



**SILAS HENRIQUE RABELO DE LIMA**

**“ESTIMATIVA DE IDADE ÓSSEA E CRONOLÓGICA:  
COMPARAÇÃO ENTRE AS VÉRTEBRAS  
CERVICAIS E A REGIÃO DA MÃO E PUNHO.”**

**PIRACICABA  
2013**





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA**

**SILAS HENRIQUE RABELO DE LIMA**

**“ESTIMATIVA DE IDADE ÓSSEA E CRONOLÓGICA:  
COMPARAÇÃO ENTRE AS VÉRTEBRAS  
CERVICAIS E A REGIÃO DA MÃO E PUNHO.”**

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Daruge Júnior

DISSERTAÇÃO APRESENTADA À FACULDADE DE  
ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE CAMPINAS PARA A OBTENÇÃO DE  
TÍTULO DE MESTRE EM BIOLOGIA BUCO-DENTAL,  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO DE ODONTOLOGIA  
LEGAL E DEONTOLOGIA.

Este exemplar corresponde à versão final da  
Dissertação defendida pelo aluno Silas  
Henrique Rabelo de Lima, e orientada pelo  
Prof. Dr. Eduardo Daruge Júnior.

Assinatura do orientador

---

**PIRACICABA  
2013**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR  
JOSIDELMA F COSTA DE SOUZA – CRB8/5894 - BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

L628e Lima, Silas Henrique Rabelo de, 1974-  
Estimativa de idade óssea e cronológica: comparação entre  
as vértebras cervicais e a região de mão e punho / Silas  
Henrique Rabelo de Lima. -- Piracicaba, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Eduardo Daruge Júnior.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Desenvolvimento ósseo. 2. Odontologia legal. 3.  
Radiografia. 4. Crescimento. 5. Ortodontia. I. Daruge Júnior,  
Eduardo, 1960- II. Universidade Estadual de Campinas.  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para a Biblioteca Digital

**Título em Inglês:** Estimation of bone age and chronological: comparison  
between the cervical vertebrae and hand-wrist region

**Palavras-chave em Inglês:**

Bone development

Forensic dentistry

Radiography

Growth

Orthodontics

**Área de concentração:** Odontologia Legal e Deontologia

**Titulação:** Mestre em Biologia Buco-Dental

**Banca examinadora:**

Eduardo Daruge Júnior [Orientador]

Marcelo Corrêa Alves

Dagmar de Paula Queluz

**Data da defesa:** 12-04-2013

**Programa de Pós-Graduação:** Biologia Buco-Dental



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ODONTOLIGIA DE PIRACICABA



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 12 de Abril de 2013, considerou o candidato SILAS HENRIQUE RABELO DE LIMA aprovado.

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Eduardo Daruge Junior".

---

Prof. Dr. EDUARDO DARUGE JUNIOR

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Marcelo Corrêa Alves".

---

Prof. Dr. MARCELO CORRÊA ALVES

A handwritten signature in blue ink, appearing to be "Dagmar de Paula Queluz".

---

Profa. Dra. DAGMAR DE PAULA QUELUZ

Dedico este trabalho à minha esposa **Queila** e a minha filha **Dária Luíza** por suportar os momentos de minha ausência durante todo o caminho deste curso.

**Este trabalho ainda é Dedicado:**

Aos meus pais, **HOMERO E CLARET**, que muito se esforçaram para deixar a mim e a meus irmãos a maiores heranças que os pais podem deixar a seus filhos, uma formação, o estudo, uma profissão.

Ao grande Mestre **DR. EDUARDO DARUGE**. Olhar terno, mansos gestos, firmeza e conhecimento nas palavras. Mestre que me deu a oportunidade de participar de um livro de sua autoria. Mestre que me abriu novos horizontes.

Ao professor **DR. EDUARDO DARUGE JÚNIOR**, meu orientador neste trabalho e em todo curso. Sou extremamente agradecido a ele pela oportunidade que me concedeu de conviver com grandes pessoas, fazer novos amigos e crescer profissionalmente.

