a rotação vertebral poderia impactar a função pulmonar ao alterar a morfologia da caixa torácica. Nesse contexto, um achado relevante da presente análise foi a identificação de uma correlação direta e estatisticamente significativa entre o grau de rotação da vértebra apical, classificado pelo método de Nash-Moe (Nash; Moe, 1969), e a ocorrência de DRV. No entanto, a dificuldade em quantificar este parâmetro de forma confiável com os métodos de imagem bidimensionais limita conclusões definitivas mais robustas. Este resultado corrobora a hipótese de que a deformidade rotacional não é apenas um achado radiográfico, mas sim um fator ativo na restrição da mecânica pulmonar, em linha com Yaszay et al. (2017), que mostraram associação do aumento da rotação axial (medida em radiografias 3D) com a piora dos valores de função pulmonar. Contudo, é importante reconhecer que, embora significativa, a rotação vertebral é apenas um dos múltiplos fatores envolvidos na complexa variabilidade da função pulmonar em pacientes com escoliose.

6.4 FLEXIBILIDADE DA CURVA E FUNÇÃO PULMONAR

A rigidez da curva espinhal tem sido investigada como um potencial fator contribuinte para a disfunção pulmonar, embora a literatura sobre o tema apresente resultados conflitantes. Estudos como os de Jackson et al. (1989) e Leong et al. (1999), por exemplo, concluíram que o aumento da rigidez da coluna estava correlacionado a um maior comprometimento pulmonar. A base para esta hipótese é biomecanicamente lógica: uma coluna mais rígida deveria, teoricamente, prejudicar a excursão da caixa torácica e, assim, limitar a ventilação.

Em oposição a essa ideia, outras investigações, notavelmente as de Upadhyay et al. (1995) e Newton et al. (2005), não encontraram uma correlação significativa entre a flexibilidade da curva e a função pulmonar. Os achados do presente estudo alinham-se diretamente com este segundo grupo. Na presente análise, não foi identificada uma associação estatisticamente significativa entre a flexibilidade da curva e a ocorrência de DRV. Portanto, embora a crença de que a rigidez afeta a excursão torácica seja atraente, a análise desta robusta coorte revelou que a flexibilidade não

se mostrou um contribuinte significativo para a disfunção pulmonar, sugerindo que outros fatores — como a magnitude tridimensional da deformidade, a idade e o IMC — desempenham um papel preponderante.

6.5 PREVALÊNCIA DE DISTÚRPIO VENTILATÓRIO

Um dos achados mais impactantes deste estudo foi a elevada prevalência de DRV identificado em 67,32% dos pacientes. Este valor expressivo é um reflexo direto do critério de inclusão, que selecionou uma população com deformidades graves, especificamente pacientes com curva torácica principal e indicação cirúrgica. A gravidade da deformidade da amostra é confirmada pela média do ângulo de Cobb torácico principal de $68,3^\circ \pm 16,4^\circ$. Este valor é substancialmente mais alto do que o de muitas coortes em estudos tradicionais, como o de Newton et al. (2005), que reportou um aumento na prevalência de DRV a partir de 40° de deformidade coronal. É crucial ressaltar, contudo, que esta prevalência reflete uma população de alta gravidade e não pode ser extrapolada para o universo de pacientes com escoliose, onde predominam as deformidades leves, inferiores ao limiar mínimo de 40° para inclusão nesta análise.

6.6 IMPLICAÇÕES PARA A SAÚDE PÚBLICA

Esta realidade de alta prevalência de distúrbio ventilatório em pacientes com curvas de maior valor angular espelha um grave problema de saúde pública, especialmente em países em desenvolvimento, onde o acesso ao tratamento adequado e em tempo hábil é restrito. Como demonstrado no estudo de Guiroy et al. (2023), os pacientes da América Latina enfrentam barreiras significativas de acesso e longos tempos de espera para o tratamento da EIA. O cenário brasileiro, em particular, foi detalhado de forma alarmante por Meves et al. (2024), que demonstraram que o tempo de espera para a primeira avaliação com um cirurgião de coluna pode variar de 1 a 138 meses. Como consequência direta dessa demora, o estudo revelou que, no momento da primeira consulta, 93% dos pacientes já haviam perdido a janela para o tratamento conservador, segundo um levantamento multicêntrico realizado em 21 centros no Brasil.

A presente coorte, com suas curvas de alta magnitude, pode ser vista como a materialização clínica dessa falha sistêmica, na qual os pacientes progridem ao longo da história natural da doença, resultando em deformidades mais graves e, consequentemente, em um acometimento pulmonar mais significativo. Portanto, os achados deste estudo fornecem um substrato empírico robusto para embasar políticas públicas que visem otimizar o acesso ao tratamento, com o objetivo de evitar a progressão para curvas de maior valor angular e, assim, mitigar a deterioração da função ventilatória e seu impacto na qualidade de vida a longo prazo.

6.7 ANÁLISE DOS PREDITORES DO MODELO DE RISCO DE DISTÚRBO RESTRITIVO VENTILATÓRIO

O modelo de regressão logística multivariado desenvolvido (Gráfico 5) representa um dos resultados centrais deste trabalho, ao estimar a probabilidade de um paciente apresentar DRV. O modelo integrou os quatro preditores independentes identificados na presente análise: magnitude do ângulo de Cobb torácico total, idade do paciente, IMC e presença de uma curva do tipo 4 de Lenke.

