



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Odontologia de Araraquara



Juliana Ferreira Lima

Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho

Araraquara

2018



UNESP - Universidade Estadual Paulista

“Júlio de Mesquita Filho”



Faculdade de Odontologia de Araraquara

Juliana Ferreira Lima

Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho

Dissertação apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara para obtenção do título de Mestre em Ciências Odontológicas na Área de Diagnóstico e Cirurgia.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

Araraquara

2018

Lima, Juliana Ferreira

Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho / Juliana Ferreira Lima. -- Araraquara: [s.n.], 2018
38 f. ; 30 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciências Odontológicas) –
Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia
Orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

1.Intensificação de imagem radiográfica 2. Determinação da idade pelo esqueleto 3. Ossos da mão 4.Vértebras cervicais
I. Título

Juliana Ferreira Lima

Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho

Comissão Julgadora

Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni

2º Examinador: Profa. Dra. Andréa Gonçalves

3º Examinador: Prof. Dr. Eduardo César Almada Santos

Araraquara, 17 de Maio de 2018.

DADOS CURRICULARES

Juliana Ferreira Lima

Nascimento: 11/09/1991- Uberaba, Minas Gerais.

Filiação: Carlos Humberto Lima e Marli Teresinha Ferreira Lima.

2010/2014: Graduação em Odontologia pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara, São Paulo.

2015/2016: Especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia – Universidade do Norte Paulista – São Jose do Rio Preto, São Paulo.

2016/2018: Curso de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas - Área de Diagnóstico e Cirurgia, nível de Mestrado, pela Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia, Araraquara, São Paulo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e à Faculdade de Odontologia de Araraquara, representadas pelo Digníssimo Reitor Sandro Roberto Valentini e pela Digníssima Diretora Prof^a. Dr^a. Elaine Maria Sgavioli Massucato. Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas, representado pela coordenadora Profa. Dra. Fernanda Lourenção Brighenti e pela vice-coordenadora Profa. Alessandra Nara de Souza Rastelli.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Guilherme Monteiro Tosoni, por todo ensinamento e dedicação que ajudaram a me tornar uma pessoa mais crítica e disciplinada. Obrigada por essa oportunidade e por ter contribuído diretamente para minha formação acadêmica.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas pelos conhecimentos e experiências compartilhados. Em especial, aos professores da Disciplina de Radiologia do Departamento de Diagnóstico e Cirurgia: Prof. Dr. Marcelo Gonçalves e Profa. Dra. Andréa Gonçalves pela receptividade e aprendizado durante os dois anos de estágio docência nas disciplinas de Radiologia I e II. À Profa. Dra. Livia Nordi Dovigo, pela contribuição no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço, também, a todos meus amigos de pós-graduação e colegas da Faculdade de Odontologia de Araraquara – UNESP pela amizade e conselhos durante esses 2 anos de trabalho. Aos meus familiares, que me deram muito apoio e incentivo nos momentos mais difíceis, me dando forças para enfrentar todos os obstáculos. Amo vocês e esta conquista é de todos nós.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a elaboração e conclusão desse trabalho.

Meus sinceros agradecimentos!

Lima JF. Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a confiabilidade de dois métodos radiográficos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais e a concordância com o método baseado nas imagens radiográficas de mão e punho. Foram analisadas imagens radiográficas digitais cefalométricas laterais e de mão e punho de 120 indivíduos, com idades variando entre 6 e 18 anos. Para o estudo da repetibilidade e reprodutibilidade, as imagens radiográficas foram interpretadas por 4 examinadores (2 radiologistas e 2 ortodontistas) em dois momentos distintos de acordo com os métodos de Hassel e Farman (VC1) e Baccetti et al. (VC2). Para o estudo de concordância, o método de Fishman também foi realizado pelos quatro examinadores. Para as análises estatísticas foi utilizada estatística Kappa (κ), com ponderação linear, seguida do cálculo dos intervalos de confiança (IC_{95%}) e Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI). Os resultados da análise intra-examinador indicaram calibração “quase perfeita” para os quatro examinadores ($\kappa > 0,81$) em todos os métodos de análise. Os limites inferiores dos IC estiveram todos acima de 0,71 para a análise inter-examinador. Os valores de CCI para reprodutibilidade inter-examinador foram considerados “excelentes” para os limites inferiores de todos os IC ($\geq 0,91$). Embora a proporção total de diagnósticos concordantes (acurácia) obtida nos métodos VC1 e VC2 tenha sido, respectivamente, 42% e 50% para os ortodontistas e 42% e 40% para os radiologistas, o cruzamento de todos os IC_{95%} não mostrou diferença significativa. Concluímos que os dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais são confiáveis, pois apresentaram excelente repetitividade e reprodutibilidade. Estes dois métodos apresentaram concordância substancial com o método que utiliza imagens radiográficas da mão e punho e, além disso, ortodontistas e radiologistas os interpretaram com a mesma precisão.

Palavras-chave: Intensificação de imagem radiográfica. Determinação da idade pelo esqueleto. Ossos da mão. Vértebras cervicais.

Lima JF. Reliability of two radiographic methods for determination of skeletal maturation by means of cervical vertebrae images and concordance with hand and wrist images [dissertação de mestrado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2018

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the reliability of two radiographic methods to determine the skeletal maturation of the cervical vertebrae and the concordance with the method based on hand and wrist radiographic images. Were analyzed lateral cephalogram, hand and wrist digital radiographic images of 120 individuals, ranging from 6 to 18 years. For the study of repeatability and reproducibility, the images were interpreted by 4 examiners (2 radiologists and 2 orthodontists) on distinct moments, according to the methods of Hassel e Farman (CV1) and Bacetti et al. (CV2). For the concordance study, the Fishman method was also applied. Statistical analysis was performed using Kappa (κ), with linear weighting, followed by the calculation of confidence intermission ($CI_{95\%}$) and the Intraclass Correlation Coefficient (ICC). The intra-examiner analysis results indicated 'almost perfect' calibration for the examiners ($\kappa > 0,81$) in all methods. The lower limits of Cis were all above 0.71 for the inter-examiner analysis. ICC values for inter-examiner reproducibility were considered 'excellent' for the lower limits of all Cis (≥ 0.91). Although the total proportion of concordant diagnosis (accuracy) obtained on CV1 and CV2 methods was 42% and 50% for orthodontists and 42% and 40% for radiologists, the crossing of all $Ci_{95\%}$ showed no significant difference. Both methods of determination of skeletal maturation of the cervical vertebrae are reliable, since they presented excellent repeatability and reproducibility. These methods showed substantial concordance with the method using radiographic images of the hand and wrist. Moreover, orthodontists and radiologists interpreted them with the same precision.