Ao amigo **EDUARDO DE NOVAES BENEDICTO**. Não poderia ser diferente. Dedico sim, este trabalho ao amigo que muito me auxiliou durante toda esta jornada. Esteve sempre presente, nas mais variadas situações, nas maiores dificuldades. Sou eternamente grato por tê-lo como **AMIGO**.

Aos meus irmãos **TACIANA E THIAGO**, pessoas muito importantes durante toda a minha formação.

À minha sogra **LAUDELINA**, que muito auxiliou e cuidou de minha esposa e filha durante os períodos de ausência devido ao curso.

À minha afilhada **ANA CLARA**, e minhas sobrinhas, **MARIA EDUARDA E JÚLIA**.

Aos meus cunhados **HEIDI, OSVALDO, GRÉDISTA, ÉRICA, HENRIQUE E DIEGO**, que sempre torceram pela minha vitória.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a **DEUS** e à **VIRGEM MARIA** pela oportunidade e força de estar aqui cumprindo esta etapa.

À **FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA** da Universidade Estadual de Campinas pela oportunidade de crescimento profissional.

Ao Professor **DR. JACKS JORGE JÚNIOR**, pela ajuda durante o processo de aprovação no CEP.

Ao Professor **DR. MARCELO CORRÊA ALVES** pela realização e interpretação estatística.

Ao Professor **DR. FRANCISCO HAITER NETO**, pela sua disponibilidade de orientação neste trabalho.

A Professora **DRA. DAGMAR DE PAULA QUELUZ**, pela ajuda e na correção e aperfeiçoamento da estrutura deste trabalho.

Ao Professor **DR. LUIZ FRANCESQUINI JÚNIOR**, pela ajuda desde o período do curso de especialização até a conclusão deste mestrado.

Ao grande amigo **RODRIGO IVO MATOSO**, pessoa que sempre somou aos meus conhecimentos e foi muito companheiro e **AMIGO** durante todo o período que estive no mestrado.

Ao amigo **LEONARDO SORIANO DE MELO SANTOS**, que muito me ensinou o que é ter persistência e paciência nas divergências encontradas durante o caminho. Grande amigo e companheiro.

Ao amigo **RAFAEL ARAÚJO**, pessoa de boas atitudes, sempre prestativo e companheiro. Gostaria de ter tido mais tempo de convivência. Com ele, o trio Silas, Matoso, e Eduardo, passariam a quarteto.

Aos amigos **DANIEL BRAGANÇA, MÁRIO MARQUES FERNANDES e RACHEL TINOCO**, amigos que me incentivaram e ajudaram a fazer esta caminhada no mestrado.

Agradeço a **DONA SAMIRA NAHASS**, competente educadora que muito contribuiu na correção deste trabalho.

A todos os amigos que fiz durante todo o período do curso e, em Piracicaba, em especial, **Andréa Carro, Bruna Rondon, Dario Gentil, Denise Rabelo, Eduardo Rosa, Fábio Delwing, Flávia Monteiro, Flávia Rosa, Geraldo, Laíse Lima, Loíse Barbieri, Natasha Salomão, Rhonan Silva, Sarah Teixeira, Sólon, Rafael Araújo, Renato Augusto Lourenço Fávaro, Viviane Moura, Tassiana Maciel.**

Agradeço ainda aquelas pessoas que não conheci, mas que seus corpos, inteiros ou em partes, contribuíram para meu crescimento profissional.

“Fica sempre um pouco  
de perfume nas mãos  
que oferecem rosas”