Dentre estes fatores, a identificação da idade como um preditor independente para o DRV constitui um achado particularmente distinto desta tese. Tradicionalmente, a literatura se concentra em coortes de pacientes adolescentes, e a influência da idade como um fator de risco contínuo tem sido pouco investigada. O trabalho de Johari et al. (2016) já apontava nessa direção, ao constatar que o dano na função pulmonar era mais acentuado em pacientes com deformidades espinhais mais graves, curvaturas de localização proximal e em pacientes mais velhos. De forma mais específica, o estudo quantificou essa relação, demonstrando que o aumento de um ano na idade se correlacionou com uma queda significativa de 1,092 unidades na CVF. Contudo, a robustez dessas observações foi limitada pelo pequeno tamanho amostral do estudo ($n = 38$). A presente investigação, com sua coorte substancialmente maior, não apenas corrobora, mas fortalece significativamente essas associações. Este achado possui implicações clínicas e de saúde pública profundas, especialmente nos cenários de acesso restrito ao tratamento. A associação entre o avanço da idade e o DRV elucida o mecanismo de “duplo prejuízo” sofrido por pacientes negligenciados: com o passar do tempo, não apenas a deformidade espinhal tende a progredir, mas a idade, por si só, emerge como um fator de risco para a deterioração da função ventilatória.

De maneira análoga à discussão sobre a idade, o IMC também se revelou um preditor independente e significativo para o DRV em nesta análise, em que valores mais baixos de IMC se associaram a um maior risco. Este achado é fortemente corroborado pelo trabalho de Tung et al. (2018), que também investigaram o papel do IMC na função pulmonar em pacientes com EIA. Em seu estudo, os autores demonstraram que maiores valores de IMC estavam diretamente correlacionados a uma melhor função pulmonar, especificamente uma maior CVF.

Fundamentalmente, a análise de regressão de Tung et al. (2018) revelou que o IMC contribuía de forma independente para a função pulmonar, e que esta relação não era apenas um efeito secundário mediado pela deformidade da coluna. A consistência entre os presentes resultados e os de Tung et al. (2018) reforça a hipótese de que, na população com escoliose idiopática, o IMC transcende a simples medida antropométrica, atuando como um indicador do estado nutricional e da reserva muscular. Um IMC maior pode refletir uma mecânica respiratória mais eficaz, conferindo uma vantagem na performance ventilatória.

Uma hipótese complementar, e não excludente, é que o baixo IMC pode ser também uma consequência direta do maior gasto energético imposto pela dificuldade de oxigenação. Pacientes com restrição ventilatória significativa possuem um trabalho respiratório cronicamente elevado, o que aumenta sua demanda metabólica e pode dificultar o ganho de peso. Nesta perspectiva, o baixo IMC não seria apenas um preditor, mas também um resultado do acometimento pulmonar, criando um ciclo vicioso: a restrição pulmonar leva ao baixo peso, e o baixo peso, por sua vez, compromete a força muscular respiratória, exacerbando a disfunção. Portanto, ambos os estudos destacam a importância de se considerar o estado nutricional como um componente chave na avaliação e manejo do risco pulmonar nestes pacientes.

Por fim, a identificação da curva tipo 4 de Lenke (tripla maior) como um preditor independente para o DRV é um achado clinicamente relevante, com uma forte base biomecânica. A explicação para essa associação pode ser atribuída a dois fatores principais. Primeiramente, a presença de uma curva torácica proximal estruturada impacta de forma adversa a cinemática proximal da caixa torácica, resultando em uma restrição mais acentuada da expansão do ápice pulmonar. Em segundo lugar, por definição, curvas estruturadas apresentam maior magnitude angular e rigidez em comparação com as não estruturadas, o que significa que a deformidade torácica global em pacientes com padrão Lenke 4 é intrinsecamente mais severa.

Esta hipótese é corroborada pelos achados de Newton et al. (2005), que observaram uma tendência de maior prevalência de DRV justamente em pacientes com curvas do tipo 2 (dupla torácica) e 4 de Lenke. O elemento comum em ambos os padrões é a presença de componentes estruturais tanto na região torácica proximal quanto na principal, sugerindo que a rigidez e a extensão da deformidade no tórax são fatores determinantes para o comprometimento pulmonar.

6.8 O DEBATE SOBRE A REVERSIBILIDADE DO DANO PULMONAR PÓS-CIRURGIA

Uma área de intenso debate na literatura diz respeito ao verdadeiro impacto da correção cirúrgica da EIA sobre a função pulmonar. Estudos como o de Akazawa et al. (2020) evidenciaram melhoras estatisticamente significantes em parâmetros espirométricos, como a CVF e o VEF1, após a cirurgia. Contudo, a magnitude desses ganhos levanta questionamentos sobre a sua real relevância clínica, ou seja, se essa melhora estatística se traduz em um benefício funcional tangível para os pacientes, como a redução da dispneia ou o aumento da tolerância ao exercício.

Essa discussão é aprofundada por achados como os de Sarwahi et al. (2014), que trouxeram uma perspectiva mais restritiva ao demonstrar que a cirurgia corretiva, apesar de restaurar o alinhamento da coluna vertebral, não promove alterações significativas no volume pulmonar total nem na razão volumétrica entre os pulmões. Em conjunto, esses estudos pintam um cenário complexo: embora a cirurgia possa otimizar a mecânica da parede torácica e melhorar os fluxos aéreos (refletido nos parâmetros da PFP), as alterações estruturais crônicas e a restrição volumétrica impostas ao parênquima pulmonar por uma deformidade de longa data podem ser largamente irreversíveis. Este ponto reforça a tese central de que a prevenção da progressão para curvas graves é mais eficaz do que a tentativa de reverter um dano pulmonar já estabelecido, uma vez que a capacidade de restauração funcional após a correção cirúrgica parece ser limitada.

Apesar deste debate sobre a magnitude da recuperação, o comprometimento pulmonar permanece como uma indicação primária e consolidada para a intervenção cirúrgica na EIA. O objetivo principal da cirurgia, sob a ótica pulmonar, não é apenas reverter o dano existente, mas principalmente controlar a sua progressão esperada com o avanço da deformidade. Neste contexto, a prova de função pulmonar assume

um papel crucial na avaliação pré-operatória. Os resultados do presente estudo, em consonância com os de Johari et al. (2016), reforçam que essa avaliação deve ser especialmente criteriosa nos grupos de maior risco identificados: pacientes com deformidades mais graves, curvaturas de localização proximal, pacientes com baixo IMC e idade mais avançada.