Keywords: Digital radiography. Skeletal age determination. Hand bones. Cervical vertebrae.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹

C: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶

CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³

C2: Segunda vértebra cervical

C3: Terceira vértebra cervical

C4: Quarta vertebra cervical

SMI: Indicadores de Maturação Esquelética

CVMS: Estágios de Maturação da Vértebra Cervical

CVM: Maturação das Vértebras Cervicais

HWSS: Maturação Esquelética pela Radiografia de Mão e Punho

SUMÁRIO

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 OBJETIVOS | 12 |
| 2.1 Objetivo Geral | 12 |
| 2.2 Objetivos Específicos | 12 |
| 3 REVISÃO DE LITERATURA | 13 |
| 4 MATERIAL E MÉTODOS | 17 |
| 4.1 Delineamento Experimental | 17 |
| 4.2 Seleção das Imagens Radiográficas | 17 |
| 4.3 Interpretação das Imagens | 18 |
| 4.4 Análises Estatísticas | 22 |
| 5 RESULTADOS | 24 |
| 6 DISCUSSÃO | 30 |
| 7 CONCLUSÃO | 33 |
| REFERÊNCIAS | 34 |
| ANEXO | 36 |

1 INTRODUÇÃO

A determinação dos estágios de maturação óssea consiste em importante critério para o diagnóstico, planejamento e tratamento ortodônticos. A maturação óssea pode ser avaliada através de vários indicadores, como idade cronológica, peso e altura corporais e mudanças no aparecimento e fusão dos ossos carpais, observados nas radiografias de mão e punho. A idade cronológica não é um indicador confiável para avaliar o crescimento em adolescentes, pois há variações no momento do início, duração e intensidade do surto de crescimento puberal¹. Na prática clínica, a determinação da idade óssea é útil para diagnosticar desordens de crescimento e desenvolvimento auxiliando no tratamento de pacientes que apresentem discrepâncias esqueléticas^{2,3}.

Atualmente, a análise das radiografias de mão e punho é considerada como o método mais padronizado e utilizado para determinar a maturação esquelética em indivíduos, estimar a velocidade de crescimento e a proporção de crescimento restante, devido à quantidade de diferentes centros de ossificação presentes na região e a facilidade da técnica⁴⁻⁸. Segundo alguns autores, os métodos de determinação da maturação esquelética por meio dessas radiografias são os mais consagrados^{8,9}.

A análise da maturação esquelética por meio de radiografias de mão e punho pode ser realizada pela comparação com Atlas de imagens^{4,10} ou por processos que utilizam indicadores específicos que relacionam a maturação esquelética com a curva de crescimento puberal, como os métodos criados por Bowden e Fishman¹¹.

Embora os métodos de determinação da idade óssea, utilizando radiografias de mão e punho, têm sido os mais utilizados e confiáveis, estudos recentes têm mostrado métodos para determinar os estágios de maturação óssea com base na análise das vértebras cervicais. Esses métodos têm ganhado popularidade, pois evitam uma dose de radiação extra ao paciente, considerando que a análise das vértebras cervicais pode ser realizada nas radiografias cefalométricas laterais, as quais são comumente solicitadas para as documentações ortodônticas.

Estudos anteriores mostram correlações significativas¹²⁻¹⁵ entre os métodos de análise da maturação esquelética utilizando vértebras cervicais e ossos da mão e

punho, entretanto, é importante salientar que o uso de coeficientes de correlação (como os de Pearson e de Spearman) não consiste de método estatístico apropriado para avaliação de concordância e de reprodutibilidade entre métodos desta natureza^{16,17}.

É de fundamental importância que estudos na área da saúde se preocupem com a exatidão (a grau em que um valor observado concorda com o valor verdadeiro) e precisão (a extensão em que observações repetidas possuem o mesmo valor) das medidas efetuadas experimentalmente. A exatidão está relacionada com a validade da medida, ou seja, se o pesquisador está efetivamente medindo o que deseja medir. Para isso, deve-se comparar o resultado obtido pelo 'novo método' com o resultado de um método consagrado, denominado de padrão ouro (este último, idealmente, resultaria no valor real da medida). Por outro lado, a precisão relaciona-se com a consistência ou confiabilidade da medida, e pode ser avaliada em termos de repetitividade (do inglês, *repeatability, within-observer agreement*) e reprodutibilidade (do inglês, *reproducibility, between-method, between-observer agreement*). Em ambos os casos, a utilização de métodos estatísticos apropriados para abordar a questão é de fundamental importância para gerar conclusões adequadas.

A literatura disponível mostra que ainda são escassos os estudos que tenham abordado de maneira adequada a questão da validade e confiabilidade^{18,19} do método baseado nas imagens das vértebras e, portanto, ainda é necessário maior embasamento estatístico para se concluir sobre esse método.

2 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho são:

2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho será avaliar a confiabilidade e a concordância de dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar a repetitividade (intra-examinador) e a reprodutibilidade (inter-examinador) de dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais (Hassel e Farman¹³ e Baccetti et al.²¹).

Avaliar a concordância de dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais (Hassel e Farman¹³ e Baccetti et al.²¹) com o método baseado nas imagens radiográficas de mão e punho.

Comparar a precisão dos ortodontistas e dos radiologistas com relação à utilização destes métodos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Em 1959 Greulich e Pyle⁴ publicaram o primeiro estudo de determinação da maturação óssea realizando análises de radiografias de mão e punho dos gêneros masculino e feminino. Com isso, publicou um Atlas com as variações consideradas normais nas estruturas ósseas para cada idade e gênero. Esse trabalho é muito utilizado como modelo para pacientes em que se deseja definir idade óssea.

Também em 1959, Tanner e Whitehouse¹⁰ criaram um método para determinação da idade óssea com uso de radiografias de mão e punho. Esse método analisou 20 centros de ossificação e distribuiu escores a cada um para determinar a idade óssea em anos.

Bowden⁵ em 1976 descreveu uma abordagem gráfica para localizar um indivíduo na curva de crescimento utilizando como critério os ossos ulnar, rádio, carpal, metacarpal, falanges e sesamoide. Com isso, a velocidade de crescimento e a porcentagem de crescimento restante puderam ser estimados.

Fishman⁶ desenvolveu um sistema para determinar a maturação óssea no qual utilizou 4 estágios de maturação óssea e determinou 11 Indicadores de Maturação Esquelética (SMI), enquadrando todos os períodos de crescimento ósseo de um indivíduo. Os indicadores estão localizados em seis sítios anatômicos no polegar, terceiro dedo, quinto dedo e rádio. Este sistema forneceu gráficos e tabelas para estimar a porcentagem de crescimento relativo de um indivíduo, independentes de sua idade cronológica.

Lamparski²⁰ foi quem iniciou os estudos de maturação óssea com base no estudo das vértebras cervicais. Em 1972, publicou um estudo onde avaliou mudanças morfológicas nos corpos e na porção inferior das vértebras cervicais (C2-C6) e introduziu um método que classifica a Maturação das Vértebras Cervicais (CVM) em seis estágios de maturação óssea.

O'reilly e Yanniello¹² realizaram um estudo utilizando o método criado por Lamparski para avaliar a relação entre o crescimento mandibular e os estágios de maturação óssea pelas vértebras cervicais. Os resultados mostraram que existe

essa relação e que os estágios de maturação óssea de 1 a 3 ocorrem antes do pico de crescimento mandibular.

Em 1995, Hassel e Farman¹³ publicaram um novo estudo onde realizaram modificações no método desenvolvido por Lamparski²⁰ e criaram um novo método de Maturação das Vértebras Cervicais (CVM), avaliando as alterações das segunda, terceira e quarta vértebras cervicais (C2, C3 e C4), estabelecendo 6 estágios de maturação óssea, comparados com os estágios de maturação esquelética determinados por Fishman⁶. Os autores concluíram que mudanças no formato das vértebras (concauidade inferior e formato) podem determinar a maturidade esquelética e o potencial de crescimento residual.

Bacetti e et al.²¹ propuseram uma nova versão do método de Maturação das Vértebras Cervicais (CVM) para detecção do surto de crescimento puberal, com o objetivo de tornar o método mais simples e aplicável. Foram realizadas análises visuais e cefalométricas e foram desenvolvidos 6 Estágios de Maturação da Vértebra Cervical (CVMS), analisando as mudanças morfológicas nas vértebras cervicais C2, C3 e C4.