Trecho da música “Fica Sempre” de Alberto  
Costa

## RESUMO

A estimativa da idade cronológica (IC) e idade óssea (IO) tem sua importância nos casos forenses e clínicos. O objetivo deste estudo foi comparar a estimativa de idade, obtida pelo desenvolvimento ósseo das vértebras cervicais, em relação à estimativa de idade obtida pelo desenvolvimento ósseo da região da mão e punho, usando três métodos carpais. A amostra foi composta de telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais, realizadas na mesma data, de 288 indivíduos, selecionados de um total de 500 inicialmente, pertencentes aos arquivos da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Unicamp (Brasil). A referida amostra constou de 132 indivíduos do sexo feminino, com idade entre 10 e 16 anos, e 156 indivíduos do sexo masculino, com idade entre 11 e 16 anos. As vértebras cervicais foram classificadas segundo os estágios vertebrais (EVs) proposto por Hassel & Farman (1995), de uma forma modificada. Foram analisadas separadamente as bordas inferiores das vértebras cervicais CII, CIII e CIV, obtendo-se a média, e, em seguida, análise dos corpos vertebrais das vértebras CIII e CIV, obtendo-se a média, pelo mesmo método. O estágio vertebral correspondente foi obtido fazendo-se a média entre a média das bordas inferiores e a média dos corpos vertebrais. As radiografias carpais foram analisadas pelos métodos carpais Greulich & Pyle (GP), Tanner et al. (TW3), Eklöf & Ringertz (ER). Foram calculados os coeficientes de correlação intraclasse (ICC) e o coeficiente de correlação de Spearman (SCC). O CCS entre EV e IC foi de  $rS = 0,9026^*$  e  $rS = 0,8980^*$  respectivamente, para os sexos feminino e masculino. Os CCS entre EV e os métodos carpais foram de  $rS = 0,8799^*$ ,  $rS = 0,9113^*$  e  $rS = 0,8890^*$  respectivamente para ER, GP e TW3, no sexo feminino. Para o sexo masculino obteve-se  $rS = 0,8988$ ,  $rS = 0,9327$  e  $rS = 0,9426$  para ER, GP e TW3. Conclui-se que a estimativa de IC e IO, avaliando-se os estágios vertebrais, pelo método modificado neste estudo, torna-se confiável na população estudada.

**Palavras Chave:** Desenvolvimento Ósseo, Odontologia Legal, Radiografia.

## **ABSTRACT**

The estimation of chronological age (CA) and bone age (BA) is quite important in forensic and clinical cases. This study aims to compare the age estimation obtained by the bone development of the cervical vertebrae to that one obtained by the bone development of hand and wrist, by means of three carpal methods. The sample was composed of lateral teleradiographs and carpal radiographs which were at the same date, of 288 individuals that were selected from a total of 500 preselected. The radiographic data files belong to the Department of Dental Radiology of Piracicaba Dental Scholl – University of Campinas (Brazil). The sample consisted of 132 female specimens, of ages varying between 10-16 years-old, and 156 male specimens, varying between 11-16 years-old. The cervical vertebrae were classified according to the vertebral stages (VS) proposed by Hassel & Farman (1995), within a modified way. The inferior borders of the cervical vertebrae CII, CIII and CIV were separately analyzed, obtaining the average, and then the vertebral bodies of the vertebrae CIII and CIV were analyzed in order to obtain the average, by the same method. The corresponding vertebral stage was obtained considering the average between the inferior borders average and vertebral bodies average. The carpal radiographs were analyzed by the carpal method of Greulich & Pyle (GP), Tanner et al (TW3), Eklöf & Ringertz (ER). The intraclass correlation coefficients (ICC) and the Spearman correlation coefficient (SCC) were calculated. The SCC between VS and CA was  $r_s = 0,9026^*$  and  $r_s = 0,8980^*$  respectively, for both male and female specimens. The SCC between VS and carpal methods were  $r_s = 0,8799^*$ ,  $r_s = 0,9113^*$  and  $r_s = 0,8890^*$  to ER, GP and TW3, respectively, in female gender specimens. To the male specimens, that was obtained  $r_s = 0,8988$ ,  $r_s = 0,9327$  and  $r_s = 0,9426$  to ER, GP and TW3, respectively. In conclusion, the age estimation regarding CA and BA, concerning the vertebral stages, by the modified method in this study, becomes reliable within the studied population.