6.9 LIMITAÇÕES

O presente estudo incluiu apenas pacientes que não apresentavam a curva lombar/toracolumbar principal a fim de isolar os efeitos da curva torácica principal e evitar fatores de confusão ou viés que são provenientes da curva lombar/toracolumbar. O modelo de predição da deformidade tridimensional foi desenvolvido para pacientes com EIA e curva torácica principal direita, o que foi usado para a definição dos fatores de inclusão no presente estudo. Isso limita a generalização dos achados para outros grupos de pacientes que não se enquadram nos fatores de inclusão, como curvas a esquerda, pacientes com escoliose não-idiopática ou com curvas lombares principais.

Este estudo também não teve à disposição imagens radiográficas tridimensionais dos pacientes estudados e precisou recorrer a um modelo matemático para converter a medida bidimensional em tridimensional. Modelos preditivos baseados em medidas bidimensionais enfrentam limitações importantes. A principal delas é a imprecisão na medida da cifose torácica em radiografias 2D. Na presença de rotação vertebral significativa em T5 ou T12, a imagem radiológica não representa um perfil verdadeiro dessas vértebras, o que leva a uma subestimação do ângulo de Cobb por dificultar a correta identificação das placas terminais. Essa distorção inerente à projeção 2D de uma estrutura tridimensional complexa enfraquece a precisão das correlações e ressalta a necessidade de abordagens de avaliação mais abrangentes. Embora este modelo tenha uma forte correlação linear, a possibilidade de subestimação ou superestimação dos valores 3D reais durante a conversão representa uma limitação inerente à presente abordagem.

6.10 PERSPECTIVAS FUTURAS

O presente estudo, ao consolidar o entendimento sobre os preditores de risco para o DRV em pacientes com EIA, abre diversas avenidas para futuras investigações. As conclusões aqui apresentadas servem como alicerce para a próxima geração de pesquisas, que poderão ser mais direcionadas, longitudinais e focadas em desfechos clínicos.

- **Validação prospectiva de preditores:** a métrica do “**ângulo de Cobb torácico total**” e seu ponto de inflexão de 70 graus, identificados como um forte preditor de DRV, necessitam de validação em estudos prospectivos. Tais estudos poderiam confirmar se este marcador é superior aos métodos tradicionais na previsão de declínio pulmonar ao longo do tempo, potencialmente redefinindo os limiares para indicação cirúrgica.
- **Estudos longitudinais da deformidade negligenciada:** estes achados sobre o impacto da idade como um fator de risco independente para o DRV ressaltam uma lacuna na literatura. É fundamental o desenvolvimento de estudos longitudinais que acompanhem coortes de pacientes não tratados desde a adolescência até a vida adulta. Apenas assim será possível quantificar o verdadeiro impacto do “duplo prejuízo” — a progressão da curva somada ao envelhecimento natural — e estabelecer a janela de tempo crítica em que a intervenção cirúrgica oferece o maior benefício pulmonar.
- **Investigação do ciclo vicioso do IMC:** a complexa relação do IMC com a função pulmonar, atuando tanto como preditor quanto possível consequência do DRV, merece investigação aprofundada. Estudos futuros poderiam focar na medição direta da força da musculatura respiratória (ex: manovacuometria) e do gasto energético em pacientes com EIA e baixo peso. Adicionalmente, ensaios clínicos avaliando o impacto de intervenções nutricionais e de fisioterapia respiratória poderiam determinar se é possível quebrar este ciclo vicioso e melhorar os desfechos pulmonares.
- **Aprofundamento com imagens tridimensionais:** o presente estudo utilizou um modelo matemático para estimar parâmetros 3D a partir de imagens 2D. O próximo passo lógico é replicar esta análise utilizando

tecnologias de imagem genuinamente tridimensionais, como o sistema EOS®. Isso permitiria não apenas validar estes achados sobre a cifose 3D e a rotação axial, mas também explorar parâmetros mais complexos, como o volume da caixa torácica e a morfologia das costelas, oferecendo uma compreensão ainda mais detalhada da fisiopatologia.

- **Relevância clínica da cirurgia:** o debate sobre a magnitude da melhora pulmonar pós-cirúrgica precisa evoluir da análise de parâmetros espirométricos para desfechos centrados no paciente. Futuras pesquisas devem incorporar testes de capacidade funcional (ex: ergoespirometria) e questionários de qualidade de vida validados para dispneia. Somente assim será possível responder se as melhoras estatísticas observadas na PFP se traduzem em um benefício clinicamente tangível para os pacientes.

7 CONCLUSÃO

O presente estudo atingiu com sucesso seus objetivos primários e secundários, elucidando de forma detalhada a relação multifatorial entre os aspectos radiológicos da EIA e o comprometimento da função pulmonar. Com base nos resultados e na discussão apresentada, conclui-se que:

- a) Em resposta ao objetivo primário, este trabalho demonstrou que a cifose torácica (T5-T12), quando analisada a partir de uma predição tridimensional, apresentou uma associação mais robusta e significativa com o declínio da função pulmonar em comparação com a análise bidimensional convencional. Este achado valida a importância da avaliação 3D para uma compreensão mais acurada do impacto da deformidade sagital.
- b) A avaliação da deformidade coronal global no intervalo T1-T12, englobando o papel da curva torácica proximal (T2-T5), revelou-se importante. A métrica inédita do “ângulo de Cobb torácico total”, que soma as curvas proximal e principal, provou ser um preditor mais sensível do comprometimento ventilatório do que a análise isolada da curva principal, destacando o papel crítico da deformidade na região superior do tórax.
- c) Foi possível desenvolver com sucesso uma ferramenta para prever o impacto na função pulmonar. Por meio de um modelo de regressão logística, foram identificados quatro fatores de risco independentes e estatisticamente significantes para o desenvolvimento de distúrbio restritivo ventilatório: a magnitude do ângulo de Cobb torácico total, a presença de uma curva do tipo 4 de Lenke, o aumento da idade e um baixo índice de massa corporal.
- d) A prevalência de doença pulmonar restritiva na coorte estudada, composta por pacientes com deformidades graves e indicação cirúrgica, foi de 67,32%. Este valor, embora não generalizável para toda a população com EIA, reflete a alta morbidade ventilatória no subgrupo de pacientes com doença avançada, frequentemente observado em cenários com acesso tardio ao tratamento.

