



**CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS**

**MESTRADO PROFISSIONAL**

**TECNOLOGIA MINIMAMENTE INVASIVA E SIMULAÇÃO NA ÁREA DE SAÚDE**

**LUCAS DA PAZ HIGINO**

**ELABORAÇÃO DE APLICATIVO COM FLUXOGRAMA DE DIAGNÓSTICO E  
TRATAMENTO DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE**

**FORTALEZA**

**2021**

LUCAS DA PAZ HIGINO

ELABORAÇÃO DE APLICATIVO COM FLUXOGRAMA DE DIAGNÓSTICO E  
TRATAMENTO DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE

Projeto de pesquisa submetido ao Programa de Mestrado em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simuladores em Saúde do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre.

Orientadora: Professora Doutora Ramille Araújo Lima

FORTALEZA

2021

## Ficha Catalográfica da Obra

Higino, Lucas da Paz

ELABORAÇÃO DE APLICATIVO COM FLUXOGRAMA DE DIAGNÓSTICO E TRATAMENTO DA ESCOLIOSE IDIOPÁTICA DO ADOLESCENTE / Lucas da Paz Higino; orientadora Ramille Araújo Lima, Fortaleza, CE 2021. 44 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Profissional em Tecnologia Minimamente Invasiva e Simulação na Área de Saúde), Centro Universitário Christus Unichristus, 2021.

1. ESCOLIOSE. 2. SOFTWARE. 3. APLICATIVO. 4. EDUCAÇÃO EM SAÚDE. I. Araújo Lima, Ramille, orient. II. Título.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que, em sua infinita bondade, nos concede o dom da vida e uma nova página a ser escrita, a cada dia, no livro do tempo.

À minha orientadora, Profa. Dra. Ramille Araújo Lima, pela competência e dedicação com as quais conduziu e lapidou esta pesquisa, inspirando a todos que a rodeiam no crescimento acadêmico e pessoal, e por ter acreditado que este sonho poderia ser realizado.

À minha amada esposa Priscila, que me completa com seu companheirismo, amor, carinho, compreensão e apoio incondicional, e que está sempre torcendo pelas minhas conquistas.

A meus queridos filhos Lucas e Gabriel, maiores presentes que recebi em toda minha vida, fontes de minhas forças e felicidade.

A meus pais Milton e Maria do Desterro, meus eternos exemplos de vida, caráter, amor, bondade e base familiar sólida.

A meus irmãos Marisa, Mônica, Marina e David, pelos momentos que sempre tivemos juntos, fraternidade que não se mede.

Aos pacientes, minha sincera gratidão pela troca de experiências.

A todos que colaboraram para a execução desta dissertação, seja na elaboração do aplicativo, seja no auxílio à formatação e normas bibliográficas, seja em todas as etapas da mesma.

Ao Centro Universitário Christus, por viabilizar a realização desta dissertação.

## RESUMO

A utilização de aplicativos específicos para dispositivos de comunicação móvel constitui atualmente uma ferramenta importante na capacitação e treinamento de profissionais na área da saúde. Em relação especificamente à escoliose idiopática do adolescente, inexistente tecnologia de software que auxilie o seu diagnóstico e a condução do caso. A existência de tal tecnologia poderia orientar o diagnóstico e tratamento da escoliose idiopática do adolescente por médicos não-especialistas, facilitando a promoção precoce de adequadas medidas terapêuticas e evitando uma piora clínica de pacientes que ainda não estejam sendo assistidos por especialistas. Deste modo, pode ajudar os médicos não especialistas em coluna, e até mesmo pacientes e familiares, sobre as principais dúvidas em relação aos diversos tipos de tratamento. O objetivo dessa pesquisa foi desenvolver um aplicativo móvel para auxílio no diagnóstico e condução de pacientes com escoliose idiopática do adolescente. O aplicativo foi formatado por meio de coletânea de protocolos e de procedimentos já utilizados por ortopedistas especialistas em coluna. Foram utilizadas uma série de cadeias de hipóteses (“se”...“então”...“senão”...) que conduzem à simulação do raciocínio clínico. Para cada pergunta há as respostas possíveis “sim e “não”, que levam a diferentes passos seguintes sequenciais. O software é tecnicamente compatível com as plataformas iOS® e Android® e foi desenvolvido no Laboratório de Inovação Tecnológica do Centro Universitário Christus, em Fortaleza. O aplicativo foi disponibilizado na língua portuguesa. A equipe de desenvolvedores contou com um *webdesigner* e um programador. O próprio aplicativo e seus vários módulos são apresentados como resultados, capazes de direcionar o diagnóstico e tratamento da escoliose idiopática do adolescente, podendo levar a uma indicação de conduta expectante, uso de órtese ou mesmo uma indicação cirúrgica. A importância do trabalho reside no desenvolvimento de uma ferramenta simples e confiável para identificação e condução inicial de portadores de uma patologia cuja intervenção precoce pode evitar o agravamento do quadro e suas sequelas. Buscando esta confiabilidade, o aplicativo baseia-se em dados clínicos que a literatura reconhece como fatores que podem alterar a progressão do desvio. Desta forma, são analisados sexo, idade, magnitude da curva demonstrada pelo ângulo que expressa o desvio e maturação esquelética avaliada pela ossificação progressiva da crista ilíaca, estes dois últimos

fatores avaliados em exames radiográficos. Os fluxogramas vão conduzindo o usuário a uma adequada condução do caso. O aplicativo desenvolvido é uma ferramenta auxiliar prática e simples que facilita o diagnóstico e orienta a condução precoce da escoliose idiopática do adolescente, podendo evitar a evolução da doença para formas mais graves.

**Palavras-chave:** Escoliose. Software. Aplicativo. Educação em saúde.

## ABSTRACT

The use of specific applications for mobile communication devices is currently an important tool in the qualification and training for health professionals. With regards specifically to adolescent idiopathic scoliosis, there is no software available to assist in the diagnosis and management of the case. The existence of such technology could guide the diagnosis and treatment of adolescent idiopathic scoliosis by non-specialist physicians, facilitating the early promotion of appropriate therapeutic measures and preventing a clinical worsening of patients who are not being assisted by specialists yet. This way, it can help non-specialist spine doctors, and even patients and family members, about the main doubts regarding the different types of treatment. The objective of this research was to develop a mobile web app to aid in the diagnosis and management of patients with adolescent idiopathic scoliosis. The web app was configured through a collection of protocols and procedures already used by orthopedists specialized in spine. A series of hypothesis chains ("if" ... then "...otherwise"...) that leads to the simulation of clinical reasoning was used. For each question there are possible "yes" and "no" answers, which lead to different sequential next steps. The software was technically compatible with the iOS® and Android® platforms and was developed at the Technological Innovation Laboratory of Centro Universitário Christus, in Fortaleza. The application was available in Portuguese. The developer team included a webdesigner and a programmer. The application and its various modules are presented as results, capable of directing the diagnosis and treatment of adolescent idiopathic scoliosis, which may lead to an indication of expectant management, use of orthosis or even a surgical indication. The importance of the work lies in the development of a simple and reliable application for the identification and initial management of patients with a pathology whose early intervention can prevent the worsening of the condition and its sequelae. To achieve this reliability, the application is based on clinical data that the literature recognizes as factors that can modify the progression of the deviation. Thus, gender, age, magnitude of the curve shown by the angle that expresses the deviation and skeletal maturation assessed by progressive ossification of the iliac crest, the latter two factors assessed in radiographic exams, are analyzed. The flowcharts lead the user to an adequate management of the case. The developed application is a practical

and simple auxiliary tool that facilitates the diagnosis and helps the early management of adolescent idiopathic scoliosis, thus preventing the disease from evolving to more severe forms.

**Key words:** Scoliosis. Software. Application. Health education.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|  |    |
|--|----|
| Figura 1 - Determinação do ângulo de Cobb.....                                   | 13 |
| Figura 2 - Determinação do estágio de Risser.....                                | 15 |
| Figura 3 - Cadastro do usuário (tela para <i>login</i> ).....                    | 26 |
| Figura 4 - Tela para dados cadastrais do paciente.....                           | 27 |
| Figura 5 - Telas com exemplos de listas de pacientes.....                        | 27 |
| Figura 6 - Telas com exemplos de listas de consultas.....                        | 28 |
| Figura 7 - Tela para coleta de características clínicas gerais da EIA.....       | 28 |
| Figura 8 - Tela para avaliação da existência de radiografia da coluna.....       | 29 |
| Figura 9 - Tela para registro do ângulo de Cobb.....                             | 30 |
| Figura 10 - Tela com conduta em casos leves.....                                 | 30 |
| Figura 11 - Tela com possibilidades em casos moderados.....                      | 31 |
| Figura 12 - Tela com conduta em casos moderados sem maturidade esquelética...32  |    |
| Figura 13 - Tela com conduta em casos moderados com maturidade esquelética...32  |    |
| Figura 14 - Tela com conduta em casos graves.....                                | 33 |
| Figura 15 - Tela com conjunto de dados que orientarão a conduta.....             | 34 |
| Figura 16 - Sistema operacional de uso por médicos, acadêmicos e residentes..... | 35 |