Em 2010, Litsas e Ari-Demirkaya⁷ realizaram estudos com o objetivo de comparar a relação entre CVMS e o Estágio de Maturação Esquelética pela Radiografia de Mão e Punho (HWSS). Para isso, foram utilizadas radiografias de mão e punho e radiografias cefalométricas laterais. Os estágios de maturação vertebral dos indivíduos foram avaliados nas 2^a, 3^a e 4^a vértebras cervicais e analisados pelo método CVMS desenvolvido por Baccetti et al.²¹. Para determinar o estágio de maturação esquelética da mão e punho foi utilizado o método desenvolvido por Bjork, Grave e Brown. Os resultados desse estudo revelaram que o método CVMS seria útil para detectar o período de pico, sendo fácil de ser registrado e reproduzido. Mais importante ainda, não requer a exposição de raios-x adicional às telerradiografias laterais de rotina. A comparação das três categorias (pré-pico, pico e pós-pico) de HWSS e CVMS revelou associação estatisticamente significativa entre os dois métodos para ambos os sexos.

Em 2010, Jaqueira et al.²² realizaram um estudo com o objetivo de analisar 3 métodos de avaliação da maturação esquelética pelas vértebras cervicais. Quatro examinadores determinaram, em radiografias cefalométricas laterais de 23

pacientes, os estágios de maturação esquelética segundo os métodos de Hassel e Farman¹³ e Baccetti et al.²¹. Os resultados mostraram boa aplicabilidade clínica para qualquer um dos métodos, entretanto, o método proposto por Baccetti et al. apresentou melhores resultados, seguido pelo método de Hassel e Farman.

Altan et al.²³, em 2011, realizaram um estudo com o objetivo de avaliar longitudinalmente o crescimento e desenvolvimento das vértebras cervicais. Radiografias cefalométricas laterais foram analisadas pelo método de Hassel e Farman¹³. Os estágios de maturação esquelética dos indivíduos foram avaliados nas 2ª, 3ª e 4ª vértebras cervicais (C2, C3 e C4). Os resultados indicaram que as vértebras cervicais mostram características morfológicas nos 6 estágios de maturação da vértebra cervical relacionadas com mudanças de crescimento e, deste modo, poderiam ser utilizadas como um método alternativo para determinar maturação esquelética.

Em 2012, Santiago et al.¹¹ realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de verificar a confiabilidade do método de Maturação das Vértebras Cervicais (CVM) para prever o estirão puberal. Para isso, foram avaliados estudos que analisavam qualitativamente e quantitativamente a acurácia e reprodutibilidade do método CVM na detecção do pico de crescimento puberal. A análise concluiu que embora os estudos mostrem alta correlação entre o método de determinação da maturação esquelética pelas vértebras cervicais e pela mão e punho, esses parâmetros ainda não seriam suficientes para determinar a validade do método CVM.

Pichai et al.²⁴ publicaram um estudo que comparou a maturação esquelética determinada pelas análises dos ossos da mão e punho e pelas análises das vértebras cervicais onde também foi avaliada a correlação entre 2 métodos que utilizam as vértebras cervicais. Radiografias de mão e punho e cefalométricas laterais de 72 pacientes, com idades entre 7 e 16 anos, foram analisadas pelos métodos de Baccetti et al.²¹ e Hassel e Farman¹³. Os resultados mostraram não haver diferenças significativas entre as análises de mão e punho e as análises de vértebras cervicais como também não entre as 2 análises de vértebras cervicais.

Em 2015, Cericato et al.⁸ realizaram uma revisão sistemática com o objetivo de analisar a correlação entre os métodos de maturação das vértebras cervicais, de Hassel e Farman¹³ e de Baccetti et al.²¹, e os métodos de maturação da mão e

punho. Concluíram que ambos os métodos de maturação das vértebras cervicais são confiáveis para substituir as radiografias de mão e punho na determinação do surto de crescimento puberal, apresentando melhores resultados para indivíduos do gênero feminino. Entretanto, os autores mostraram ausência de estudos longitudinais e questionaram a reprodutibilidade desses métodos, visto que os estudos não realizaram testes estatísticos inter examinadores.

Em 2015, Rongo et al.¹⁸ fizeram um estudo com o objetivo de avaliar se a experiência clínica interferia na reprodutibilidade de métodos de maturação esquelética que utilizem as vértebras cervicais. Para isso, 30 examinadores, divididos em 3 grupos de acordo com a experiência clínica, realizaram as análises de radiografias cefalométricas laterais de 15 indivíduos em dois momentos distintos utilizando o método de Baccetti et al.²¹. O estudo pode concluir que uma maior experiência clínica não significa uma melhor reprodutibilidade, já que os examinadores com menor experiência clínica apresentaram melhor reprodutibilidade.

Em 2018, Cunha et al.¹⁹ compararam a reprodutibilidade de análises da maturação esquelética utilizando radiografias de mão e punho e vértebras cervicais. Para esse estudo, seis ortodontistas realizaram análises com os métodos de Greulich e Pyle⁴ e Baccetti et al.²¹ em 3 momentos distintos e concluíram que ambos os métodos apresentaram boa reprodutibilidade intra e interexaminador.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O material e os métodos deste estudo são:

4.1 Delineamento Experimental

Trata-se de estudo observacional não analítico transversal. A amostragem adotada foi não probabilística, composta por radiografias cefalométricas laterais e de mão e punho. Dois ortodontistas (E1, E2), com pelo menos 2 anos de experiência clínica e dois radiologistas odontológicos (E3, E4), também com o mesmo tempo de experiência em interpretação de imagens radiográficas, participaram do estudo e executaram a interpretação das imagens que foram selecionadas. Um pesquisador independente (P1) foi responsável por selecionar as imagens, fornecer o treinamento específico de cada método, conduzir a aleatorização das imagens, previamente às análises, e tabular os dados.

Para o estudo de confiabilidade, imagens radiográficas das vértebras cervicais e da mão e punho de 40 indivíduos foram selecionadas aleatoriamente e interpretadas por todos os examinadores, em dois momentos distintos (duas semanas de descanso).

Uma vez atestada a calibração intra- e inter-examinadores, o estudo de concordância foi iniciado por meio da análise das imagens radiográficas das vértebras cervicais e da mão e punho dos 120 indivíduos, distribuídas aleatoriamente entre os quatro examinadores.

4.2 Seleção das Imagens Radiográficas

Após aprovação deste estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (ANEXO), foram selecionadas imagens radiográficas digitais cefalométricas laterais e de mão e punho de 120 indivíduos, com idades variando entre 6 a 18 anos, considerando o período retrospectivo entre agosto de 2016 a maio de 2014, pertencentes ao arquivo particular de uma clínica radiológica da cidade de Araraquara, São Paulo. Para garantir a inclusão de imagens de diferentes faixas etárias, foram selecionadas 20 imagens de cada faixa etária, conforme definido na Tabela 1.

Tabela 1 - Faixas etárias consideradas para seleção das imagens radiográficas

| Grupos | Idade | Indivíduos |
|--------|----------|------------|
| 1 | 6 - 8 | 20 |
| 2 | 8 - 10 | 20 |
| 3 | 10 - 12 | 20 |
| 4 | 12 - 14 | 20 |
| 5 | 14 - 16 | 20 |
| 6 | 16 - 18 | 20 |

Fonte: Elaboração própria.