Em síntese, este trabalho não apenas reforça a associação entre a gravidade da EIA e a disfunção pulmonar, mas também introduz e valida novas ferramentas de avaliação radiográfica (como o ângulo de Cobb total) e um modelo de estratificação de risco multifatorial. Os achados sublinham a necessidade de uma abordagem que considere a deformidade em sua totalidade tridimensional e global, além de fatores do paciente como idade e estado nutricional, para otimizar o manejo clínico e as políticas de saúde voltadas a essa população.

REFERÊNCIAS*

* De acordo com Estilo Vancouver.

- Ahl T, Albertsson-Wikland K, Kalén R. Twenty-four-hour growth hormone profiles in pubertal girls with idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1988;13(2):139-42.
- Akazawa T, Kotani T, Sakuma T, Nakayama K, Iijima Y, Torii Y, Iinuma M, Kuroya S, Asano K, Ueno J, Yoshida A, Murakami K, Minami S, Orita S, Inage K, Shiga Y, Nakamura J, Inoue G, Miyagi M, Saito W, Eguchi Y, Fujimoto K, Takahashi H, Ohtori S, Niki H. Pulmonary Function Improves in Patients with Adolescent Idiopathic Scoliosis who Undergo Posterior Spinal Fusion Regardless of Thoracoplasty: A Mid-Term Follow-Up. *Spine Surg Relat Res*. 2020;5(1):22-7.
- Andersen MO, Thomsen K, Kyvik KO. Adolescent idiopathic scoliosis in twins: a population-based survey *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32:927-30.
- Arai S, Ohtsuka Y, Moriya H, Kitahara H, Minami S. Scoliosis associated with syringomyelia. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1993;18(12):1591-2.
- Araujo Junior AEP, de Azevedo GBL, Moliterno LAM, Tavares RH, Cardoso JV, de Souza GR, Guimarães JAM, Defino HLA, Perini JA. Association of polymorphism in leptin receptor gene with susceptibility of adolescent idiopathic scoliosis. *Eur Spine J*. 2024;33(2):646-54.
- Batın S, Ekinci Y, Gürbüz K, Payas A, Kurtoğlu E, Uçar İ, Seber T, Arık M, Yılmaz H, Unur E. The role of pineal gland volume in the development of scoliosis. *Eur Spine J*. 2023;32(1):181-9.
- Batista RMBF, Martins DE, Wajchenberg M, Lazaretti M, Puertas EB, Terreri MT de S e LRA, et al. Association between vitamin d levels and adolescent idiopathic scoliosis. *Coluna/Columna*. 2014;13:275-8.
- Castelein RM, van Dieën JH, Smit TH. The role of dorsal shear forces in the pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis--a hypothesis. *Med Hypotheses*. 2005;65(3):501-8.
- Cheng JC, Castelein RM, Chu WC, Danielsson AJ, Dobbs MB, Grivas TB, Gurnett CA, Luk KD, Moreau A, Newton PO, Stokes IA, Weinstein SL, Burwell RG. Adolescent idiopathic scoliosis. *Nat Rev Dis Primers*. 2015;1:15030.
- Cheng JC, Chau WW, Guo X, Chan YL. Redefining the magnetic resonance imaging reference level for the cerebellar tonsil: a study of 170 adolescents with normal versus idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2003;28(8):815-8.
- Chun EM, Suh SW, Modi HN, Kang EY, Hong SJ, Song HR. The change in ratio of convex and concave lung volume in adolescent idiopathic scoliosis: a 3D CT scan based cross sectional study of effect of severity of curve on convex and concave lung volumes in 99 cases. *Eur Spine J*. 2008;17(2):224-9.
- Cook SD, Harding AF, Morgan EL, Nicholson RJ, Thomas KA, Whitecloud TS, Ratner ES. Trabecular bone mineral density in idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 1987 Mar-Apr;7(2):168-74.
- Crapo RO, Morris AH, Clayton PD, Nixon CR. Lung volumes in healthy nonsmoking adults. *Bull Eur Physiopathol Respir*. 1982;18(3):419-25.