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

|        |   |
|--------|---|
| API    | Application Programming Interface               |
| App    | Aplicativo                                      |
| CEP    | Comitê de Ética em Pesquisa                     |
| CORE   | Clinical Orthopedic Examination                 |
| EIA    | Escoliose Idiopática do Adolescente             |
| Fig    | Figura  |
| GB     | Gigabyte  |
| IBGE   | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| IDE    | Integrated Development Environment              |
| OpenCV | Open Source Computer Vision Library             |
| OPME   | Órteses, Próteses e Materiais Especiais         |
| PNAD   | Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios     |
| ®      | Marca Registrada                                |
| RAM    | Random Access Memory                            |
| SDK    | Software Development Kit                        |

## SUMÁRIO

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                            | <b>13</b> |
| <b>2. OBJETIVO .....</b>                              | <b>22</b> |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                   | <b>23</b> |
| <b>3.1 Condições de Desenvolvimento .....</b>         | <b>23</b> |
| <b>3.2 Elaboração Dos Módulos Do Aplicativo .....</b> | <b>24</b> |
| <b>3.3 Teste Do Aplicativo Pela Equipe .....</b>      | <b>25</b> |
| <b>4. RESULTADOS.....</b>                             | <b>26</b> |
| <b>5. DISCUSSÃO .....</b>                             | <b>35</b> |
| <b>6. CONCLUSÃO .....</b>                             | <b>39</b> |
| <b>7. REFERÊNCIAS.....</b>                            | <b>40</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A doença da coluna é problema frequente, tendo sido a segunda patologia mais referida em uma Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) realizada em 2008 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com prevalência de 13,5% na população (OLIVEIRA et al., 2015).

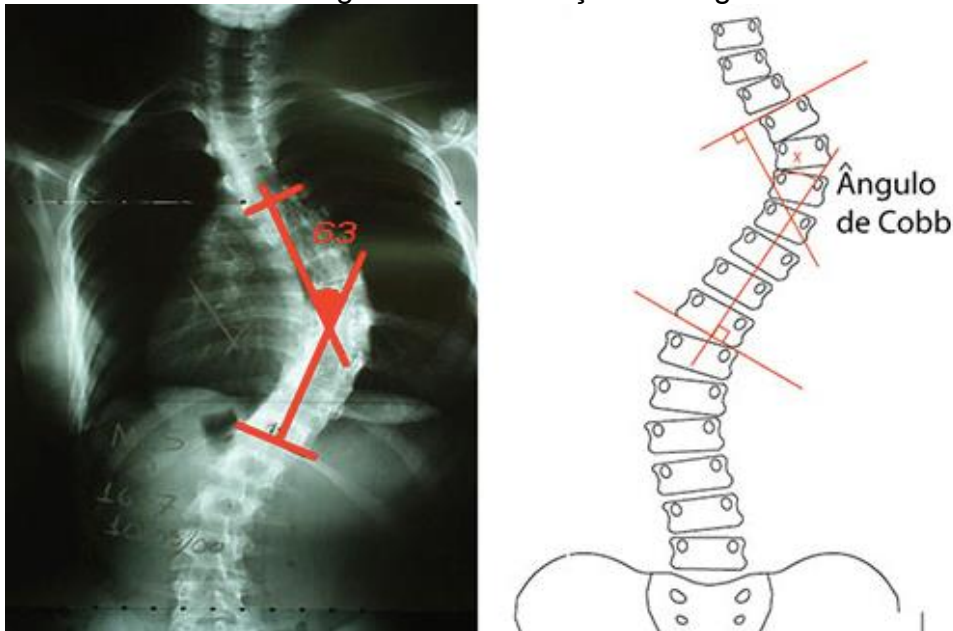
Dentre as patologias deste segmento, a escoliose idiopática do adolescente (EIA), apresenta relevância não apenas pela incidência, mas também pela possibilidade de complicações. Pode ser definida como uma curvatura lateral da coluna de 10 graus ou mais que, em geral, afeta adolescentes entre 10 e 18 anos de idade (ALTAF et al., 2013). É a forma mais comum de escoliose e se distingue de outros tipos de escoliose pela ausência de anomalias congênitas ou neuromusculares subjacentes. A incidência é semelhante entre homens e mulheres. No entanto, as mulheres são 10 vezes mais propensas a progredir para ângulos desvio de 30 graus ou mais. Nos Estados Unidos, aproximadamente 1 a 3% de todos os adolescentes são afetados. (KUZNIA, 2020). Em proporções semelhantes, pesquisa avaliando 2562 adolescentes entre 10 e 14 anos de idade no Estado de São Paulo, Brasil, encontrou uma prevalência geral de 1,5%, que foi mais elevada entre meninas (2,2%) do que entre meninos (0,5%), com predomínio no grupo entre 13 e 14 anos de idade, curvas duplas e lateralidade à direita (PENHA et al., 2018). Quando tardiamente diagnosticada, pode apresentar complicações graves, especialmente se a mesma não for reconhecida e conduzida adequadamente em tempo hábil (OLIVEIRA et al., 2015).

O diagnóstico da EIA é feito por medidas rotineiras de observação, destacando-se o Teste de Adams, onde verifica-se o alinhamento da coluna e a altura das escápulas enquanto o paciente abaixa o tronco tentando tocar o chão com as mãos, complementadas por exames radiográficos, onde faz-se a mensuração dos ângulos de inclinação da coluna (ELIAS e TEIXEIRA, 1992).

A técnica mais utilizada para quantificar radiograficamente a magnitude destes ângulos que representam desvios da coluna é a medição do ângulo de Cobb, descrita em 1948 por John Cobb (COBB, 1948). Esse ângulo é determinado pelo médico através do cruzamento de uma linha perpendicular ao platô superior da

vértebra mais apical da curva (a primeira vértebra que estiver rodada para a concavidade) e outra linha perpendicular ao platô inferior da vértebra mais caudal da curva (a última vértebra rodada para a concavidade), conforme mostra a figura 1.

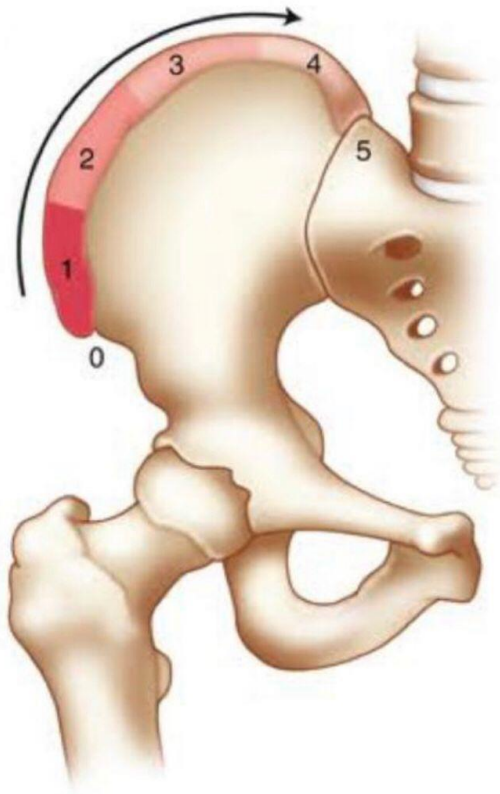
Fig. 1 – Determinação do ângulo de Cobb.



Fonte: ROCHA, I.D., 2021.

Outro fator que deve também ser avaliado nas escolioses é a maturidade esquelética, pois tem relação com a progressão dos desvios, tornando-se importante nas tomadas de decisões sobre a conduta a ser adotada. Pacientes com maior potencial de crescimento ósseo apresentam pior prognóstico para o aumento da deformidade (BRIDWELL e DEWALD, 2016; ARESTI, N.A. e BARRY, M., 2016; KUZNIA et al., 2020). Para esta análise, o método mais utilizado é o índice de Risser (RISSER, 1958), que avalia a ossificação do osso íliaco através da observação da crista íliaca em uma imagem ântero-posterior da bacia, cujo fechamento da cartilagem de crescimento se desenvolve em graus (de zero a cinco), de lateral para medial, ou seja, da periferia para o centro, conforme mostrado na figura 2.

Fig. 2 - Determinação do estágio de Risser.



Fonte: ARESTI, N.A.; BARRY, M., 2016.

De modo geral, considera-se que os graus 0, I e II ainda representam estágios de imaturidade esquelética, enquanto os graus III, IV e V estão mais próximos da maturidade esquelética. Quando o índice atinge o nível V, considera-se que o indivíduo já atingiu a maturidade esquelética. No caso de pacientes com escoliose, um índice IV ou V, por exemplo, indica que a probabilidade de progressão da escoliose é bastante reduzida, dado ter sido atingida uma maturidade óssea. Da mesma forma, quanto menor o índice de Risser, maior a probabilidade da escoliose progredir para um nível que seja clinicamente significativo, requerendo intervenção, que pode ser cirúrgica ou não-cirúrgica. (ALTAF et al., 2013; BRIDWELL e DEWALD, 2016; KUZNIA et al., 2020).