**key words:** Bone Development, Forensic Dentistry, Radiography

## LISTA DE ABREVEATURAS E SIGLAS

CVMI	.....	Índice de Maturação das Vértebras Cervicais
CVMS	.....	Estágios de Maturação das Vértebras Cervicais
ECA	.....	Estatuto da Criança e do Adolescente
ER	.....	Método carpal Eklöf & Ringertz (1967)
EV	.....	Estágio Vertebral
EVs	.....	Estágios vertebrais
GP	.....	Método carpal Greulich & Pyle (1959)
IC	.....	Idade Cronológica
ICC	.....	Coeficiente de Correlação Intraclasse
IO	.....	Idade óssea
SCC	.....	Spearman Correlation Coefficient
SV	.....	Stages Vertebral
TW3	.....	Método carpal Tanner & Whitehouse <i>et al.</i> (2001)

## Sumário

1	INTRODUÇÃO .....	1
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	3
3	PROPOSIÇÃO .....	14
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	15
5	RESULTADOS.....	20
6	DISCUSSÃO .....	35
7.	CONCLUSÃO .....	47
	REFERÊNCIAS .....	48
	ANEXO .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

No campo forense, tanto em âmbito cível, como criminal, estimar a idade cronológica de um indivíduo torna-se de extrema importância, pois, pode definir o meio pelo qual ele será responsabilizado por atos que cometeu.

Civilmente, a estimativa de idade cronológica tem sua importância em casos de adoções, aposentadorias, onde esta idade pode garantir acesso aos mais variados benefícios.

Criminalmente, a idade cronológica determinará os tipos de pena previstas, de acordo com as leis vigentes, assim como, tem suma importância nos casos de identificação de corpos que não puderam ser identificados por métodos mais comumente utilizados.

No campo clínico, o conhecimento do estágio de desenvolvimento do indivíduo torna-se importante, e deve ser avaliado individualmente, pois, genótipos idênticos submetidos a meios ambientes diferentes produzem fenótipos diferentes (Eveleth, 1966).

Somando a esta afirmação, pode-se definir por idade biológica, a idade de um indivíduo definida pelos processos de maturação e por influências exógenas (Machado & Barbanti, 2007).

Estas variações consideráveis no desenvolvimento entre os indivíduos de uma mesma idade cronológica levaram ao conceito de avaliação biológica ou maturidade fisiológica (Lai *et al.*, 2008). Assim, não é incomum encontrar diferentes idades biológicas entre indivíduos de mesma idade cronológica.

Quando analisados os ossos, muitos são os termos utilizados para a denominação dos estágios de desenvolvimento. Wong *et al.* (2009), Moradi *et al.* (2012) e Pactas *et al.* (2012) denominam de idade esquelética, ao passo que Tanner *et al.* (2001) e Sachan *et al.* (2011) usam o termo maturidade esquelética. Greulich e Pyle (1959), Mito *et al.* (2003), Varshosaz *et al.* (2012) e Paxton *et al.* (2013) usam a denominação de idade óssea. Para este estudo o termo usado será de idade óssea.

Especialidades odontológicas como a ortodontia, ortopedia funcional dos maxilares, odontologia legal, muitas vezes, utilizam-se de exames complementares de outras partes do corpo para apurar os seus diagnósticos e laudos.

As radiografias realizadas na região de mão e punho vêm sendo utilizadas desde o século XIX por Ranke e Rowland para análise da maturação esquelética (Damian *et al.*, 2006). A escolha da região mencionada se deve em muito ao fato de ser rica em centros de ossificação, como também pela facilidade da técnica utilizada e pequena exposição à radiação ionizante (Ten, 1994; Haiter-Neto *et al.*, 2000; Damian *et al.*, 2006).

Autores como Greulich & Pyle (1959), Eklöf e Ringertz (1967) e Tanner *et al.* (2001) desenvolveram métodos de estimar a idade óssea pela avaliação da região da mão e punho. Estas pesquisas foram por várias vezes testadas em diferentes populações com resultados confiáveis.

A partir do trabalho de Lamparski (1972), as vértebras vêm sendo analisadas como meio de se estimar a idade óssea. Pesquisadores com Baccetti *et al.* (2002) e Hassel & Farman (1995) propuseram outras formas de avaliação das vértebras cervicais com a mesma finalidade.