- de Azevedo GBL, Perini JA, Araújo Junior AEP, Moliterno LAM, Andrade RM, Guimarães JAM, Defino HLA. Association of FBN1 polymorphism with susceptibility of adolescent idiopathic scoliosis: a case-control study. *BMC Musculoskelet Disord*. 2022;23(1):430.
- de Oliveira RG, de Araújo AO, Gomes CR. Magnetic resonance imaging effectiveness in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine Deform*. 2021;9(1):67-73.
- de Souza FI, Di Ferreira RB, Labres D, Elias R, de Sousa AP, Pereira RE. Epidemiology of adolescent idiopathic scoliosis in students of the public schools in Goiânia-GO. *Acta Ortop Bras*. 2013;21(4):223-5.
- Dimeglio A, Bonnel F. *Le rachis en croissance*. Paris: Springer; 1990.
- Dubousset J, Charpak G, Dorion I, Skalli W, Lavaste F, Deguise J, Kalifa G, Ferey S. Une nouvelle imagerie ostéo-articulaire basse dose en position debout: le systeme EOS. *Bull Acad Natl Med*. 2005;189(2):287-300.
- Faldini C, Manzetti M, Neri S, Barile F, Viroli G, Geraci G, Ursini F, Ruffilli A. Epigenetic and Genetic Factors Related to Curve Progression in Adolescent Idiopathic Scoliosis: A Systematic Scoping Review of the Current Literature. *Int J Mol Sci*. 2022;23(11):5914.
- Goldberg MS, Mayo NE, Poitras B, Scott S, Hanley J. The Ste-Justine adolescent idiopathic scoliosis cohort study: Part II: Perception of health, self and body image, and participation in physical activities. *Spine*. 1994;19:1562-72.
- Guiroy A, Carazzo C, Camino-Willhuber G, Morales Ciancio A, Remondino R, Nin F, Alvarado-Gomez F, Reviriego J, Zarate Kalfopulos B, Daher M, Fernandes Andújar AL, Asghar J, Ferri-de-Barros F, Meves R. Time to surgery for adolescent idiopathic scoliosis: How long does it take? A multicenter study. *World Neurosurg*. 2023;19:100187.
- Gupta P, Lenke LG, Bridwell KH. Incidence of neural axis abnormalities in infantile and juvenile patients with spinal deformity. Is a magnetic resonance image screening necessary? *Spine (Phila Pa 1976)*. 1998;23:206-10.
- Haumont T, Gauchard GC, Lascombes P, Perrin PP. Postural instability in early-stage idiopathic scoliosis in adolescent girls. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(13):E847-54.
- Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D. Coronal and sagittal plane spinal deformities correlating with back pain and pulmonary function in adult idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1989;14(12):1391-7.
- Johari J, Sharifudin MA, Ab Rahman A, Omar AS, Abdullah AT, Nor S, Lam WC, Yusof MI. Relationship between pulmonary function and degree of spinal deformity, location of apical vertebrae and age among adolescent idiopathic scoliosis patients. *Singapore Med J*. 2016;57(1):33-8.

- Karol LA, Johnston C, Mladenov K, Schochet P, Walters P, Browne RH. Pulmonary function following early thoracic fusion in non-neuromuscular scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90(6):1272-81.
- Kesling KL, Reinker KA. Scoliosis in twins. A meta-analysis of the literature and report of six cases. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1997;22(17):2009-15.
- Kotani T, Minami S, Takahashi K, Isobe K, Nakata Y, Takaso M, Inoue M, Maruta T, Akazawa T, Ueda T, Moriya H. An analysis of chest wall and diaphragm motions in patients with idiopathic scoliosis using dynamic breathing MRI. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2004;29(3):298-302.
- Lee JS, Kim SJ, Suh KT, Kim IJ, Kim YK. Adolescent idiopathic scoliosis may not be associated with brain abnormalities. *Acta Radiol*. 2009;50(8):941-6.
- 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;83(8):1169-81.
- Leong JC, Lu WW, Luk KD, Karlberg EM. Kinematics of the chest cage and spine during breathing in healthy individuals and in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1999;24(13):1310-5.
- Llopis-Ibor CI, Mariscal G, de la Rubia Ortí JE, Barrios C. Incidence of vitamin D deficiency in adolescent idiopathic scoliosis: a meta-analysis. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1250118.
- Luk KD, Lee CF, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, Mak KH, Yip PS, Fong DY. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(17):1607-14.
- Luk KD, Lee CF, Cheung KM, Cheng JC, Ng BK, Lam TP, Mak KH, Yip PS, Fong DY. Clinical effectiveness of school screening for adolescent idiopathic scoliosis: a large population-based retrospective cohort study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(17):1607-14.
- Machida M, Dubousset J, Imamura Y, Miyashita Y, Yamada T, Melatonin KJ (1996) A possible role in pathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *Spine* 21(10):1147-52.
- Matusik E, Durmala J, Matusik P. Association of Body Composition with Curve Severity in Children and Adolescents with Idiopathic Scoliosis (IS). *Nutrients*. 2016;8(2):71.
- Meves R; Gepedi (Pediatric Scoliosis Deformity Group from Brazilian Spine Society). Causes of Delays in Treatment of Patients With Pediatric Scoliosis in the Brazilian Health System. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2024;49(10):741-2.
- Murata J, Sawamura Y, Ikeda J, Hashimoto S, Honma K. Twenty-four hour rhythm of melatonin in patients with a history of pineal and/or hypothalamo-neurohypophyseal germinoma. *J Pineal Res*. 1998;25(3):159-66.

Nash C, Moe JH: A study of vertebral rotation. *Journal of Bone and Joint Surgery*. 1969;51:223-29.

Newton PO, Faro FD, Gollogly S, Betz RR, Lenke LG, Lowe TG. Results of preoperative pulmonary function testing of adolescents with idiopathic scoliosis. A study of six hundred and thirty-one patients. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(9):1937-46.

Newton PO, Fujimori T, Doan J, Reighard FG, Bastrom TP, Misaghi A. Defining the "Three-Dimensional Sagittal Plane" in Thoracic Adolescent Idiopathic Scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(20):1694-701.

Newton PO, Perry A, Bastrom TP, Lenke LG, Betz RR, Clements D, D'Andrea L. Predictors of change in postoperative pulmonary function in adolescent idiopathic scoliosis: a prospective study of 254 patients. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2007;32(17):1875-82.

Nicoladoni C. Anatomie und mechanismus der skoliose. Urban and Schwarzeneger; 1909.

O'Brien MF, Kuklo TR, Blanke KM, Lenke LG. Radiographic Measurement Manual. Spinal Deformity Study Group (SDSG). Medtronic Sofamor Danek; 2008.

Parvaresh KC, Osborn EJ, Reighard FG, Doan J, Bastrom TP, Newton PO. Predicting 3D Thoracic Kyphosis Using Traditional 2D Radiographic Measurements in Adolescent Idiopathic Scoliosis. *Spine Deform*. 2017;5(3):159-165.

Payo J, Perez-Grueso FS, Fernandez-Baillo N, Garcia A. Severe restrictive lung disease and vertebral surgery in a pediatric population. *Eur Spine J*. 2009;18(12):1905-10.