Apesar de tratar-se de patologia complexa, com múltiplos fatores a serem analisados, o atendimento inicial é geralmente feito por médicos clínicos generalistas ou mesmo ortopedistas gerais, não especializados em coluna, o que pode levar a diagnósticos genéricos que não direcionam para a causa do problema, sendo a abordagem inicial feita muitas vezes apenas com medidas sintomáticas ou paliativas,

sem abordar a etiologia do problema e sem medidas adequadas no tratamento (ALTAF et al., 2013).

O médico não-especialista em coluna deve conhecer bem todas essas peculiaridades e saber das possibilidades de tratamento e características das complicações que acometem este grupo de pacientes bem como os riscos inerentes a elas (ALTAF et al., 2013).

Em alguns casos, é de suma importância a correta tomada de decisões nesse grupo de pacientes. A demora na instituição das medidas iniciais pode ter impacto importante e bastante negativo no prognóstico dos pacientes, podendo levar a dores crônicas, limitação de movimentos, progressão da deformidade e até dificuldades respiratórias graves (ALTAF et al., 2013). De modo inverso, o imediato reconhecimento diagnóstico e estabelecimento de um tratamento inicial adequado diminui significativamente possíveis complicações desta patologia (DEETJEN et al., 2011).

Desta forma, faz-se imprescindível o surgimento e a criação de meios e ferramentas auxiliares que possam guiar não-especialistas na formulação de hipóteses diagnósticas e orientar as primeiras medidas terapêuticas a serem tomadas de forma a instituí-las o mais precocemente possível em casos de EIA.

Um método para atingir este objetivo pouco estudado na literatura é o uso de aplicativo para *smartphones*, que pode funcionar como uma útil ferramenta, dada à larga popularidade, portabilidade e capacidade da tecnologia destes aparelhos (BOULOS et al., 2014).

Os *smartphones* são na realidade um “computador de bolso” com acesso a uma plataforma de variedades de aplicativos e este mercado está em constante crescimento. Atualmente, muitos bilhões de aplicativos por ano são instalados em *smartphones* (TIBES, DIAS, MASCARENHAS, 2014). Estes dão a seus usuários imensas capacidades tecnológicas e acesso à internet em qualquer lugar. Essas características, somadas à frequência de seu uso, tem criado uma revolução de costumes e a grande capacidade informática destes aparelhos e tem tornado possível o surgimento de um mercado crescente de aplicações para os mais diversos tipos de uso (HAMID, 2011).

A utilização de ferramentas computacionais na área da saúde está sempre em constante expansão, pois esse tipo de suporte pode proporcionar aos profissionais alcançarem mais precisão e agilidade em seus trabalhos. A adoção de recursos

tecnológicos na área de saúde é um fato crescente desde a década 60, com a fundamentação científica da profissão (BOULOS et al., 2014).

Embora os smartphones já existissem em 1992, foi somente em 2001 que os consumidores começaram a usar dispositivos móveis capazes de serviços de informação sem fio e navegação na web. O lançamento do iPhone® (Apple Inc., U.S.) em 2007 incluiu recursos não encontrados em dispositivos anteriores e abriu o caminho para os desenvolvedores criarem uma biblioteca de aplicativos disponíveis para os consumidores (FRANKO, 2011).

Um smartphone é diferenciado por seu fabricante ou sistema operacional, e os sistemas líderes atuais executam as plataformas Blackberry®, iOS® e Android®. Em julho de 2010, a distribuição da participação de mercado do sistema operacional para smartphones nos Estados Unidos para Blackberry®, iPhone® e Android® era de 39%, 24% e 17%, respectivamente (FRANKO, 2011).

Estes aparelhos incorporam uma tela de toque, capacidade de internet sem fio, armazenamento de mídia de áudio e vídeo e funções de reprodução, e a capacidade de baixar e instalar aplicativos personalizados em um dispositivo pequeno o suficiente para caber no bolso. Devido à sua portabilidade, capacidade de atualização, velocidade e simplicidade, os aplicativos de smartphone são uma ferramenta ideal para referência rápida ou quando o acesso a um computador de mesa não é viável. Como resultado, os smartphones podem servir como uma ferramenta de referência rápida para estudantes de medicina, residentes, cirurgiões e até para o uso da população em geral (FRANKO, 2011).

KNOL (2010) buscou elaborar etapas para facilitar a realização de levantamentos e identificação de problemas, com objetivo de buscar soluções tecnológicas, partindo da análise das necessidades dos usuários, realizando uma tentativa de normatização de fluxograma em sete passos para avaliação de impactos, que pudesse ser utilizada em tecnologias de softwares.

Uma grande diversidade de aplicativos tem sido desenvolvida, seja para uso de leigos e mesmo de médicos, que as têm usado de forma crescente como ferramentas na sua prática clínica diária (BUIJINK e VISSER, 2013; DALA-ALI; LLOYD; AL-ABED, 2011; PAYNE e HARRAD, 2012; ZHANG et al., 2016). Estima-se a existência de mais de 100.000 aplicativos médicos ou relacionados à área de saúde (JUTEL e LUPTON, 2015).

Uma análise da qualidade das informações contidas nos aplicativos da área



de saúde para uso de leigos sugeriu que suas principais falhas são a ausência de referências apropriadas, falta de declaração de conflito de interesses, além da não exibição da data em que a informação era pertinente (ZHANG et al., 2016). Outra falha encontrada nestes aplicativos é a ausência de envolvimento de um profissional de saúde com expertise na área, durante a construção do aplicativo (STEVENS et al., 2013). Tentativas de criar ferramentas para avaliar, certificar ou garantir a qualidade de aplicativos na área médica têm sido descritas (BOULOS et al., 2014; CHAN; MISRA, 2014; STOYANOV et al., 2015).

Também na educação médica tem sido relatado nos últimos anos um aumento na disponibilidade e uso de aplicativos móveis (apps) para smartphones e tablets, incluindo manuseio de ferramentas de trabalho e cuidados no modo de ensino e aprendizagem (SINGLER et al., 2016).

Aliado à tecnologia móvel, busca-se por meio de programas de software executados em *smartphones* e em outros dispositivos de comunicação portáteis a capacitação de profissionais da saúde, como uma forma de aprendizado interativa, com feedback imediato relacionado ao conteúdo. Espera-se que os telefones celulares desempenhem um papel na aprendizagem colaborativa, já que os telefones celulares tornaram mais fácil para os usuários permanecerem conectados, e isso aumenta o aprendizado interativo. Assim, os telefones celulares podem ter potencial educacional para o ensino e aprendizagem em saúde (LEE, 2015).

No início da década passada, os aplicativos para auxílio no diagnóstico ou sugestão de condutas para uso do próprio profissional médico mostravam-se pouco numerosos e, quando analisados mais minuciosamente, revelavam-se na vasta maioria programas nos quais o usuário desempenhava um papel ativo, buscando ele mesmo o diagnóstico (ou o diagnóstico diferencial), tendo o aplicativo uma função mais de oferecer um banco de informações ou, eventualmente, um leque de opções para que o médico escolhesse a que melhor se adequava (BRUSCO, 2010).

Mais recentemente, entretanto, essa quantidade vem crescendo a passos largos, pelo menos em relação aos aplicativos que compreendem um conceito geral de saúde. Em março de 2019 um total de 39.319 aplicativos aparecia na categoria "Médico" na Google Play Store (*Google Limited Liability Company*<sup>®</sup>). Porém, é necessário ressaltar que não existe uma definição unificada de "aplicativos" no contexto médico; alguns podem ser considerados como "aplicativos de estilo de vida", "aplicativos de saúde", "aplicativos de cuidados" ou então, de fato, "aplicativos

médicos". Os aplicativos desenvolvidos para pacientes devem ser diferenciados daqueles direcionados à equipe médica e aqueles com influência direta no diagnóstico ou na terapia de uma doença e, portanto, devem ser considerados como dispositivos médicos, ao contrário dos aplicativos que se concentram exclusivamente no estilo de vida (DITTRICH et al., 2020).

É possível que o número limitado de aplicativos buscando auxiliar o médico a elucidar diagnósticos e orientar tratamentos deva-se à existência de legítimas preocupações com seu conteúdo (se acurado e extraído de fontes seguras e acreditadas), riscos potenciais (diagnósticos falso-positivos e falso-negativos, cálculos médicos errôneos, entre outros) e limitações de seu uso (momento, local e acessibilidade ao aparelho) (JUTEL e LUPTON, 2015).

Entre as plataformas mais utilizadas no Brasil, tanto na plataforma Apple (Appstore®) como na Android (Google Play®), a maior parte dos aplicativos é simples e muitas vezes com funcionalidade limitada, no entanto, eventualmente, apresentam grande utilidade prática. Calculadoras médicas, bancos para armazenamento de dados de pacientes, aplicativos para ditar laudos, versões digitais de livros médicos, entre outros são comuns (JUTEL e LUPTON, 2015). Até o uso da câmera do smartphone implementando a capacidade de fazer leituras colorimétricas de exames, podendo torná-lo útil para uso portátil e de baixo custo em substituição aos espectrofotômetros de laboratórios, foram reportados (YETISEN et al., 2014).