Foram selecionadas as imagens radiográficas obtidas do mesmo indivíduo no mesmo dia, em única ocasião, pelo mesmo equipamento de raios-x (Sirona, Modelo Orthophos XG 3D Ready). Essas imagens radiográficas digitais, arquivadas em formato JPEG, foram interpretadas aleatoriamente por quatro examinadores, cegos com relação às variáveis, em um monitor de computador ajustado com resolução espacial de 1366 x 768 *pixels* e localizado em ambiente com pouca luminosidade.

4.3 Interpretação das Imagens

As imagens das vértebras cervicais foram interpretadas de acordo com os métodos desenvolvidos por Hassel e Farman¹³ e por Baccetti et al.²¹. Esses métodos avaliam presença ou ausência de concavidade na borda inferior das segunda, terceira e quarta vértebras cervicais (C2, C3 e C4) e mudanças no formato do corpo dessas vértebras e classificam os indivíduos em seis estágios de maturação óssea, como mostrado no Quadro 1. Previamente às análises, os examinadores receberam, simultaneamente, o treinamento apropriado para a

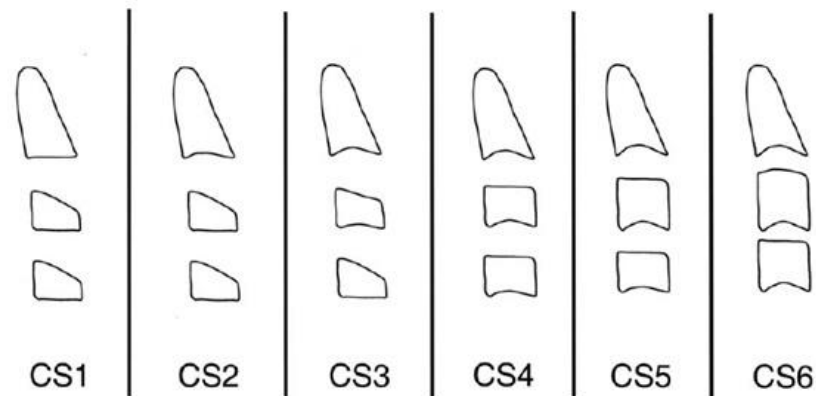
aplicação de ambos os métodos, com utilização de imagens, como mostrado nas Figuras 1 e 2.

Quadro 1 - Estágios de maturação óssea das vértebras cervicais

| Estágio | Hassel e Farman | Estágio | Baccetti et al. |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| CVM 1- Iniciação | Bordas inferiores da C2, C3 e C4 são planas. C3 e C4 são em forma de cunha, e as bordas superiores são afuniladas de posterior pra anterior. | CVMS 1 | Achatamento da borda inferior dos corpos das vértebras cervicais. Os corpos são trapezoidais na borda superior. |
| CVM 2- Aceleração | Concavidades das bordas inferiores da C2 e C3 começam a se desenvolver. Borda inferior da C4 permanece plana. Corpos da C3 e C4 são parecidas com forma retangular. | CVMS2 | A concavidade aparece na borda inferior da C2 e aumentam a altura da vertical anterior dos corpos. Os corpos são retangulares horizontais. |
| CVM 3-Transição | Nítidas concavidades são encontradas nas bordas inferiores das C2 e C3. A concavidade começa a se desenvolver na C4. Corpos da C3 e C4 tem forma retangular. | CVMS3 | Concavidade significante aparece na borda inferior da C3. |
| CVM 4- Desaceleração | Nítidas concavidades são encontradas nas bordas inferiores das C2, C3 e C4. Corpos da C3 e C4 começam a ser quadrangulares. | CVMS4 | A concavidade aparece na borda inferior da C4. Os corpos de todos as vértebras são retangulares. |
| CVM 5- Maturação | Concavidades bem marcadas nas bordas inferiores das C2, C3 e C4. Corpos da C3 e C4 são praticamente quadrangulares. | CVMS5 | As concavidades são bem definidas nas bordas inferiores das 6 vértebras cervicais, e os corpos são quase quadrangulares. |
| CVM 6- Finalização | Crescimento é considerado completo. Profundas concavidades nas bordas inferiores das C2, C3 e C4. Corpos das vértebras são maiores no sentido vertical do que horizontal. | CVMS6 | Ocorre um aumento de profundidade das concavidades de todos os corpos das vértebras cervicais. Os corpos são retangulares verticais. Não há mais crescimento. |

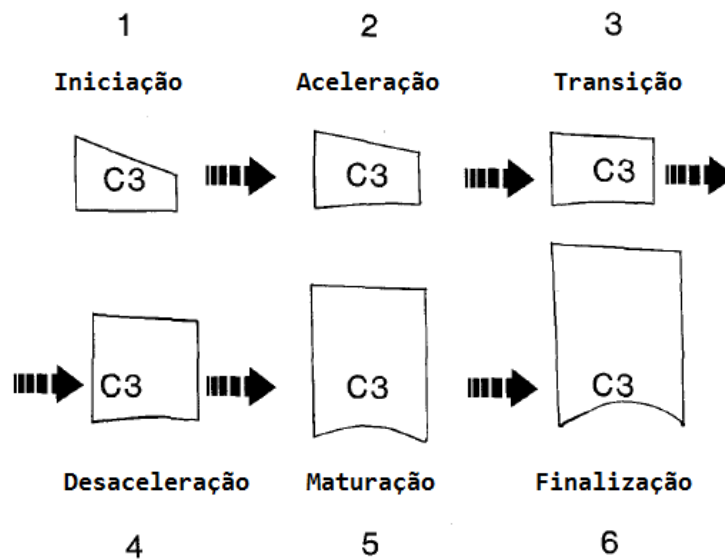
Fonte: Elaboração própria segundo métodos desenvolvidos por Hassel e Farman¹³ e por Baccetti et al.²¹

Figura 1 - Representação dos estágios de maturação das vértebras cervicais



Fonte: Baccetti et al.²¹

Figura 2 - Representação dos estágios de maturação das vértebras cervicais utilizando a C3 como guia

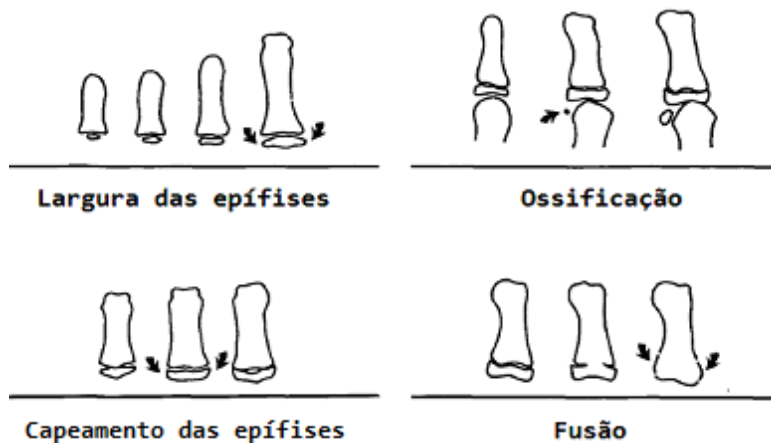


Fonte: Hassel e Farman¹³

Foram utilizadas como padrão ouro as imagens de mão e punho do mesmo paciente. Dessa forma, essas radiografias foram analisadas pelo método desenvolvido por Fishman⁶, que se baseia em 4 estágios de maturação em 6 sítios anatômicos localizados no polegar, terceiro dedo, quinto dedo e no osso rádio. São encontrados 11 distintos indicadores de maturação esquelética (SMI), como