Pellegrino R, Viegi G, Brusasco V, Crapo RO, Burgos F, Casaburi R, Coates A, van der Grinten CP, Gustafsson P, Hankinson J, Jensen R, Johnson DC, MacIntyre N, McKay R, Miller MR, Navajas D, Pedersen OF, Wanger J. Interpretative strategies for lung function tests. *Eur Respir J*. 2005 Nov;26(5):948-68.

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;43(24):1710-8.

Pereira CA, Sato T, Rodrigues SC. New reference values for forced spirometry in white adults in Brazil. *J Bras Pneumol*. 2007;33(4):397-406.

Pereira CA. Diretrizes para Testes de Função Pulmonar - Espirometria. *J Bras Pneumol*. 2002;28(3):1-82.

Ran B, Fan Y, Yuan F, Guo K, Zhu X. Pulmonary function changes and its influencing factors after preoperative brace treatment in patients with adolescent idiopathic scoliosis: A retrospective case-control study. *Medicine (Baltimore)*. 2016;95(43):e5088.

- Sarwahi V, Sugarman EP, Wollowick AL, Amaral TD, Harmon ED, Thornhill B. Scoliosis surgery in patients with adolescent idiopathic scoliosis does not alter lung volume: a 3-dimensional computed tomography-based study. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(6):E399-405.
- Smit TH. Adolescent idiopathic scoliosis: The mechanobiology of differential growth. *JOR Spine*. 2020;3(4):e1115.
- Stokes IA, Burwell RG, Dangerfield PH. Biomechanical spinal growth modulation and progressive adolescent scoliosis--a test of the 'vicious cycle' pathogenetic hypothesis: summary of an electronic focus group debate of the IBSE Scoliosis. 2006;1:16.
- Tam EMS, Liu Z, Lam TP, Ting T, Cheung G, Ng BKW, Lee SKM, Qiu Y, Cheng JCY. Lower Muscle Mass and Body Fat in Adolescent Idiopathic Scoliosis Are Associated With Abnormal Leptin Bioavailability. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(11):940-6.
- Tung R, Uvodich M, Anderson JT, Carpenter K, Sherman A, Lozano R. Do Heavier Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis Have More Preserved Thoracic Kyphosis and Pulmonary Function? *Spine Deform*. 2018;6(6):704-6.
- Upadhyay SS, Mullaji AB, Luk KD, Leong JC. Relation of spinal and thoracic cage deformities and their flexibilities with altered pulmonary functions in adolescent idiopathic scoliosis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 1995;20(22):2415-20.
- Vergroesen PP, van der Veen AJ, van Royen BJ, Kingma I, Smit TH. Intradiscal pressure depends on recent loading and correlates with disc height and compressive stiffness. *Eur Spine J*. 2014;23(11):2359-68.
- Wang WJ, Yeung HY, Chu WC, Tang NL, Lee KM, Qiu Y, Burwell RG, Cheng JC. Top theories for the etiopathogenesis of adolescent idiopathic scoliosis. *J Pediatr Orthop*. 2011;31(1 Suppl):S14-27.
- Ward K, Ogilvie J, Argyle V, Nelson L, Meade M, Braun J, Chettier R. Polygenic inheritance of adolescent idiopathic scoliosis: a study of extended families in Utah. *Am J Med Genet A*. 2010;152A(5):1178-88.
- Weinstein SL, Dolan LA, Spratt KF, Peterson KK, Spoonamore MJ, Ponseti IV. Health and function of patients with untreated idiopathic scoliosis: A 50 year natural history study. *JAMA*. 2003;289:559-67.
- Weinstein SL, Ponseti IV. Curve progression in idiopathic scoliosis. *J Bone Joint Surg Am*. 1983;65:447-55.
- Weinstein SL, Zavala DC, Ponseti IV. Idiopathic scoliosis: long-term follow-up and prognosis in untreated patients. *J Bone Joint Surg Am*. 1981;63(5):702-12.
- Wen Y, Kai S, Yong-Gang Z, Guo-Quan Z, Tian-Xiang D. Relationship between Lung Volume and Pulmonary Function in Patients With Adolescent Idiopathic Scoliosis: Computed Tomographic-based 3-Dimensional Volumetric Reconstruction of Lung Parenchyma. *Clin Spine Surg*. 2016;29(8):E396-400.

Willner S. Growth in height of children with scoliosis. *Acta Orthop.* 1974;45(6):854-66.

Yaszay B, Bastrom TP, Bartley CE, Parent S, Newton PO. The effects of the three-dimensional deformity of adolescent idiopathic scoliosis on pulmonary function. *Eur Spine J.* 2017;26(6):1658-64.

Yim AP, Yeung HY, Hung VW, Lee KM, Lam TP, Ng BK, Qiu Y, Cheng JC. Abnormal skeletal growth patterns in adolescent idiopathic scoliosis--a longitudinal study until skeletal maturity. *Spine (Phila Pa 1976).* 2012;37(18):E1148-54.

Ziv-Baran T, Modan-Moses D, Zacay G, Ackshota N, Levy-Shraga Y. Growth hormone treatment and the risk of adolescent scoliosis: A large matched cohort study. *Acta Paediatr.* 2023;112(6):1240-8.

ANEXOS

Anexo A - Aprovação do CEP Rede Sara - Brasília

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH

**PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

Título da Pesquisa: IMPACTO DA DEFORMIDADE TRIDIMENSIONAL DA COLUMNA VERTEBRAL NA FUNÇÃO PULMONAR DOS PACIENTES COM ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

Pesquisador: Rafael Garcia de Oliveira

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 39265220.0.0000.0022

Instituição Proponente: ASSOCIACAO DAS PIONEIRAS SOCIAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.446.318

Apresentação do Projeto:

Estudo de Corte Transversal que irá analisar os dados das medidas radiográficas e os valores obtidos na espirometria pré-operatória de pacientes consecutivos com escoliose idiopática do adolescente que foram submetidos a tratamento cirúrgico na Rede Sarah - Brasília num período de 11 anos (2010-2020).