Na área de Ortopedia e Traumatologia, em comparação com as demais especialidades médicas, existem poucos aplicativos desenvolvidos, destacando-se o "CORE" (*Clinical Orthopedic Examination*), que oferece um banco de dados com cerca de 250 testes clínicos e descrições sobre como realizá-los, e, em nosso país, o "OPME Brasil Ortopedia" (Órteses, Próteses e Materiais Especiais), ferramenta que ajuda na operacionalização e instrumentação cirúrgica, o "Contusões Extraordinárias", desenvolvido especialmente para profissionais que irão prestar o concurso para obter o título de especialista pela Sociedade Brasileira de Ortopedia e Traumatologia, oferecendo testes, artigos e informações importantes para a realização da prova, e também um aplicativo desenvolvido e validado com o objetivo de aprimorar o ensino de Ortopedia nas residências médicas e para ortopedistas em geral (FRANKO, 2011; NOEL, 2017; ALENCAR NETO et al., 2020).

Franko, em 2011, realizou um estudo para analisar aplicativos na área de ortopedia e traumatologia verificou que na plataforma da Apple (Appstore®) existe

um total de 61 aplicativos e na plataforma Android (Google Play®) aparecem apenas 13 aplicativos, oito dos quais duplicatas de aplicativos disponíveis para o iPhone®. A análise das lojas de aplicativos Blackberry®, Palm® e Windows Mobile® não revelou nenhum aplicativo relevante. Entre a lista de aplicativos do iPhone® pesquisados, 37 (60%) foram lançados ou atualizados nos 6 meses anteriores e seis foram atualizados / lançados nas 2 semanas anteriores. No entanto, apenas 30 aplicativos tiveram mais de cinco revisões (49%) e apenas 17 (28%) tiveram mais de 10 revisões (FRANKO, 2011).

Estudo mais recente utilizando 206 ortopedistas e cirurgiões de trauma em hospitais universitários alemães avaliou o uso de aplicativos médicos na prática clínica diária entre setembro de 2018 e fevereiro de 2019. Todos os participantes (206/206, 100%) possuíam smartphone e 64,7% (130/201) usavam aplicativos regularmente na prática clínica diária. Os aplicativos médicos foram percebidos como benéficos, devido à sua promessa futura substancial, por 90,1% (181/201) dos participantes. No entanto, 62,5% (120/192) dos participantes não estavam satisfeitos com a oferta atual de aplicativos médicos nas lojas de aplicativos, referindo necessidade de melhor “usabilidade intuitiva” (167/201, 83,1%), “retirada de publicidade” (145/201, 72,1%) e mais “aplicativos gratuitos” (92/201, 45,8%). A maioria dos participantes (162/194, 83,5%) considerou que existe carência na área de pesquisa médica e estes seriam os aplicativos que mais beneficiariam a área de saúde. Os maiores riscos previstos foram “uso indevido de dados” (147/189, 77,8%), “uso de aplicativos não confiáveis” (135/189, 71,4%) e “alienação de pacientes” (51/189, 27,0%). Este estudo demonstra, portanto, que médicos alemães especialistas em ortopedia e cirurgia de trauma já usam smartphones e aplicativos na prática clínica diária. No entanto, existe uma discrepância significativa entre a oferta e a procura de aplicações de saúde móvel (DITTRICH et al., 2020).

Em relação especificamente à EIA, encontra-se descrito aplicativo para medir a deformidade da “corcunda” ou “giba” provocada pela protuberância das costelas na escoliose como meio de avaliar a rotação axial do tronco. O aplicativo, denominado “*Scoligauge*” (escoliómetro), foi testado comparando seus resultados com o uso de um escoliómetro tradicional, que é um instrumento de plástico com uma esfera que oscila dentro de um espaço e cuja posição final indica em graus o desvio em relação ao plano horizontal, detectando em valores aproximados a gravidade da deformidade. O trabalho concluiu que as diferenças médias entre as medições do

aplicativo e do instrumento tradicional são pequenas e clinicamente não significativas, tornando o aplicativo “*Scoligauge*” válido para avaliação clínica (BALG et al., 2014).

Diante da elevada incidência de escoliose idiopática do adolescente e da gravidade de suas complicações quando não abordada precocemente e de forma adequada (ALTAF et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015), torna-se relevante o surgimento de métodos auxiliares que possam guiar o médico não-especialista a formular hipóteses diagnósticas e orientar as primeiras medidas a serem tomadas nesta patologia, utilizando mecanismos elaborados por profissionais especialistas na área.

Através desta pesquisa, propomos o desenvolvimento de um aplicativo para uso em smartphones que auxilie a abordagem inicial do diagnóstico e tratamento da EIA para médicos não-especialistas, facilitando a utilização de medidas precoces de condução da patologia e evitando uma piora clínica dos pacientes que ainda não estão sendo assistidos por especialistas.

## **2. OBJETIVO**

Desenvolver um aplicativo (plataformas iOS® e Android®) que facilite o diagnóstico e condução precoce da escoliose idiopática do adolescente, permitindo aos médicos não especialistas, pacientes e familiares tomarem a conduta inicial adequada e encaminharem os casos necessários aos especialistas, contribuindo para evitar a evolução da doença para formas mais graves.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de pesquisa aplicada de produção tecnológica (software) para uso médico, que desenvolveu um aplicativo para as plataformas iOS® e Android®, o qual segue um algoritmo de inclusão e exclusão do diagnóstico e de tomada de decisões com relação à escoliose idiopática do adolescente, sendo ao final apresentado ao usuário como resultado.

A criação deste algoritmo foi feita utilizando fluxogramas e *guidelines* voltados para a finalidade de dirigir o diagnóstico e a conduta de pacientes nesta situação.

O aplicativo foi formatado por meio de coletânea de protocolos e de procedimentos já utilizados por ortopedistas especialistas em coluna. Foram utilizadas uma série de cadeias de hipóteses (“se”...”então”...”senão”...) que conduzem à simulação do raciocínio clínico. Para cada pergunta há as respostas possíveis “sim e “não”, que levam a diferentes passos seguintes sequenciais.

O software foi tecnicamente compatível com as plataformas iOS® e Android® e foi desenvolvido no Laboratório de Inovação Tecnológica do Centro Universitário Christus, em Fortaleza, Ceará. O aplicativo foi disponibilizado na língua portuguesa. A equipe de desenvolvedores contou com um *webdesigner* e um programador.

#### 3.1 CONDIÇÕES DE DESENVOLVIMENTO

O aplicativo foi desenvolvido no sistema operacional Android da Google® e no sistema iOS® da Apple®.

Para o desenvolvimento, foram utilizadas as seguintes ferramentas: a IDE (Integrated Development Environment) Android Studio; Biblioteca SDK (Software Development Kit) do Android; o Sistema Emulador do Android com APIs (Application Programming Interface) da Google (*Google Limited Liability Company*®, CA, EUA); e a biblioteca OpenCV (Open Source Computer Vision Library), para o desenvolvimento das funções de processamento de imagens presentes no aplicativo. Para isso, utilizou-se um computador com as configurações mínimas: 2 gigabytes (GB) de memória RAM (Random Access Memory); espaço livre de 1 GB no disco

rígido; e resolução de tela de 1.280 x 800 pixels. Foi desenvolvido o aplicativo para ser compatível a partir da versão 4.1 do Android® e 9.0 do iOS®.

### 3.2 ELABORAÇÃO DOS MÓDULOS DO APLICATIVO

O aplicativo foi elaborado por módulos específicos que analisam dados de importância no diagnóstico e tratamento da EIA, sendo avaliadas características do paciente consideradas fatores de risco para progressão da curva e capazes de auxiliar a tomada de decisão em relação ao tipo de tratamento.

Inicialmente foi incluída a coleta de dados sobre o sexo (feminino ou masculino), presença de gibosidade (sim ou não), nivelamento dos ombros (sim ou não) e nivelamento da bacia (sim ou não).

Em um módulo seguinte, foi feita a avaliação de uma característica fundamental à condução do caso: a magnitude da curva, medida através de uma radiografia panorâmica ântero-posterior da coluna em posição ortostática, com laudo trazendo a medida do ângulo de Cobb, que expressa o desvio, onde:

1. 10-25 graus indica seguimento radiológico regular;
2. 26-40 graus pode indicar colete, na dependência da avaliação de alguns fatores de risco (graus de maturidade esquelética / Risser), a serem analisados nas telas seguintes;
3. > 40 graus pode indicar necessidade de tratamento cirúrgico;

A seguir, foi incluído a avaliação da maturidade esquelética, fator de risco para progressão da deformidade. Para isto, utilizou-se o índice de Risser, que avalia a ossificação do osso íliaco através da observação da crista íliaca em uma radiografia ântero-posterior da bacia, cujo fechamento da cartilagem de crescimento se desenvolve de lateral para medial (da periferia para o centro).