Este trabalho objetivou analisar a estimativa da idade óssea e idade cronológica pela análise das alterações morfológicas das vértebras cervicais comparando com as alterações da região da mão e punho.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1. Aspectos Legais e Forenses**

De acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil (Brasil, 1988), pessoas menores de 18 são penalmente inimputáveis, respondendo a uma legislação diferenciada, baseado no Estatuto da Criança e do Adolescente (Brasil, 1990).

Ainda, segundo o ECA, são consideradas crianças a pessoa até doze anos de idade incompletos e, adolescentes, a pessoa entre doze anos e dezoito anos de idade. Quando da necessidade de alguma forma de sanção ao adolescente, deve-se levar em consideração a idade na data dos fatos ocorridos (Brasil, 1990).

A redução maioridade penal é cada vez mais discutida, com legisladores defendendo 16 anos e outros a idade de 14 anos, como uma forma de diminuir a utilização de menores, assumindo crimes que foram cometidos por pessoas com mais de dezoito anos (Estevão, 2012).

Realizou-se uma pesquisa com o objetivo de avaliar com que frequência juízes concordam com a opinião de peritos forenses, incumbidos de estimar idade cronológica de indivíduos jovens, determinando assim, se o julgamento de delitos seriam feitos por tribunais juvenis ou adultos. Notou-se que as decisões dos magistrados, de qual tribunal a ser usado, estão fortemente associadas aos laudos periciais de estimativa de idade (Means *et al.*, 2012).

### **2.2. Estimativa da idade cronológica**

Para a estimativa da idade cronológica, a avaliação dos dentes tem sido utilizada, como na pesquisa da população brasileira, o método de Cameriere *et al.* (2006) foi avaliado, quanto a sua confiabilidade na determinação desta idade. Foram estudados 160 indivíduos, divididos igualmente em ambos os sexos, com idade entre 5 e 15 anos de idade. Os examinadores realizaram as avaliações sem o conhecimento da idade e aplicaram a fórmula proposta pelo referido autor. Os

resultados demonstraram que o método é confiável a população estudada (Fernandes *et al.*, 2011).

Estudo investigou a relação entre os estágios de calcificação dentária e a idade óssea das vértebras cervicais. A população estudada foi de 256 indivíduos entre 10 e 16 anos. Os coeficientes de correlação entre a Idade óssea e a idade cronológica foram considerados altamente significantes, ( $r_s = 0,726$ ). . A correlação entre a Idade óssea e a idade dentária ( $r_s = 0,668$ ), assim como a correlação entre a idade dentária e a cronológica( $r_s = 0,629$ ) ocorreu com valores menores. Os autores concluíram que a idade óssea é altamente correlacionada com a idade cronológica (Zhang *et al.*, 2012).

Em pesquisa realizada com 200 pacientes ortodônticos, com idades entre 7 e 17 anos, comparou-se os métodos de estimativa de idade por meio dos dentes, Dermirjian e Cameriere, e a relação entre a idade dental e a maturidade por meio das vértebras cervicais, segundo Hassel & Farman (1995), em crianças da Nova Zelândia. Os resultados mostraram que os métodos de estimativa pelos dentes e a maturidade pelas vértebras cervicais são confiáveis e úteis para a avaliação dental e a maturidade esquelética, podendo serem usados nos casos de desastre em massa para identificação de indivíduos de mesma faixa etária(Timmins *et al.*, 2012).

### **2.3. Avaliação da idade óssea por meio de radiografias carpais**

Greulich & Pyle (1959) após análise de radiografias carpais dos gêneros masculino e feminino, desde a época da primeira infância até o fim do crescimento, publicaram um trabalho com imagens das referidas radiografias para cada idade, separando os gêneros. Este trabalho tornou-se referência no meio científico como um padrão para comparações com radiografias de pacientes que se quer estabelecer a idade óssea.

Comparou-se os métodos de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse (TW2) com o objetivo de se determinar o nível de concordância na estimativa da idade óssea. Os autores observaram que há variações não significantes estatisticamente, e concluíram que as diferenças apuradas, nos dois métodos estudados, apresentaram altas correlações com a idade cronológica (Haider-Neto *et al.*, 2000).