Objetivo da Pesquisa:**OBJETIVO PRIMÁRIO**

Estudar o efeito da cifose predita 3D entre T5-T12 na prova de função pulmonar nos pacientes com escoliose idiopática do adolescente.

OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

Avaliar o papel da curva torácica proximal (T2-T5) no plano sagital e coronal na função pulmonar;

Avaliar o impacto da medida entre T1-T12 na função pulmonar;

Avaliar a capacidade dos aspectos radiológicos em prever o impacto na prova de função pulmonar dos pacientes com escoliose idiopática do adolescente;

Calcular a prevalência de doença pulmonar restritiva nos pacientes com EIA.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:**RISCOS**

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

**ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH**

Continuação do Parecer: 4.446.318

Perda da confidencialidade de seus dados. A fim de mitigar essa possibilidade, será respeitado o cumprimento do sigilo e da confidencialidade dos participantes da pesquisa. Os dados serão armazenados e expostos de maneira que não seja possível a identificação individual dos pacientes.

Não considera-se risco adicional, uma vez que os pacientes não serão submetidos a qualquer intervenção nova e os dados serão extraídos de exames realizados rotineiramente no serviço.

BENEFÍCIOS

Avaliação dos impactos da progressão da deformidade na função respiratória para melhorar o entendimento das repercussões clínicas da progressão da deformidade quanto para trazer substrato que melhore as políticas públicas de cuidado com esses pacientes nas fases mais precoces.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Critérios de inclusão e exclusão bem delineados;

Cálculo amostral e análise estatística descritos.

Projeto de relevância clínica no contexto da reabilitação.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto apresentada e corrigida;

Termo de inserção do TCLE justificado e corrigido;

Projeto detalhado apresentado e bem descrito;

Cronograma do estudo adequado;

Orçamento financiado pelos pesquisadores e adequado

OBSERVAÇÃO:

FOLHA DE ROSTO: a assinatura no campo "instituição Proponente" será coletada ao final da análise ética, em virtude do fluxo institucional interno para análise de projetos de pesquisa. O CEP – APS orientará ao pesquisador responsável a postagem do documento assinado como notificação administrativa. Vide declaração em documento anexo ("decl1").

Recomendações:

Nenhuma

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 4.446.318

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as pendências foram corrigidas e apresentadas.

ORIENTAÇÕES DO CEP – APS PARA CONDUÇÃO E ACOMPANHAMENTO DA PESQUISA

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-APS recomenda aos Pesquisadores:

1. NOTIFICAR INÍCIO DA PESQUISA por meio de notificação administrativa na Plataforma Brasil;
2. NOTIFICAR INTERRUPÇÃO DO ESTUDO na Plataforma Brasil;
3. NOTIFICAR IMEDIATAMENTE EFEITO ADVERSO relacionados à pesquisa, via notificação na Plataforma Brasil e via documental ao CEP - APS.
4. Comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil;
3. Apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do projeto a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final), via Plataforma Brasil;
4. Realizar a guarda do material de pesquisa (dados, TCLE, formulário, questionário, entrevistas) por 05 anos após o término da mesma;
5. NOTIFICAR O TÉRMINO DA PESQUISA via notificação administrativa na Plataforma Brasil.

MODELO DE RELATÓRIO FINAL

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 4.446.318

A) DADOS DO PROJETO

1. CAAE:
2. Pesquisador Responsável:
3. Pesquisadores Assistentes (orientador (a): se houver
4. Título do projeto:

B) DADOS DOS PARTICIPANTES DA PESQUISA

1. Total de sujeitos recrutados em cada local e no total:
2. Total de sujeitos incluídos no estudo em cada local e no total:
3. Total de sujeitos retirados/descontinuados em cada local e no total:
4. Principais razões de retirada/descontinuação:
5. Total de sujeitos que concluíram o estudo em cada local e no total:
6. Total de eventos sérios ocorridos em cada local e no total:

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH



Continuação do Parecer: 4.446.318

7. Condutas adotadas em relação aos eventos adversos graves:

8. Houve pedido de indenização por danos causados por este estudo por algum dos participantes?
(Se sim, favor descrever a ocorrência, ressaltando o motivo que a impulsionou e a conduta tomada.)

C) RESULTADOS OBTIDOS

(Descreva resumidamente os resultados e os benefícios resultantes da pesquisa. Se necessário, anexar tabelas, quadros, figuras ou gráficos, para melhor entendimento dos resultados obtidos.)

D) DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS

Ocorreu a divulgação dos resultados para a Instituição na qual os dados foram coletados?

- () Sim. Qual a forma?
() Não. Especificar o motivo:

A pesquisa gerou apresentação de trabalhos? Publicações?

- () Sim. Qual a forma?
() Não. Especificar o motivo:

E) Ocorreu a divulgação dos resultados para a Instituição no qual os dados foram coletados?

E) DIFICULDADES ENCONTRADAS

(Relatar as dificuldades encontradas na condução da pesquisa.)

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

**ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH**



Continuação do Parecer: 4.446.318

F) SUGESTÕES

Apontar sugestões de medidas que poderiam ser adotadas no âmbito da Instituição, com vistas a dinamizar as atividades de pesquisa e as atividades do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Associação das Pioneiras Sociais.

Cidade (Estado) _____ de _____ de 20____.