Graus Risser:

- Grau 0: sem sinais de ossificação
- Grau 1: até 25% de calcificação
- Grau 2: 26-50% de calcificação
- Grau 3: 51-75% de calcificação
- Grau 4: 76-100% de calcificação
- Grau 5: 100% de calcificação + apófise já fundida com a crista íliaca

Cada módulo incluiu as peculiaridades necessárias de conduta, resultando em indicações para o usuário, sugerindo possibilidades de conduta expectante, seguimento ambulatorial com radiografias periódicas e atividades físicas/fisioterapia, uso de órtese (colete) a ser prescrito e acompanhado por especialista e, nos casos mais graves, o encaminhamento para o especialista avaliar a possibilidade de tratamento cirúrgico

Assim, o usuário tem todas as informações necessárias para conduzir adequadamente as medidas iniciais para diagnóstico e tratamento de EIA.

As características de cada módulo foram demonstradas por desenhos, radiografias ilustrativas e textos descritivos.

### 3.3 TESTE DO APLICATIVO PELA EQUIPE

A equipe que desenvolveu o aplicativo realizou testes em dois *smartphones*, um usando a plataforma Android® e outro usando a plataforma iOS®. Foi utilizado o aplicativo por cerca de 20 minutos em cada teste. Nesse período, transitou-se por todas as interfaces do aplicativo.

Em cada teste, criou-se com sucesso o cadastro de um paciente fictício e, em seguida, realizou-se o diagnóstico utilizando-se dados clínicos referentes àquele paciente e procurando-se observar a funcionalidade, aplicabilidade e usabilidade do aplicativo, bem como as informações solicitadas e seu grau de clareza.

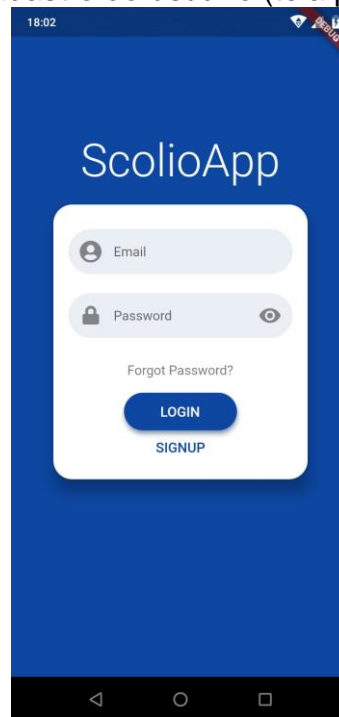


#### 4. RESULTADOS

O aplicativo desenvolvido recebeu a denominação de “Scolioapp”, apresentado a seguir, com as características de um aplicativo móvel para auxílio no diagnóstico e condução de pacientes com escoliose idiopática do adolescente.

Para o cadastro e primeiro acesso é necessário uma conexão com a internet para que possa ser carregado o banco de dados do aplicativo. De início, o aplicativo possibilita o cadastramento do usuário com nome, e-mail, senha de 6 dígitos e confirmação da senha (figura 3).

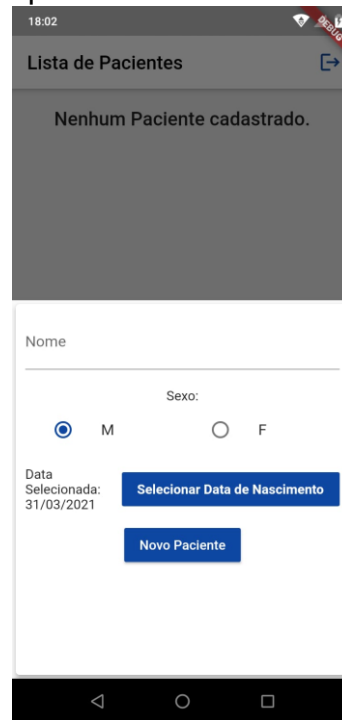
Fig. 3- Cadastro do usuário (tela para *login*).



Fonte: Produção do Autor

A seguir, são coletados dados cadastrais do paciente referentes ao nome, data de nascimento e sexo (figura 4).

Fig. 4 – Tela para dados cadastrais do paciente.



The screenshot shows a mobile application interface for patient registration. At the top, the status bar displays the time 18:02 and battery level. Below the status bar, the title bar reads "Lista de Pacientes" with a back arrow icon. The main content area is a grey box with the text "Nenhum Paciente cadastrado." Below this, there is a form with the following fields and controls:

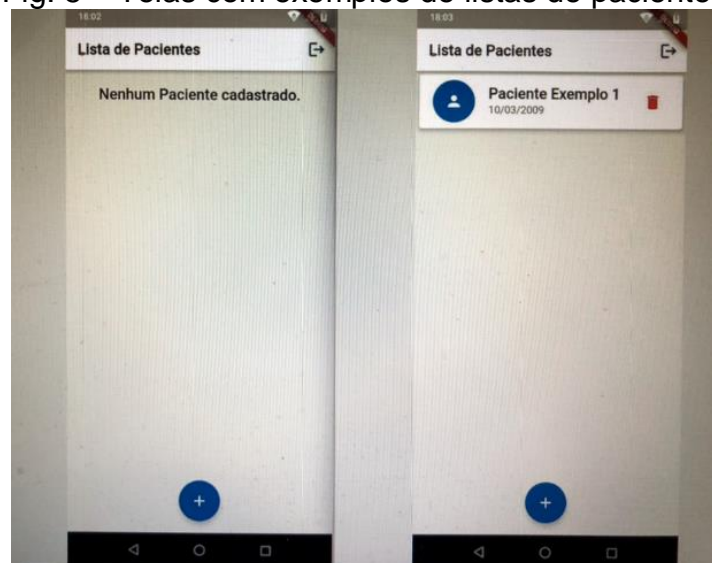
- A text input field labeled "Nome".
- A "Sexo:" label with two radio buttons: "M" (selected) and "F".
- A "Data" label with "Selecionada: 31/03/2021" and a blue button labeled "Selecionar Data de Nascimento".
- A blue button labeled "Novo Paciente" at the bottom.

The bottom of the screen shows the standard Android navigation bar with back, home, and recent apps icons.

Fonte: Produção do Autor

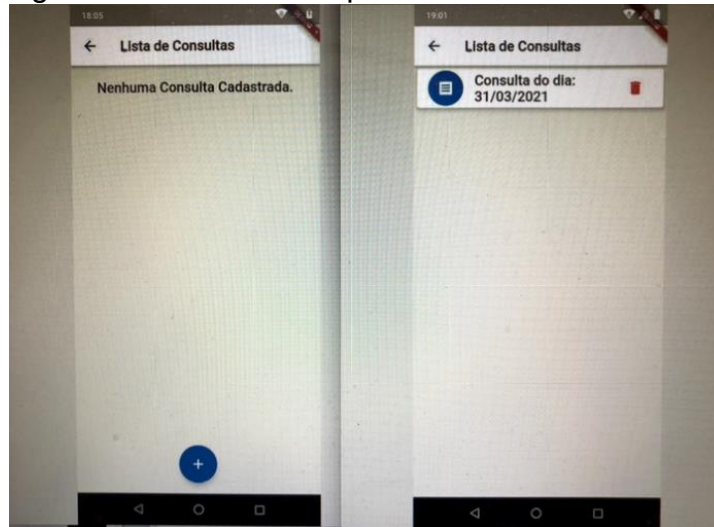
Em seguida, aparece a lista de pacientes e a lista de consultas de cada paciente, sendo que cada uma destas listas poderá estar vazia ou já conter dados com paciente(s) e data(s), conforme mostram as figuras 5 e 6.

Fig. 5 – Telas com exemplos de listas de pacientes.



Fonte: Produção do Autor

Fig. 6 - Telas com exemplos de listas de consultas.



Fonte: Produção do Autor

Numa próxima tela, passa-se às características gerais da patologia, sendo verificado se existe nivelamento dos ombros e da bacia e presença ou ausência de gibosidade, e trazendo-se uma imagem ilustrativa para facilitar a compreensão do usuário (figura 7).

Fig. 7 - Tela para coleta de características clínicas gerais da EIA.



Fonte: Produção do Autor

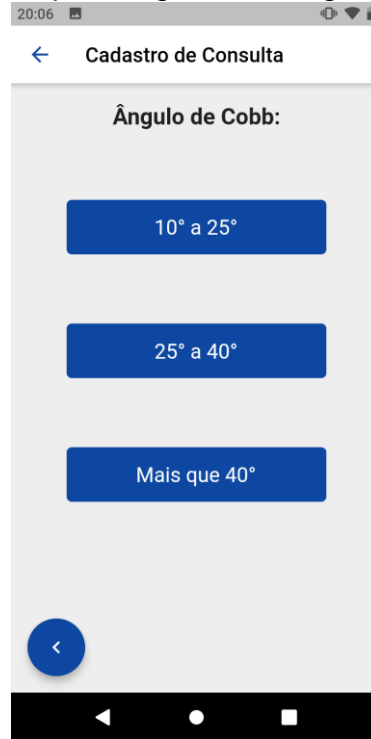
Na tela seguinte, avalia-se se o paciente possui radiografia panorâmica da coluna (figura 8) e, em caso positivo, qual a medida especificada no laudo para o ângulo de Cobb que indica o grau do desvio, dividindo-se em três possíveis níveis (figura 9).