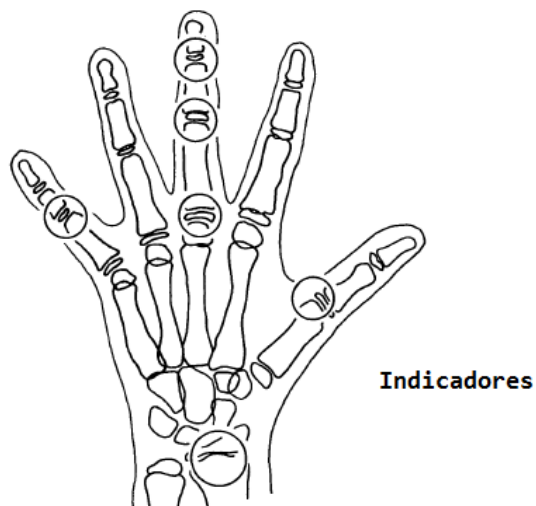
mostrado nas Figuras 3 e 4 e no Quadro 2. Segundo Hassel e Farman¹³ SMI 1 e 2 correspondem ao estágio 1 das análises das vértebras cervicais, SMI 3 e 4 correspondem ao estágio 2, SMI 5 e 6 correspondem ao estágio 3, SMI 7 e 8 correspondem ao estágio 4, SMI 9 e 10 correspondem ao estágio 5 e SMI 11 corresponde ao estágio 6.

Figura 3 - Estágios de ossificação segundo



Fonte: Fishman⁶

Figura 4 - Sítios anatômicos de maturação esquelética



Fonte: Fishman⁶

Quadro 2 - Indicadores de maturação esquelética da mão e punho segundo método desenvolvido por Fishman⁶

| Indicadores | Características |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
| SMI 1 | Falange proximal do terceiro dedo- epífise apresenta mesma largura da diáfise |
| SMI 2 | Falange média do terceiro dedo- epífise apresenta mesma largura da diáfise |
| SMI 3 | Falange média do quinto dedo- epífise apresenta mesma largura da diáfise |
| SMI 4 | Ossificação do osso sesamoide |
| SMI 5 | Falange distal do terceiro dedo- capeamento da epífise |
| SMI 6 | Falange média do terceiro dedo- capeamento da epífise |
| SMI 7 | Falange média do quinto dedo- capeamento da epífise |
| SMI 8 | Falange distal do terceiro dedo- fusão |
| SMI 9 | Falange proximal do terceiro dedo- fusão |
| SMI 10 | Falange média do terceiro dedo- fusão |
| SMI 11 | Fusão do osso Radio |

Fonte: Elaboração própria segundo método desenvolvido por Fishman⁶

4. 4 Análises Estatísticas

Os dados obtidos foram tabulados e submetidos à análise descritiva. Para a análise da repetitividade intra-observador, foi utilizada estatística Kappa com ponderação linear, seguida do cálculo dos intervalos de confiança (95%). A análise da reprodutibilidade inter-examinador foi conduzida pelo mesmo método (de forma dois a dois E1xE2; E1xE3; E1x E4; E2xE3; E2xE4; E3xE4) e pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse. Os valores de κ obtidos foram interpretados segundo a proposta de Landis e Koch²⁵, enquanto que os valores de CCI seguiram a classificação de Fermanian²⁶.

Para avaliar a concordância de cada um dos métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais com o método baseado nas imagens radiográficas de mão e punho, foi utilizada estatística Kappa com ponderação linear, seguida do cálculo dos intervalos de confiança (95%). Essa análise foi realizada para avaliar a concordância entre os métodos obtida para os radiologistas e para os ortodontistas de forma independente. Os valores de κ obtidos foram interpretados segundo a proposta de Landis e Koch²⁵.

5 RESULTADOS

Os resultados da análise intra-examinador (Tabela 2) indicaram calibração “quase perfeita” para os quatro examinadores ($\kappa > 0,81$), em todos os métodos de análise. É importante notar que cerca de 81% dos casos mostrou limites inferiores dos intervalos de confiança acima de 0,81. Assim, a repetitividade foi considerada adequada e prosseguiu-se com a análise de reprodutibilidade inter-examinador.

Na análise inter-examinador (Tabela 3) os resultados mostraram concordância “quase perfeita” para todos os cruzamentos dois a dois dos examinadores ($\kappa \geq 0,81$), com exceção do E1xE3 nos métodos VC1 e VC2 e do E2xE3 no método VC2, que indicou calibração substancial ($\kappa = 0,80$ nos três casos). Os limites inferiores dos intervalos de confiança estiveram todos acima de 0,71.

Os valores de CCI para reprodutibilidade inter-examinadores (Tabela 4) também confirmam a adequada calibração entre os quatro examinadores uma vez que os limites inferiores de todos os intervalos de confiança mostraram valores iguais ou acima de 0,91, considerado “excelente”. Dessa forma os pesquisadores E1, E2, E3 e E4 foram considerados aptos para realização das avaliações de maturação óssea por todos os métodos propostos.

Tabela 2 - Valores pontuais da estatística Kappa com ponderação linear (κ_{pl}) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para repetitividade intra-examinador segundo o método de classificação dos estágios de maturação óssea. Araraquara, 2017

| Examinador | VC1 | | VC2 | | C | | CC | |
|------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|---------------|-------------------|
| | κ_{pl} | IC _{95%} | κ_{pl} | IC _{95%} | κ_{pl} | IC _{95%} | κ_{pl} | IC _{95%} |
| E1 | 0,96 | 0,91 | 0,86 | 0,78 | 0,96 | 0,91 | 0,96 | 0,92 |
| E2 | 0,99 | 0,96 | 0,90 | 0,82 | 0,98 | 0,95 | 0,99 | 0,96 |
| E3 | 0,88 | 0,80 | 0,84 | 0,74 | 0,97 | 0,94 | 0,96 | 0,92 |
| E4 | 0,93 | 0,86 | 0,93 | 0,86 | 0,97 | 0,93 | 0,96 | 0,92 |

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

C: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶.

CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 3 - Valores pontuais da estatística Kappa com ponderação linear (κ_{pl}) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para reprodutibilidade inter-examinador segundo o método de classificação dos estágios de maturação óssea. Araraquara, 2017

| Medida | Examinador | κ_{pl} | IC _{95%} |
|--------|------------|---------------|-------------------|
| VC1 | E1 x E2 | 0,88 | 0,81 0,96 |
| | E1 x E3 | 0,80 | 0,71 0,90 |
| | E1 x E4 | 0,85 | 0,77 0,94 |
| | E2 x E3 | 0,87 | 0,79 0,95 |
| | E2 x E4 | 0,94 | 0,89 1,00 |
| | E3 x E4 | 0,87 | 0,79 0,95 |
| VC2 | E1 x E2 | 0,88 | 0,80 0,96 |
| | E1 x E3 | 0,80 | 0,71 0,90 |
| | E1 x E4 | 0,85 | 0,76 0,94 |
| | E2 x E3 | 0,80 | 0,71 0,90 |
| | E2 x E4 | 0,94 | 0,88 1,00 |
| | E3 x E4 | 0,81 | 0,71 0,90 |
| C | E1 x E2 | 0,92 | 0,80 0,96 |
| | E1 x E3 | 0,95 | 0,71 0,90 |
| | E1 x E4 | 0,95 | 0,76 0,94 |
| | E2 x E3 | 0,96 | 0,71 0,90 |
| | E2 x E4 | 0,96 | 0,88 1,00 |
| | E3 x E4 | 0,95 | 0,71 0,90 |
| CC | E1 x E2 | 0,94 | 0,89 0,99 |
| | E1 x E3 | 0,96 | 0,92 1,00 |
| | E1 x E4 | 0,95 | 0,91 1,00 |
| | E2 x E3 | 0,95 | 0,91 1,00 |
| | E2 x E4 | 0,99 | 0,96 1,00 |
| | E3 x E4 | 0,96 | 0,92 1,00 |

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

C: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶.

CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 4 - Valores pontuais do Coeficiente de Correlação Intraclasse (CCI) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para reprodutibilidade inter-examinador segundo o método de classificação dos estágios de maturação óssea. Araraquara, 2017

| Medida | CCI | IC _{95%} |
|--------|------|-------------------|
| VC1 | 0,95 | 0,92 H 0,97 |
| VC2 | 0,94 | 0,91 H 0,97 |
| C | 0,99 | 0,99 H 1,00 |
| CC | 0,99 | 0,98 H 0,99 |

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

C: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶.

CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³.

Fonte: Elaboração própria.

Os resultados da análise de descritiva para os ortodontistas podem ser vistos na Tabela 5. A proporção total de diagnósticos concordantes (acurácia) obtida para os métodos VC1 e VC2 foi de 42% e 50%, respectivamente. Ao se considerar a análise de Kappa com ponderação linear (Tabela 6), percebe-se que, apenas para o método VC1, todo o IC_{95%} esteve dentro da classificação “substancial” ($\kappa \geq 0,61$). Dessa forma, é possível supor que apesar do método VC2 apresentar maior proporção absoluta de acertos, o mesmo método levou a discordâncias mais severas. Um resultado similar foi observado para os radiologistas (Tabela 6 e 7). A proporção absoluta de acertos foi de 42% e 40% para VC1 e VC2, respectivamente, mas apenas o método VC1 mostrou valores pontuais e IC_{95%} da estatística Kappa considerados ‘substanciais’. Apesar desses resultados, é importante ressaltar que houve cruzamento de todos os IC_{95%}, sugerindo que a diferença na concordância atingida pelos diferentes métodos (VC1 e VC2) e pelos diferentes profissionais não seja significativa.

Ao analisarmos separadamente o resultado de cada um dos profissionais que atuaram como examinadores, podemos verificar que a diferença entre os valores de kappa não foi significativa (Figura 5). Além disso, apesar dos valores pontuais de kappa terem sido superiores para o método VC1, o cruzamento dos IC_{95%} indica ausência de significância estatística entre os dois métodos. Esse resultado foi confirmado pelos altos valores de concordância obtidos entre os métodos VC1 e VC2, para todos os examinadores (Tabela 8).

Tabela 5 - Estágios de maturação esquelética segundo dois métodos de classificação utilizados por ortodontistas. Araraquara, 2017

| Método | CC | | | | | | Total |
|--------------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| VC1 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| | 2 | 25 | 10 | 0 | 0 | 0 | 35 |
| | 3 | 2 | 7 | 2 | 9 | 0 | 20 |
| | 4 | 0 | 0 | 6 | 10 | 4 | 20 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10 | 25 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 |
| VC2 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 |
| | 2 | 20 | 11 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| | 3 | 8 | 0 | 1 | 5 | 0 | 14 |
| | 4 | 0 | 6 | 5 | 14 | 0 | 25 |
| | 5 | 0 | 0 | 2 | 6 | 16 | 32 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Total | 36 | 17 | 8 | 25 | 16 | 18 | 120 |

CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³.

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 - Valores pontuais da estatística Kappa com ponderação linear (κ_{pl}) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para análise de concordância de dois métodos para determinação da maturação esquelética em relação ao método que utiliza imagens de mão e punho. Araraquara, 2017

| Profissional | Método | Concordância | |
|---------------|--------|---------------|-------------------|
| | | κ_{pl} | IC _{95%} |
| Ortodontistas | VC1 | 0,691 | 0,637 0,745 |
| | VC2 | 0,675 | 0,607 0,743 |
| Radiologistas | VC1 | 0,684 | 0,625 0,742 |
| | VC2 | 0,651 | 0,587 0,716 |

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 7 - Estágios de maturação esquelética segundo dois métodos de classificação utilizados por radiologistas. Araraquara, 2017

| Método | CC | | | | | | Total |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | |
| VC1 | 1 | 11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 11 |
| | 2 | 23 | 7 | 0 | 0 | 0 | 30 |
| | 3 | 4 | 8 | 4 | 9 | 0 | 25 |
| | 4 | 0 | 0 | 8 | 6 | 4 | 18 |
| | 5 | 0 | 0 | 0 | 6 | 12 | 26 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| VC2 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| | 2 | 28 | 6 | 0 | 0 | 0 | 34 |
| | 3 | 4 | 6 | 1 | 7 | 0 | 18 |
| | 4 | 0 | 1 | 10 | 9 | 0 | 20 |
| | 5 | 0 | 2 | 1 | 5 | 16 | 32 |
| | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Total | 38 | 15 | 12 | 21 | 16 | 18 | 120 |

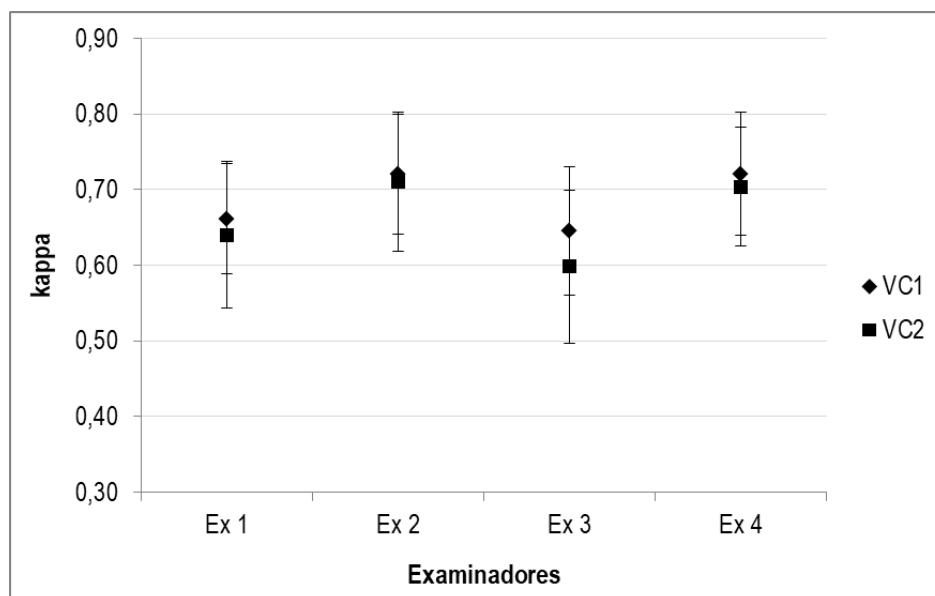
CC: Método que utiliza imagens de mão e punho desenvolvido por Fishman⁶ mas com a correspondência dos estágios para o método de Hassel e Farman¹³.

VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³.

VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

Fonte: Elaboração própria.

Figura 5 - Valores pontuais da estatística Kappa com ponderação linear (κ_{pi}) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para análise de concordância de dois métodos para determinação da maturação esquelética em relação ao método que utiliza imagens de mão e punho. Araraquara, 2017



Ex 1 e Ex 2: Examinadores ortodontistas; EX3 e Ex 4: examinadores radiologistas;
 VC1: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Hassel e Farman¹³;
 VC2: Método que utiliza imagens das vértebras cervicais proposto por Baccetti et al.²¹.