Assinatura do Pesquisador Responsável

Considerações Finais a critério do CEP:

Diante do exposto, o CEP - APS de acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS no 466 de 2012 e na Norma Operacional no 001 de 2013 do CNS, manifesta-se a favor da situação "APROVADO" para o projeto de pesquisa proposto.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_P	11/11/2020		Aceito

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar

Bairro: SMHS

CEP: 70.334-900

UF: DF

Município: BRASILIA

Telefone: (61)3319-1494

E-mail: comiteeticapesquisa@sarah.br

**ASSOCIAÇÃO DAS PIONEIRAS
SOCIAIS-DF/ REDE SARAH**



Continuação do Parecer: 4.446.318

Básicas do Projeto	ETO_1643439.pdf	15:59:30		Aceito
Outros	TCLE_modificado.docx	11/11/2020 15:58:31	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termosencaoassinado_modificado.pdf	11/11/2020 15:57:44	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Folha de Rosto	frostov2.pdf	11/11/2020 15:55:32	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	cartarespostaassinada.pdf	11/11/2020 11:05:47	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	cartarespostapendencias.docx	11/11/2020 11:02:54	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	anuencia_espiro3D_v2.pdf	16/10/2020 09:17:06	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_espiro3D_v2.docx	16/10/2020 09:16:29	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

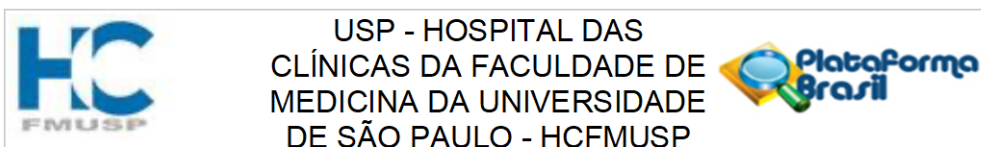
Não

BRASILIA, 08 de Dezembro de 2020

Assinado por:
Valéria Baldassin
(Coordenador(a))

Endereço: SMHS Quadra 301 Bloco B nº 45 Entrada A Edifício Pioneiras Sociais - Terceiro Andar
Bairro: SMHS **CEP:** 70.334-900
UF: DF **Município:** BRASILIA
Telefone: (61)3319-1494 **E-mail:** comiteeticapesquisa@sarah.br

Anexo B - Aprovação do CEP HCFMUSP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

Elaborado pela Instituição Coparticipante

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DA DEFORMIDADE TRIDIMENSIONAL DA COLUNA VERTEBRAL NA FUNÇÃO PULMONAR DOS PACIENTES COM ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

Pesquisador: Rafael Garcia de Oliveira

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 39265220.0.3001.0068

Instituição Proponente: Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da USP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.488.070

Apresentação do Projeto:

Estudo retrospectivo por meio de pesquisa em prontuários para analisar os dados das medidas radiográficas e os valores obtidos na espirometria pré-operatória de participantes com escoliose idiopática do adolescente que foram submetidos a tratamento cirúrgico na Rede Sarah - Brasília num período de 11 anos (2010-2020).

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste trabalho é estudar o efeito da cifose predita 3D entre T5-T12 na prova de função pulmonar nos pacientes com escoliose idiopática do adolescente.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Risco mínimo

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

O tema é pertinente e o desenho está adequado

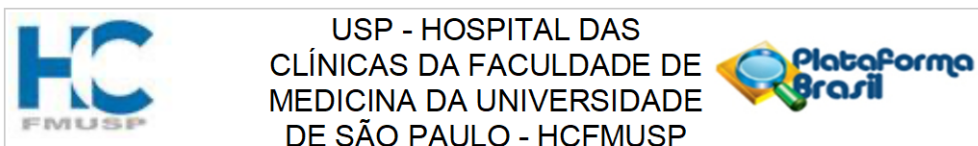
Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE não se aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Não há óbices éticos neste estudo

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappelq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.488.070

Considerações Finais a critério do CEP:

Em conformidade com a Resolução CNS nº 466/12 – cabe ao pesquisador: a) desenvolver o projeto conforme delineado; b) elaborar e apresentar relatórios parciais e final; c) apresentar dados solicitados pelo CEP, a qualquer momento; d) manter em arquivo sob sua guarda, por 5 anos da pesquisa, contendo fichas individuais e todos os demais documentos recomendados pelo CEP; e) encaminhar os resultados para publicação, com os devidos créditos aos pesquisadores associados e ao pessoal técnico participante do projeto; f) justificar perante ao CEP interrupção do projeto ou a não publicação dos resultados.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Outros	TCLE_modificado.docx	11/11/2020 15:58:31	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termolsencaoaassinado_modificado.pdf	11/11/2020 15:57:44	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	cartarespostaassinada.pdf	11/11/2020 11:05:47	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	cartarespostapendencias.docx	11/11/2020 11:02:54	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Outros	anuencia_espiro3D_v2.pdf	16/10/2020 09:17:06	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projeto_detalhado_espiro3D_v2.docx	16/10/2020 09:16:29	Rafael Garcia de Oliveira	Aceito

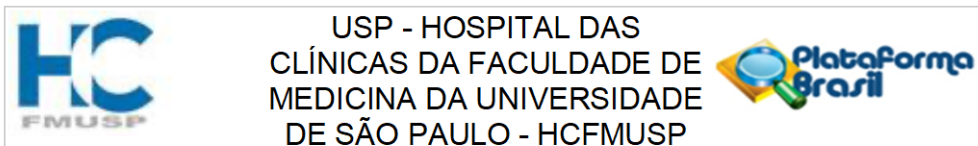
Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
 Bairro: Cerqueira Cesar CEP: 05.403-010
 UF: SP Município: SAO PAULO
 Telefone: (11)2661-7585 Fax: (11)2661-7585 E-mail: cappelq.adm@hc.fm.usp.br



Continuação do Parecer: 4.488.070

SAO PAULO, 04 de Janeiro de 2021

Assinado por:
Joel Faintuch
(Coordenador(a))

Endereço: Rua Ovídio Pires de Campos, 225 5º andar
Bairro: Cerqueira Cesar **CEP:** 05.403-010
UF: SP **Município:** SAO PAULO
Telefone: (11)2661-7585 **Fax:** (11)2661-7585 **E-mail:** cappesq.adm@hc.fm.usp.br