Fig. 8 - Tela para avaliação da existência de radiografia da coluna.



Fonte: Produção do Autor.

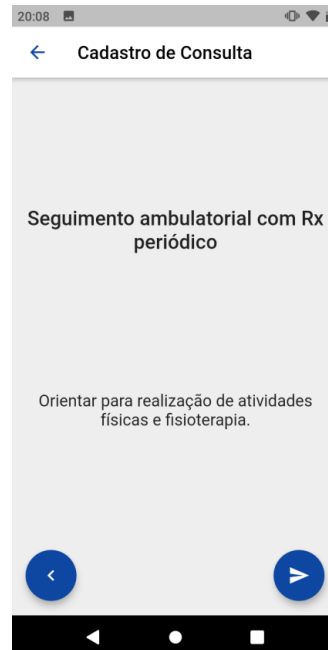
Fig. 9 - Tela para registro do ângulo de Cobb.



Fonte: Produção do Autor.

Se o ângulo de Cobb indicar desvio entre 10 e 25 graus, a tela seguinte orientará a conduta deste caso (figura 10).

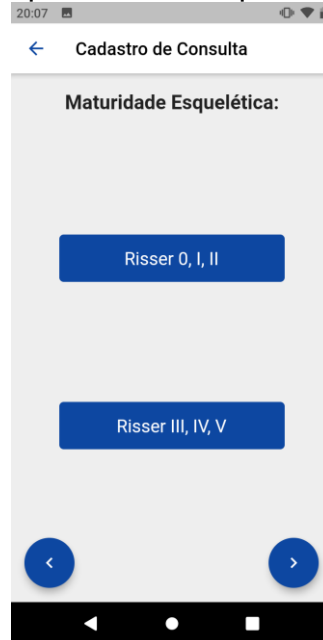
Fig. 10 - Tela com conduta em casos leves.



Fonte: Produção do Autor.

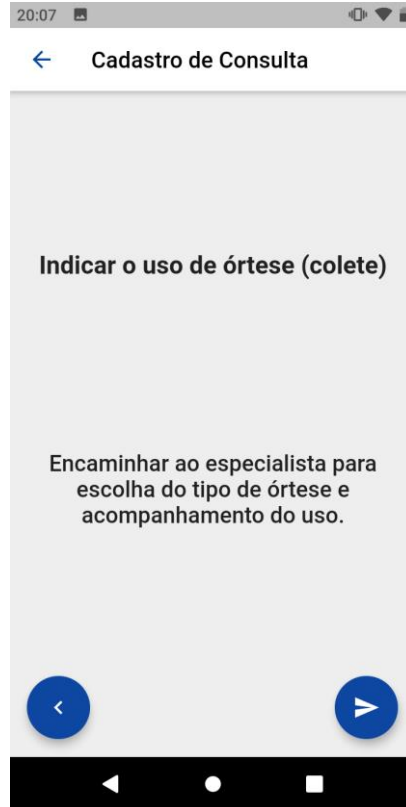
Se o ângulo de Cobb estiver entre 26 e 40 graus, as telas seguintes levarão para uma avaliação do grau de maturação esquelética pelo sinal de Risser e a conduta em cada caso (figuras 11, 12 e 13).

Fig.11 - Tela com possibilidades para casos moderados.



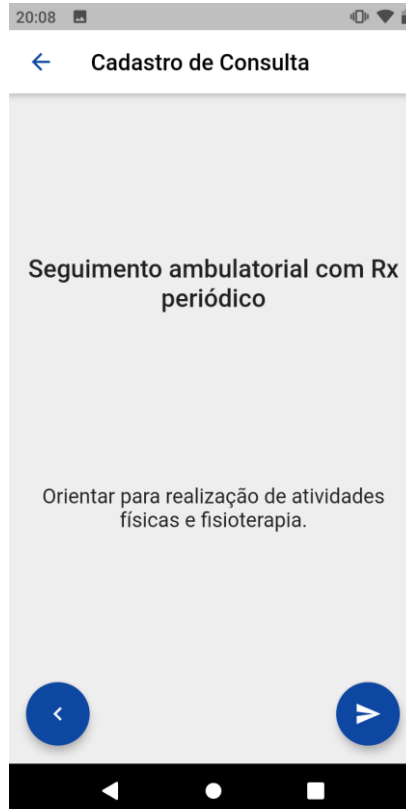
Fonte: Produção do Autor.

Fig. 12 - Tela com conduta em casos moderados sem maturidade esquelética.



Fonte: Produção do Autor.

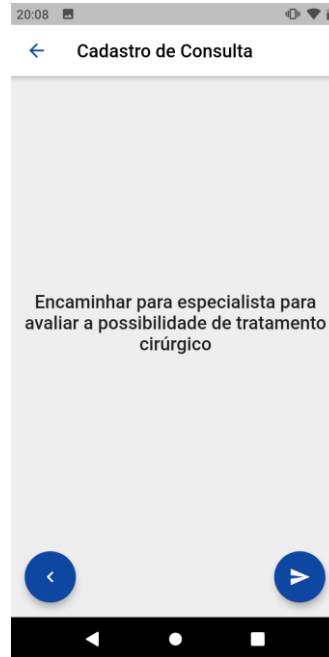
Fig. 13 - Tela com conduta em casos moderados com maturidade esquelética.



Fonte: Produção do Autor.

Caso a deformidade possua um ângulo de Cobb maior que 40 graus, a tela seguinte orientará a conduta em casos graves ao usuário (figura 14).

Fig. 14 - Tela com conduta em casos graves.

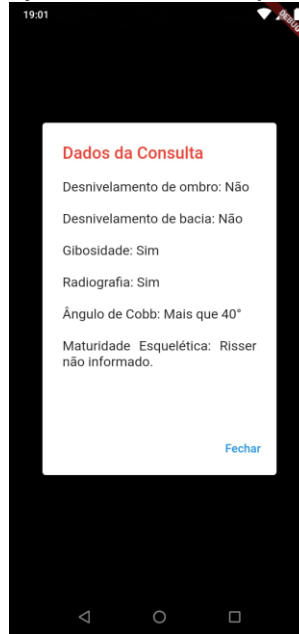


Fonte: Produção do Autor.

A seguir, um relatório do conjunto de dados obtidos é colocado (figura 15) e, a partir dele, aparece a tela encaminhando para a condução mais adequada do caso daquele paciente analisado.



Fig. 15 - Tela com conjunto de dados que orientarão a conduta.



Fonte: Produção do Autor.

## 5. DISCUSSÃO.

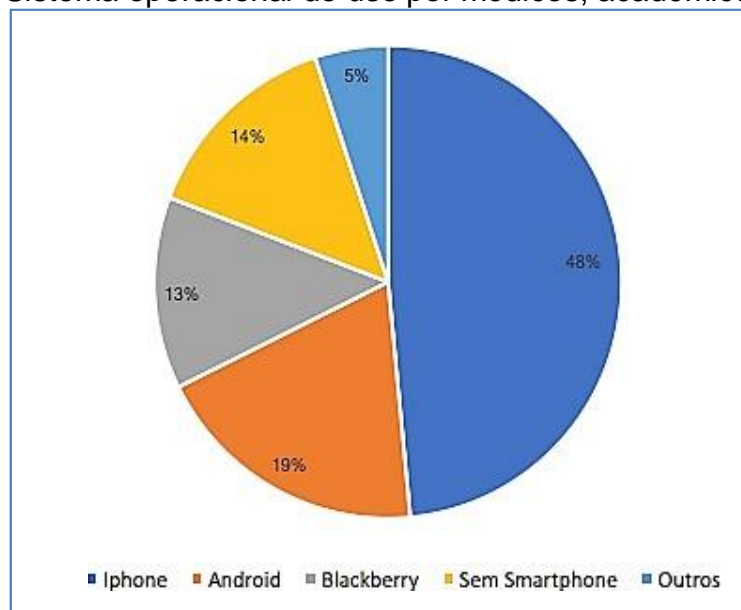
O uso da tecnologia em auxílio à tomada de decisões na área de saúde é especialmente importante nos casos onde o reconhecimento do diagnóstico de forma precoce e o estabelecimento de um tratamento inicial adequado podem diminuir significativamente possíveis complicações de uma patologia (DEETJEN et al., 2011).

Desta forma, consideramos que a elaboração de um aplicativo que venha a auxiliar médicos não especialistas em coluna, e até mesmo pacientes e familiares, a esclarecer dúvidas, fazer o diagnóstico precoce e uma abordagem inicial adequada em relação a uma patologia como a escoliose idiopática do adolescente, que necessita de intervenção rápida para evitar a progressão para sequelas por vezes incapacitantes, torna-se de utilidade prática incomensurável.

Tais aplicativos são utilizados de forma acessível em *smartphones* definidos de acordo com seu sistema operacional, quais sejam: iOS® (Iphone®), Android®, Blackberry®, Windows Phone®, Palm®, entre outros.