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 8 - Valores pontuais da estatística Kappa com ponderação linear (κ_{pl}) e respectivos Intervalos de Confiança (95%) obtidos para análise de concordância entre os dois métodos para determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais (VC1 x VC2; VC1: proposto por Hassel e Farman; VC2: proposto por Baccetti et al.). Araraquara, 2017

| Profissional | Concordância | |
|--------------------------------|---------------|-------------------|
| | κ_{pl} | IC _{95%} |
| Ex 1 | 0,805 | 0,723 0,887 |
| Ex 2 | 0,914 | 0,861 0,967 |
| Ex 1 e 2 (Ortodontistas Geral) | 0,862 | 0,813 0,910 |
| Ex 3 | 0,812 | 0,724 0,899 |
| Ex 4 | 0,866 | 0,798 0,935 |
| Ex 3 e 4 (Radiologistas Geral) | 0,841 | 0,786 0,896 |

Ex 1 e Ex 2: Examinadores ortodontistas;
 EX3 e Ex 4: examinadores radiologistas;

Fonte: Elaboração própria.

6 DISCUSSÃO

Os resultados de repetitividade e reprodutibilidade deste presente estudo mostraram excelente calibração dos examinadores (Tabela 2, 3 e 4). Apesar do examinador 3 (radiologista) ter apresentado maior discordância nos resultados, essa não foi significativa e todos os examinadores foram considerados aptos e confiáveis para realizar as análises de maturação óssea com todos os métodos propostos. Diferente do nosso estudo, Rongo et al.¹⁸ não encontraram resultados adequados de repetitividade (intra-) e reprodutibilidade (inter) dos examinadores, sugerindo que o uso exclusivo das análises das vértebras cervicais não seja suficiente para determinação da maturação esquelética, podendo afetar a decisão clínica. Entretanto, diferente da nossa pesquisa, o estudo destes autores não promoveu a calibração dos seus examinadores. Em uma revisão sistemática de literatura, Cericato et al.⁸ mostraram que a questão da reprodutibilidade de métodos que avaliaram a maturação óssea com base nas vértebras cervicais ainda não foi adequadamente estudada e que os estudos anteriores que avaliaram a validade desses métodos utilizaram testes estatísticos inadequados.

O nosso presente estudo mostrou excelentes resultados de repetitividade e reprodutibilidade com todos os métodos, sugerindo uma alta confiabilidade. Resultados inferiores foram encontrados por Cunha et al.¹⁹, onde mostraram apenas boa repetitividade e reprodutibilidade com o método de Baccetti et al.²¹ É importante salientar que o nosso estudo, diferente deste último, utilizou uma amostra maior que incluísse todos os estágios de determinação da maturação esquelética.

Nas análises descritivas para os ortodontistas (Tabela 5) e radiologistas (Tabela 7), foi possível observar que os valores mais discordantes se localizaram nos estágios mais intermediários de maturação esquelética, enquanto os estágios inicial e final apresentaram valores maiores de concordância. O estágio inicial apresentou concordância total para ortodontistas e radiologistas, enquanto o estágio final apresentou pequena discordância somente para VC1 quando realizada pelos ortodontistas. Concordando com nosso estudo, Perinetti et al.²⁷ encontraram maiores discordâncias nas classificações do método de Baccetti et al.²¹ nos estágios 4 e 5. Ambos examinadores do nosso estudo, radiologistas e ortodontistas, alegaram dificuldades na determinação dos estágios intermediários nos métodos

VC1 e VC2, entretanto não encontraram essa mesma dificuldade nas análises do método que utiliza imagens radiográficas da mão e punho. Essa diferença pode ser justificada pelo maior número de estágios nesse último método e pela maior quantidade de diferentes centros de ossificação presentes na região^{7,8}. Além disso, todos os examinadores, em nosso presente estudo, relataram uma maior dificuldade devido à menor familiaridade com os métodos de VC1 e VC2, o que concorda com Rongo et al.¹⁸, quando mostrou que a familiaridade com o método VC2 teve influência em seus resultados.

Ao se analisar os diagnósticos concordantes (Tabela 5 e 7), foi possível observar que a proporção absoluta de acertos para VC2 foi maior para os ortodontistas, enquanto para VC1 foi maior para os radiologistas. Foi possível observar, também, que somente o método VC1 apresentou valores pontuais e IC_{95%} da estatística Kappa considerados “substanciais” (Tabela 6). Entretanto, essas diferenças de concordância não são consideradas significativas já que houve cruzamento de todos os IC_{95%}. Além disso, observa-se que os resultados de concordância obtidos pelos métodos VC1 e VC2 foram bem próximos. Estes resultados já eram esperados considerando o fato de que estes dois métodos são originários do método de Lamparski²⁰ e apresentam pequenas diferenças entre seus estágios⁸.

Ao se analisar separadamente cada um dos examinadores em relação ao método que utiliza imagens radiográficas de mão e punho (Figura 5), não foi possível encontrar nenhuma diferença estatística significativa, embora os valores pontuais de kappa de VC1 tenham sido maiores quando comparados aos valores de VC2. Além disso, todos os examinadores apresentaram altos valores de concordância entre os métodos VC1 e VC2 (Tabela 8), confirmando a semelhança de confiabilidade destes dois métodos e, também, que os examinadores das duas especialidades odontológicas, ortodontistas e radiologistas, os interpretam com a mesma precisão. Até onde conhecemos, não há estudos anteriores que tenham investigado a diferença com relação a examinadores de especialidades distintas.

Embora VC1 e VC2 tenham apresentado concordância substancial com o método que utiliza imagens radiográficas da mão e punho, é importante salientar que este estudo não avaliou adequadamente a questão da exatidão, devido à falta

de um padrão-ouro verdadeiro. Sendo assim, mais estudos são necessários para a validação desses métodos.

7 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados desse estudo é possível concluir que os dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais (Hassel e Farman¹³ e Baccetti et al.²¹) são confiáveis, pois apresentaram excelente repetitividade e reprodutibilidade. Estes dois métodos apresentaram concordância substancial com o método que utiliza imagens radiográficas da mão e punho e, além disso, ortodontistas e radiologistas os interpretaram com a mesma precisão.

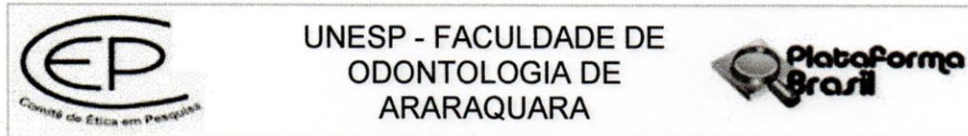
REFERÊNCIAS*

1. Flores-Mir C, Nebbe B, Major PW. Use of skeletal maturation based on hand-wrist radiographic analysis as a predictor of facial growth: a systematic review. *Angle Orthod.* 2004; 74(1): 118-24.
2. Heinrich UE. Clinical significance of bone age estimation. *Radiologe.* 1986; 26(1): 212-5.
3. Santiago RC, Cost LFM, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012; 82(6):1123-31.
4. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2nd ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.
5. Bowden BD. Epiphyseal changes in the hand/wrist area as indicator of adolescent stage. *Aust Orthod J.* 1976; 4(3):87-104.
6. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982; 52(2):88-112.
7. Litsas G, Ari-Demirkay A. Growth indicators in orthodontic patients. Part 2: Comparison of cervical bone age to hand-wrist skeletal age. Relationship with chronological age. *Eur J Paediatr Dent.* 2010; 11(4):176-80.
8. Cericato GO, Bittencourt MA, Paranhos LR. Validity of the assessment method of skeletal maturation by cervical vertebrae: a systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015; 44(4): 20140270.
9. Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparison of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Angle Orthod.* 2005; 76(6):984-9.
10. Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 Method). London: Academic Press; 1983.
11. Santiago RC, Costa LFM, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012; 82(6):1123-31.
12. O'Reilly TM, Gary YJ. Mandibular growth changes and maturation of Cervical Vertebrae: a longitudinal cephalometric study. *Angle Orthod.* 1988; 58(2): 179-84.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: [wwwhttp://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-marco2015](http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-marco2015).

13. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1995; 107(1): 55-66.
14. Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2000; 118(3):335-40.
15. Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod.* 2006; 76(1):1-5.
16. Watson PF, Petrie A. Method agreement analysis: a review of correct methodology. *Theriogenology* 2010; 73(9):1167-79.
17. Bland JM, Altman DG. Statistical methods for assessing agreement between two methods of clinical measurement. *Lancet.* 1986; 1(8476):307-10.
18. Rongo R, Valleta R, Bucci R, Bonetti GA, Michelotti A, D'Antò V. Does clinical experience affect the reproducibility of cervical vertebrae maturation method? *Angle Orthod.* 2015; 85(5): 841-7.
19. Cunha AC, Cevidanes LHS, Sant'Anna EF, Guedes FR, Luiz RR, McNamara JA, et al. Staging hand-wrist and cervical vertebrae images: a comparison of reproducibility. *Dentomaxillofac Radiol.* 2018; 47: 20170301.
20. Lamparski D. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [Master's Thesis]. Pittsburg: University of Pittsburg;1972.
21. Baccetti T, Franchi L, James A, McNamara Jr. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod.* 2005; 11(3): 119-29.
22. Jaqueira LM, Armond MC, Pereira LJ, Alcântara CE, Marques LS. Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res.* 2010; 24(4): 433-7.
23. Altan M, Nebioğlu Dalci Ö, İseri H. Growth of the cervical vertebrae in girls from 8 to 17 years. A longitudinal study. *Eur J Orthod.* 2011; 34(3): 327-34.
24. Pichai S, Rajesh M, Reddy N, Adusumilli G, Reddy J, Joshi B. A comparison of hand wrist bone analysis with two different cervical vertebral analysis in measuring skeletal maturation. *J Int Oral Health.* 2014; 6(5): 36–41.
25. Landis JR, Koch CG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics,* 1977; 33: 159-74.
26. Fermanian J. Measure de l'accord entre deux juges: cas quantitatif. *Rev Epidem Sante Publ.* 1984; 32: 408-13.
27. Perinetti G, Caprioglio A, Contardo L. Visual assessment of the cervical vertebral maturation stages: A study of diagnostic accuracy and repeatability. *Angle Orthod.* 2014; 84(6):951-6.

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Confiabilidade de dois métodos radiográficos para determinação da maturação esquelética por meio de imagens das vértebras cervicais e concordância com imagens de mão e punho.

Pesquisador: Guilherme Monteiro Tosoni

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 61303616.5.0000.5416

Instituição Proponente: Faculdade de Odontologia de Araraquara - UNESP

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.854.769

Apresentação do Projeto:

O objetivo deste estudo será avaliar a confiabilidade de dois métodos radiográficos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais e a concordância com o método baseado nas imagens radiográficas de mão e punho. Para isso, serão analisadas imagens radiográficas digitais cefalométricas laterais e de mão e punho de 120 indivíduos, com idades variando entre 6 e 18 anos providas do arquivo da Clínica de Radiologia Aradoc (Araraquara).

Objetivo da Pesquisa:

O objetivo deste trabalho será avaliar a confiabilidade e a concordância de dois métodos de determinação da maturação esquelética das vértebras cervicais.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os riscos neste estudo podem ser considerados mínimos, pois serão utilizadas informações e imagens radiográficas já existentes em arquivo. Dentre estes riscos, existe a possibilidade da quebra de sigilo dos indivíduos da pesquisa, entretanto, como forma para minimizá-los, os pesquisadores envolvidos no projeto respeitarão a confidencialidade dos dados garantindo que estes sejam utilizados apenas com codificação numérica.

Benefícios: O benefício na determinação da maturação esquelética por meio de imagens das

Endereço: HUMAITA 1680

Bairro: CENTRO

CEP: 14.801-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: (16)3301-6459

E-mail: cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 1.854.769

vértebras cervicais é evitar uma dose de radiação extra ao paciente, considerando que a análise das vértebras cervicais pode ser realizada nas radiografias cefalométricas laterais, as quais são comumente solicitadas para as documentações ortodônticas.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Com a concordância dos métodos, não será necessária realização de radiografias dos punhos, o que trará economia e radiação desnecessária.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Os termos necessários foram apresentados. Termo de autorização do uso da documentação da clínica de radiografia fornecido pelo responsável e termo de dispensa do TCLE, justificando uso de arquivo e se comprometendo a manter sigilo sobre a identificação dos pacientes.

Recomendações:

No parecer anterior foi solicitado: "Acrescentar no protocolo da Plataforma Brasil, os possíveis riscos da pesquisa e incluir quais as medidas que serão adotadas para minimizá-los." O pesquisador já realizou a adequação dos riscos.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Todas as solicitações foram devidamente atendidas.

Considerações Finais a critério do CEP:

Atendidas pendências de reunião, considero APROVADO o protocolo.

O pesquisador deverá encaminhar relatórios parciais a cada 01 (um) ano até o prazo final da pesquisa, quando deverá encaminhar o relatório final.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

| Tipo Documento | Arquivo | Postagem | Autor | Situação |
|-------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------|-----------------------|----------|
| Informações Básicas do Projeto | PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_794176.pdf | 07/12/2016 08:52:23 | | Aceito |
| Projeto Detalhado / Brochura Investigador | projeto_detalhado.pdf | 19/10/2016 20:14:01 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| Outros | 1.pdf | 19/10/2016 13:03:54 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| Outros | 6.pdf | 19/10/2016 13:00:15 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| Declaração de Pesquisadores | 5.pdf | 19/10/2016 12:58:46 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |

Endereço: HUMAITA 1680

Bairro: CENTRO

CEP: 14.801-903

UF: SP

Município: ARARAQUARA

Telefone: (16)3301-6459

E-mail: cep@foar.unesp.br



Continuação do Parecer: 1.854.769

| | | | | |
|-----------------------------------------------------------|---------------------|------------------------|--------------------------|--------|
| Declaração de Pesquisadores | 2.pdf | 19/10/2016 12:57:58 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência | 4.pdf | 19/10/2016 12:57:26 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| Orçamento | 3.pdf | 19/10/2016 12:56:39 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |
| Folha de Rosto | folha_de_rosto1.pdf | 19/10/2016 12:55:32 | JULIANA FERREIRA LIMA | Aceito |

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

ARARAQUARA, 07 de Dezembro de 2016

Assinado por:
Andréa Gonçalves
(Coordenador)

Endereço: HUMAITA 1680

Bairro: CENTRO

UF: SP

Telefone: (16)3301-6459

Município: ARARAQUARA

CEP: 14.801-903

E-mail: cep@foar.unesp.br

Não autorizo a reprodução deste trabalho por um período de dois anos.

(Direitos de publicação reservado ao autor)

Araraquara, 17 de maio de 2018.

Juliana Ferreira Lima