Um estudo comparativo entre três métodos de avaliação dos estágios de desenvolvimento ósseo, Greulich & Pyle (GP), Tanner & Whitehouse (TW3) e Eklof & Ringertz (ER), foi realizado para verificar a confiabilidade em brasileiros e constatou-se que estes métodos podem ser usados na população analisada com confiança, não apresentando diferença estatística significativa (Haider-Neto *et al.*, 2006).

Estudando 138 adolescentes norte-americanos, 62 do sexo masculino e 76 do sexo feminino, com idade entre 12 e 18 anos, avaliou-se a relação entre a idade óssea e a idade cronológica. Utilizou-se o método Greulich & Pyle para se determinar a idade óssea. Após análise estatística notou-se que a idade óssea foi superior a idade cronológica em torno de 2 anos no sexo feminino com idades entre 12 e 15 anos, e com a mesma discrepância no sexo masculino. O estudo conclui que a idade cronológica foi inferior à idade óssea, sendo, o sexo feminino com maior discrepância entre 12 e 15 anos (Calfee *et al.*, 2010).

Uma população iraniana, composta de 425 indivíduos, sendo 303 do sexo masculino e 122 do sexo feminino, com idade cronológica entre 6 e 18 anos, foi avaliada objetivando testar a confiabilidade do Método GP para a referida população. Obteve-se, como resultado que em meninos, a idade óssea foi 4,5 meses a menos que a idade cronológica, ao passo que, em meninas, a idade óssea foi 0,5 mês a mais que a idade cronológica. Concluiu-se que o método carpal pode ser aplicado nesta população com precisão aceitável (Moradi *et al.*, 2012).

Realizou-se uma comparação entre o método GP e TW3 por meio de uma pesquisa onde foram avaliados 63 crianças entre 5 e 18 anos, com o objetivo

de avaliar o tempo gasto no exame e a precisão dos dois métodos. Os autores concluíram que o método GP torna-se mais prático na clínica diária por gastar menor tempo de exame. Concluíram, ainda, que nenhum dos métodos carpais é claramente superior ao outro(Horter *et al.*, 2012).

Comparou-se,também na população coreana, os métodos carpais TW3 e GP em estudo com 378 indivíduos, sendo 141 meninos e 237 meninas, cujas radiografias de mão e punho foram feitas no período entre 2000 e 2009. O objetivo da pesquisa foi de testar sua aplicabilidade na referida população. Verificou-se, por estes estudos, que o nível de maturidade esquelética em coreanos foi maior que em outras etnias, assim como a idade óssea foi maior que a idade cronológica nos dois métodos comparados. Conclui-se que os dois métodos são aplicáveis aos coreanos para avaliação do nível de maturidade esquelética(Oh *et al.*, 2012).

Pesquisa australiana com 406 indivíduos, sendo 276 do sexo masculino e 130 do sexo feminino, menores de 18 anos de idade, que foram atendidas em setor de trauma de um hospital, objetivou determinar a precisão do método GP na idade óssea de crianças daquele país. Os autores obtiveram bons resultados de correlação entre a idade óssea e a idade cronológica, e concluíram que o referido método é útil e confiável para a aplicação na população estudada. Ainda relatam que pode haver diferenças entre observadores(Paxton *et al.*, 2013).

#### **2.4. Avaliação da idade óssea por meio das vértebras cervicais**

Estudo com as vértebras cervicais C2 a C6, avaliou as variações morfológicas e comparou com o método de avaliação carpal de Greulich & Pyle (1959), na obtenção do grau de desenvolvimento esquelético. Foram propostos seis estágios de maturação conforme a morfologia do corpo vertebral e borda inferior das vértebras cervicais para a definição do grau de desenvolvimento ósseo (Lamparski, 1972).

Análise com radiografias carpais e telerradiografias em norma lateral, dos centros de ossificação da mão e punho e a morfologia das vertebra cervicais,

respectivamente, comparou o crescimento facial, a idade cronológica e a idade esquelética. O autor não conclui pela existência de uma correlação entre a idade cronológica e a idade esquelética, na maioria dos casos, afirmando ainda que a idade cronológica não é fiel para estipular o grau de desenvolvimento em que o indivíduo se encontra (Fishman, 1979).