Em pesquisa avaliando 3.306 indivíduos dentre os quais residentes, acadêmicos e médicos, FRANKO e TIRRELL (2012) identificaram que 48% utilizavam iOS® como sistema operacional em seus *smartphones*. O sistema Android® era usado por 19% dos participantes desse estudo e 13% tinham Blackberry® em seus *smartphones*. Um percentual de 14% não utilizava *smartphones*, enquanto 5% utilizavam outros sistemas operacionais (figura 16).

Fig. 16 - Sistema operacional de uso por médicos, acadêmicos e residentes



Fonte: FRANKO e TIRRELL, 2012.

Confirmando a tendência relatada por FRANKO e TIRRELL (2012), um estudo de SHAHEEN; COHEN e MARTIN (2017) demonstrou que no continente americano o sistemas preferidos são Android® e iOS®. Tais motivos levaram-nos a optar por desenvolver um aplicativo compatível com estes dois sistemas.

Não encontramos na literatura nem em bases de dados de apps nenhum aplicativo relacionado ao diagnóstico e tratamento da escoliose idiopática do adolescente, o que torna este trabalho inédito, aumentando a importância de sua utilidade prática na modificação precoce da qualidade de vida dos pacientes desta patologia.

Esta originalidade da temática, por outro lado, impossibilita comparações com aplicativos similares, restando ainda a possibilidade do desenvolvimento de testes para analisar a usabilidade do aplicativo por grupos específicos de profissionais da saúde e de leigos, o que pretendemos realizar posteriormente, numa segunda etapa.

Nesta pesquisa, seguindo conceitos técnicos e científicos bem estabelecidos na área de coluna vertebral, foi desenvolvido um aplicativo prático, simples, com interface básica e com funções bem integradas, com fins de ser eficiente em sua proposta de reconhecer a presença e o grau de uma escoliose idiopática do adolescente, orientando de forma clara a condução inicial de cada caso através de fluxogramas confiáveis e possibilitando uma interferência mais precoce no binômio saúde-doença. Buscou-se no desenvolvimento desta tecnologia as vantagens de precisão e agilidade, acesso em qualquer local e feedback imediato, vantagens discutidas nos trabalhos de BOULOS et al. (2014) e JUTEL e LUPTON (2015). O aplicativo recebeu a denominação de “Scolioapp”, por ser um nome de fácil memorização e que o associa à sua função.

Segundo ROB e CORONEL (2011), um dos fatores importantes para o sucesso de um aplicativo trata-se do banco de dados, que deve fornecer uma visualização única e integrada do caso e necessita ter uma estrutura flexível e fácil de navegar, capaz de armazenar uma quantidade de dados suficiente ao objetivo do aplicativo, permitindo ainda que se acesse e altere tais dados de forma rápida e fácil.

Iniciamos o preenchimento do banco de dados desde a fase de cadastro, quando o usuário coloca os dados de e-mail e senha de 6 dígitos, após o que serão inseridos nome, data de nascimento e sexo, que já constituem dados de importância

clínica para avaliação do caso, pois o risco de progressão da EIA varia de acordo com o sexo acometido e com a idade (BRIDWELL e DEWALD, 2016). A seguir, o banco de dados oferece ao usuário a lista de pacientes e a lista informações de cada consulta realizada, com o intuito de fornecer uma melhor visão geral do caso e sua evolução, sendo possível atualizar ou alterar qualquer colocação equivocada a qualquer momento.

No módulo seguinte, continuando com o propósito de ampliar as informações capazes de orientar corretamente o diagnóstico e a conduta, algumas características clínicas do paciente são postadas pelo usuário: 1) nivelamento ou desnivelamento dos ombros e da bacia (uma foto auxilia o usuário a avaliar este dado) e 2) presença ou ausência de gibosidade.

Segundo BRIDWELL e DEWALD (2016), a constatação de ombros e bacia desnivelados e giba dorsal proeminente (correspondendo ao local da convexidade da curva) são dados importantes por auxiliarem a avaliação da severidade do caso, uma vez que representam que a deformidade é tridimensional, com rotação das vértebras na direção da convexidade, além de poderem representar uma queixa estética do paciente.

Na busca pela confiabilidade dos dados a serem coletados em cada módulo do aplicativo, a avaliação da magnitude da curva torna-se uma informação de grande relevância para uma adequada obtenção do diagnóstico e orientação de tratamento da EIA, conforme BRIDWELL e DEWALD (2016). Desta forma, solicita-se que o paciente tenha uma radiografia panorâmica ântero-posterior da coluna em posição ortostática, com laudo trazendo a medida do ângulo de Cobb, que expressa o desvio, devendo o valor do ângulo ser inserido no aplicativo.

Diante do valor do ângulo do paciente, a conduta inicial é orientada levando em consideração o intervalo de graus ao qual pertence a deformidade.

Desta forma, se o desvio encontra-se entre 10-25 graus, trata-se de indicação apenas para um seguimento radiológico regular. Se estivermos diante de uma deformidade entre 26-40 graus, isto pode indicar o uso de um colete, na dependência da avaliação dos fatores de risco – estágio de Risser / maturidade esquelética, a serem avaliados no próximo módulo do aplicativo. Já desvios acima de 40 graus podem indicar necessidade de tratamento cirúrgico, sendo necessário o encaminhamento ao especialista em coluna para avaliação desta possibilidade. Ressalte-se que estas condutas são bem estabelecidas pela literatura específica da

especialidade de cirurgia da coluna (ALTAF et al., 2013; BRIDWELL e DEWALD, 2016; KUZNIA et al., 2020).

No módulo seguinte do aplicativo, é feita uma avaliação da maturidade esquelética, necessária devido à relação entre o potencial de crescimento ósseo e a progressão da deformidade, sendo esta análise importante especialmente na decisão de casos com desvio moderado. Para isto, utiliza-se o índice de Risser, que avalia a ossificação do osso íliaco através da observação da crista íliaca (ALTAF et al., 2013; BRIDWELL e DEWALD, 2016).

O usuário do aplicativo, observando uma figura explicativa, pode então transcrever para a tela o grau de Risser encontrado em uma radiografia ântero-posterior da bacia do paciente, levando à continuidade da sequência dos fluxogramas.

Em uma tela seguinte, o aplicativo apresenta o relatório do conjunto de dados do paciente e, a partir dele, o usuário recebe a orientação mais adequada de conduta naquele caso específico. Desta forma, o aplicativo apresenta o benefício da individualização de conduta fundamentada em uma visão geral da patologia do paciente em análise.

Em um futuro próximo, precisaremos de estudos comparativos para consolidar a eficiência do aplicativo em relação à condução dos casos por ele orientados, buscando comprovar estatisticamente os possíveis benefícios, em especial obtidos pela possibilidade de uma atuação mais precoce junto a estes pacientes.

Dentre as limitações do estudo, podemos citar a ausência do desenvolvimento de testes para analisar a usabilidade do aplicativo por grupos específicos de profissionais de saúde não especialistas, especialistas e leigos, o que pretendemos realizar posteriormente, numa segunda etapa.

## **6. CONCLUSÃO**

O aplicativo desenvolvido neste estudo é uma ferramenta auxiliar prática e simples que facilita o diagnóstico e orienta a condução precoce da escoliose idiopática do adolescente, permitindo de forma clara o reconhecimento e a conduta inicial dos casos por médicos não especialistas, pacientes e familiares, promovendo uma intervenção adequada, capaz de evitar a evolução da doença para formas mais graves e diminuir suas complicações.

## 7. REFERÊNCIAS

ALENCAR, Jonatas Brito de et al. Development and Validation of a Smartphone Application for Orthopedic Residency Education. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 44, 2020.

ALTAF, Farhaan et al. Adolescent idiopathic scoliosis. **The Bmj**, v. 346, 2013.

ARESTI, Nick A. et al. (Ed.). **Paediatric orthopaedics in clinical practice**. London: Springer, 2016.

BALG, Frederic et al. Validity and reliability of the iPhone to measure rib hump in scoliosis. **Journal of Pediatric Orthopaedics**, v. 34, n. 8, p. 774-779, 2014.

BOULOS, Maged N. Kamel et al. Mobile medical and health apps: state of the art, concerns, regulatory control and certification. **Online journal of public health informatics**, v. 5, n. 3, p. 229, 2014.

BRIDWELL, K.H.; DEWALD, R.L. **The Text Book of Spinal Surgery**. 3rd Edition. Lippincott-Raven, 2016.

BROUWERS, Melissa C. et al. AGREE II: advancing guideline development, reporting and evaluation in health care. **Journal of Clinical Epidemiology**, v. 182, n. 18, p. E839-E842, 2010.

BRUSCO, Jennifer M. Using smartphone applications in perioperative practice. **AORN journal**, v. 92, n. 5, p. 503-508, 2010.

BUIJINK, Arthur Willem Gerard; VISSER, Benjamin Jelle; MARSHALL, Louise. Medical apps for smartphones: lack of evidence undermines quality and safety. **BMJ Evidence-Based Medicine**, v. 18, n. 3, p. 90-92, 2013.

CHAN, Steven R.; MISRA, Satish. Certification of mobile apps for health care. **Jama**, v. 312, n. 11, p. 1155-1156, 2014.