Uma amostra de 220 indivíduos, divididos em 11 grupos de 10 homens e 10 mulheres, com idade entre 8 e 18 anos foram avaliados. Todos os indivíduos possuíam radiografias de mão e punho e telerradiografias e foram analisados. As radiografias carpais foram analisadas pelo método de Fishman. As vértebras cervicais foram analisadas pelo método Índice de Maturação das Vértebras Cervicais (CVMI). Obtendo boa correlação entre a maturidade esquelética carpal e vertebral, os autores propuseram um esquema baseado nas alterações morfológicas da vértebra cervical C3, figura 1. Estabeleceram ainda, percentuais de estimativa de crescimento para cada estágio vertebral, ficando assim distribuídos: Estágio 1 (inicialização), com estimativa de crescimentos de 100% a 80%; Estágio 2 (aceleração), de 85% a 65%; Estágio 3 (transição) de 65% a 25%; Estágio 4 (desaceleração), de 25% a 10%; Estágio 5 (maturação) de 10% a 5%, e Estágio 6 (finalização) sem estimativa de crescimento (Hassel & Farman, 1995).

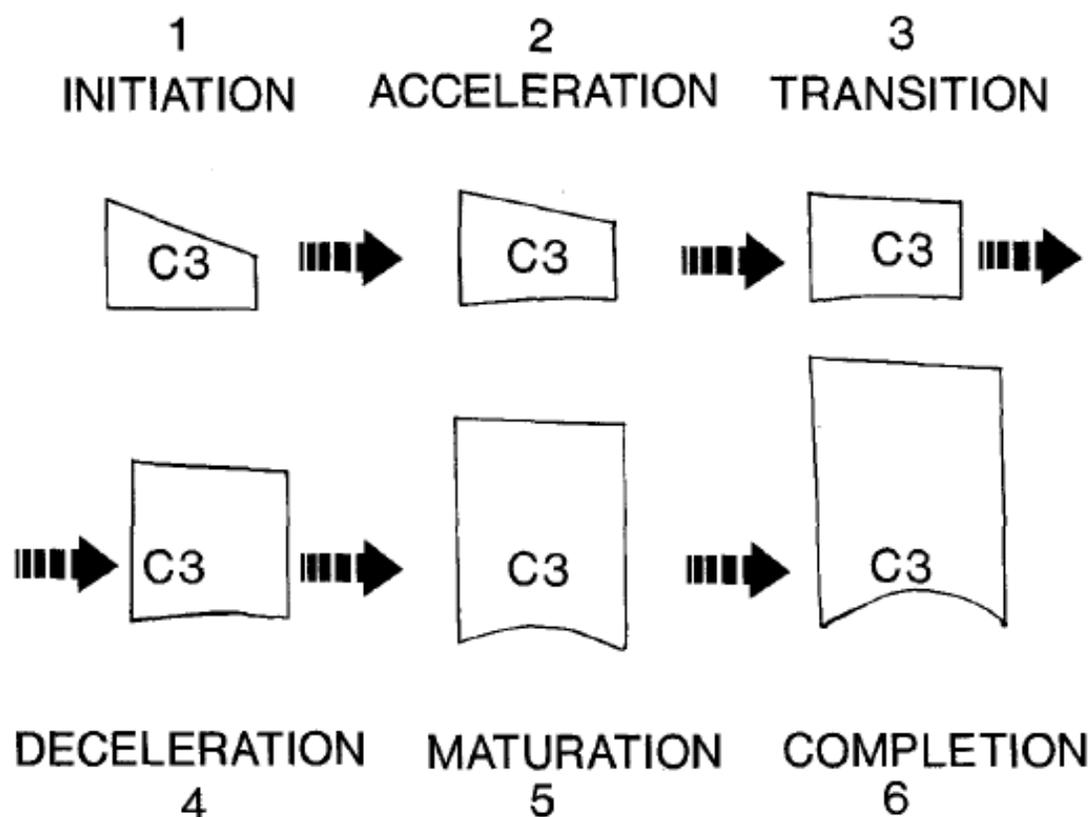


Figura 01 – esquema proposto de avaliação para as vértebras cervicais (Hassel & Farman, 1995)  
 Fonte: Hassel & Farman, 1995.