- CHUNG, Kevin C.; SHAUVER, Melissa J. Crafting practice guidelines in the world of evidence-based medicine. **Plastic and reconstructive surgery**, v. 124, n. 4, p. 1349, 2009.
- COBB, J. R. Outline for the study of scoliosis. **Instr Course Lect AAOs**, v. 5, p. 261-275, 1948.
- KATIE, C. et al. Smartphone applications (apps) for the bariatric surgeon. **Obes Surg**, v. 23, p. 1669-72, 2013.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM N° 1.766/05. D.O.U., 11 jul 2005, Seção I 2005;114.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. RESOLUÇÃO CFM No 1.942/2010. D.O.U. de 12 de fevereiro de 2010, Seção I 2010: 72.
- CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA. Resolução CFM No 2.131/2015. D.O.U. em 13 jan. 2016, Seção I 2015; 66.
- DALA-ALI, Benan M.; LLOYD, Mary Anne; AL-ABED, Yahya. The uses of the iPhone for surgeons. **The surgeon**, v. 9, n. 1, p. 44-48, 2011.
- DEETJEN, Birgit et al. Left convex thoracic scoliosis: retrospective analysis of 25 patients after surgical treatment. **Coluna/Columna**, v. 10, p. 205-210, 2011.
- DITTRICH, Florian et al. Smartphone and App Usage in Orthopedics and Trauma Surgery: Survey Study of Physicians Regarding Acceptance, Risks, and Future Prospects in Germany. **JMIR Formative Research**, v. 4, n. 11, p. e14787, 2020.
- DITTRICH, Florian et al. Analysis of Secure Apps for Daily Clinical Use by German Orthopedic Surgeons: Searching for the "Needle in a Haystack". **JMIR mHealth and uHealth**, v. 8, n. 5, p. e17085, 2020.
- ELIAS, Nelson; TEIXEIRA, João Carlos M. Escoliose idiopática do adolescente: diagnóstico precoce através de exame ortopédico rotineiro. **Rev. bras. ortop**, p. 275-7, 1992.
- FARIAS, Virgínia et al. itest learning: Um jogo para o ensino do planejamento de testes de software. **Anais do V Fórum de Educação em Engenharia de Software-**



**FEES**, p. 1-8, 2012.

FERRERO, Natalie Anne; MORRELL, Dean S.; BURKHART, Craig Nathaniel. Skin scan: a demonstration of the need for FDA regulation of medical apps on iPhone. **Journal of the American Academy of Dermatology**, v. 68, n. 3, p. 515-516, 2013.

WOLF, Joel A. et al. Diagnostic inaccuracy of smartphone applications for melanoma detection. **JAMA dermatology**, v. 149, n. 4, p. 422-426, 2013.

FRANKO, Orrin I. Smartphone apps for orthopaedic surgeons. **Clinical Orthopaedics and Related Research®**, v. 469, n. 7, p. 2042-2048, 2011.

FRANKO, Orrin I.; TIRRELL, Timothy F. Smartphone app use among medical providers in ACGME training programs. **Journal of medical systems**, v. 36, n. 5, p. 3135-3139, 2012.

ABBOUDI, Hamid; AMIN, Kavit. Smartphone applications for the urology trainee. **BJU international**, v. 108, n. 9, p. 1371-1373, 2011.

INTERNATIONAL DATA CORPORATION (IDC). **Worldwide Business Use Smartphone. Forecast and Analysis**. Framingham: MA 2013; 2013-2017

JUTEL, Annemarie; LUPTON, Deborah. Digitizing diagnosis: a review of mobile applications in the diagnostic process. **Diagnosis**, v. 2, n. 2, p. 89-96, 2015.

KAO, Cheng-Kai; LIEBOVITZ, David M. Consumer mobile health apps: current state, barriers, and future directions. **PM&R**, v. 9, n. 5, p. S106-S115, 2017.

KNOL, Anne B. et al. The use of expert elicitation in environmental health impact assessment: a seven step procedure. **Environmental Health**, v. 9, n. 1, p. 1-16, 2010.

KUZNIA, Angela L.; HERNANDEZ, Anita K.; LEE, Lydia U. Adolescent idiopathic scoliosis: common questions and answers. **American family physician**, v. 101, n. 1, p. 19-23, 2020.

LEE, Myung Kyung. Effects of mobile phone-based app learning compared to computer-based web learning on nursing students: pilot randomized controlled trial. **Healthcare informatics research**, v. 21, n. 2, p. 125-133, 2015.

MEDEW, J. Doctors warn over diagnosis apps amid Ada launch. Disponível em: <http://www.smh.com.au/national/health/doctors-warn-over-diagnosis-apps-amidada-launch-20160819-ggwgs9.html>

MOBILE FUTURE. Social media, apps, and data growth headline. Disponível em: <[http://mobilefuture.org/mobile\\_future\\_releases\\_2010\\_mobile\\_year\\_in\\_review\\_video/](http://mobilefuture.org/mobile_future_releases_2010_mobile_year_in_review_video/)>.

MYERS, G. The Art of Software Testing . 2a. ed. [s.l.] John Wiley & Sons, 2004.

NATIONAL INSTITUTE FOR HEALTH AND CARE EXCELLENCE. Developing NICE guidelines: the manual. *Process and methods guides* 2014; 245.

NOEL, O.F. A influência dos aplicativos na nova realidade da Ortopedia. Revista Eletrônica da Academia Médica Brasileira, abril de 2017.

OLIVEIRA, Max Moura de et al. Problema crônico de coluna e diagnóstico de distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho (DORT) autorreferidos no Brasil: Pesquisa Nacional de Saúde, 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 24, p. 287-296, 2015.

OUZZANI, Mourad et al. Rayyan—a web and mobile app for systematic reviews. **Systematic reviews**, v. 5, n. 1, p. 1-10, 2016.

PAYNE, Karl Frederick Braekkan; WHARRAD, Heather; WATTS, Kim. Smartphone and medical related App use among medical students and junior doctors in the United Kingdom (UK): a regional survey. **BMC medical informatics and decision making**, v. 12, n. 1, p. 1-11, 2012.

PENHA, Patrícia Jundi et al. Prevalence of adolescent idiopathic scoliosis in the state of São Paulo, Brazil. **Spine**, v. 43, n. 24, p. 1710-1718, 2018.

RISSER, JC. The iliac apophysis: an invaluable sign in the management of scoliosis. **Clin Orthop** v. 11, p. 111, 1958.

ROB, P.; CORONEL, C. Sistemas de banco de dados – Projeto, implementação e gerenciamento. Tradução da 8ª edição norte-americana. São Paulo: CENGAGE Learning; 2011.

ROBERTSON, Greg AJ et al. Smartphone apps for spinal surgery: is technology good or evil?. **European Spine Journal**, v. 25, n. 5, p. 1355-1362, 2016.

ROCHA, Patrícia Kuerten et al. Care and technology: approaches through the Care Model. **Revista brasileira de enfermagem**, v. 61, n. 1, p. 113-116, 2008.

SANDHOLZER, Maximilian et al. Medical students' attitudes and wishes towards extending an educational general practice app to be suitable for practice: A cross-sectional survey from Leipzig, Germany. **European Journal of General Practice**, v. 22, n. 2, p. 141-146, 2016.

SENIOR, Kathryn. Smart phones: new clinical tools in oncology?. **The Lancet. Oncology**, v. 12, n. 5, p. 429-430, 2011.

SHAHEEN, Susan; COHEN, Adam; MARTIN, Elliot. Smartphone app evolution and early understanding from a multimodal app user survey. In: **Disrupting Mobility**. Springer, Cham, 2017. p. 149-164.

SINGLER, Katrin et al. Development and initial evaluation of a point-of-care educational app on medical topics in orthogeriatrics. **Archives of orthopaedic and trauma surgery**, v. 136, n. 1, p. 65-73, 2016.

STOYANOV, Stoyan R. et al. Mobile app rating scale: a new tool for assessing the quality of health mobile apps. **JMIR mHealth and uHealth**, v. 3, n. 1, p. e3422, 2015.

TIBES, et al. International Data Corporation (IDC). IDC: press release. China to Become the Largest Market for Smartphones in 2012 with Brazil and India Forecast to Join the Top 5 Country-Level Markets by 2016, According to IDC. Framingham: MA; 2013

TIBES, et al. Worldwide Business Use Smartphone 2013-2017 Forecast and Analysis. Framingham: MA; 2013

U.S. FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. Mobile Medical Applications. Disponível em: <<http://www.fda.gov/medicaldevices/digitalhealth/mobilemedicalapplications/default.htm>>. Acesso em 05 de jan. de 2021.

VOBORNÍKOVÁ, Irena; POHANKA, Miroslav. Smartphone-based colorimetric detection of glutathione. **Neuro Endocrinol. Lett**, v. 37, p. 139-143, 2016.

YETISEN, Ali K. et al. A smartphone algorithm with inter-phone repeatability for the analysis of colorimetric tests. **Sensors and actuators B: chemical**, v. 196, p. 156-160, 2014.

ZHANG, Melvyn WB et al. Analysis of the information quality of bariatric surgery smartphone applications using the silberg scale. **Obesity surgery**, v. 26, n. 1, p. 163-168, 2016.