Um total de 30 indivíduos, sendo 18 do sexo masculino e 12 do sexo feminino, foi estudado objetivando propiciar uma versão nova de avaliação da maturidade esquelética pelas vértebras cervicais e com isso detectar o pico de crescimento mandibular. Cada indivíduo possuía seis telerradiografias. A análise de cada sujeito consistiu na avaliação de duas telerradiografias consecutivas, compreendendo o intervalo de máximo crescimento mandibular, medida pela distância entre dois pontos cefalométricos, juntamente com duas telerradiografias anteriores e duas posteriores a esta fase. As vértebras analisadas, visualmente, foram C2, C3 e C4, pelo método dos seis estágios de maturação, CVMI. Com os resultados obtidos, os autores propuseram cinco Estágios de Maturação das Vértebras Cervicais (CVMS). E ainda propuseram um esquema, figura 2, para auxiliar a determinação do estágio de maturação (Baccetti *et al.*, 2002).

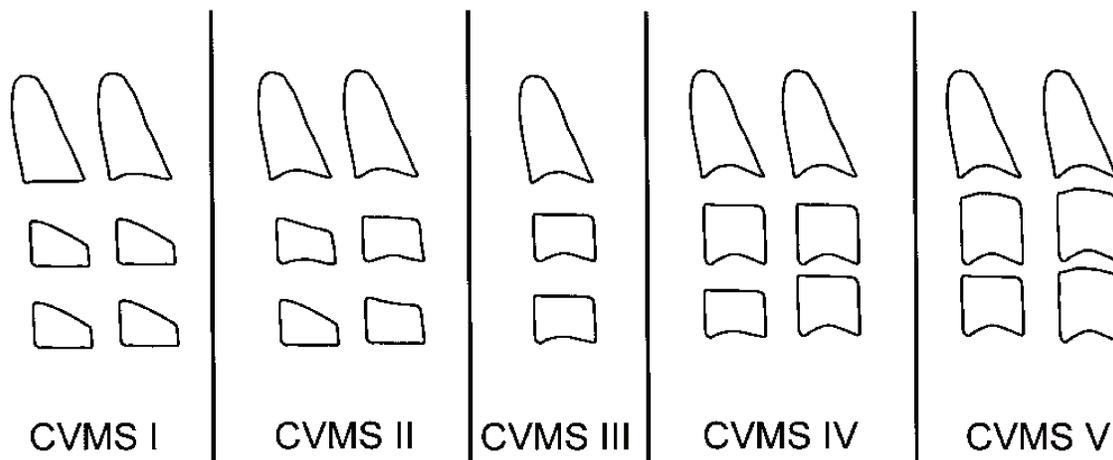


Figura 02 – esquema proposto de avaliação para as vértebras cervicais

Fonte: Baccetti *et al.*, 2002

Uma população brasileira foi estudada com o objetivo de estabelecer dois novos métodos para determinar a maturação esquelética. Os indivíduos pesquisados foram divididos dois grupos. O grupo 1 foi composto por 238 indivíduos, sendo 128 do sexo feminino e 110 dos sexo masculino, com idades entre 7 e 15,9 anos. Os indivíduos deste grupo possuíam telerradiografias em norma lateral. O grupo dois foi composto 109 indivíduos, sendo 55 do sexo feminino e 54 do sexo masculino, com a mesma idade, e que possuíam telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais. O grupo 1 foi usado para a obtenção de uma fórmula e o grupo 2 para testar a confiabilidade da fórmula proposta comparando-se a idade óssea obtida pelo método carpal TW3. Todas as telerradiografias foram usadas no grupo 1. As vértebras cervicais foram analisadas medindo-se a altura anterior e posterior e o comprimento anteroposterior dos corpos vertebrais C3 e C4, figura 3. Os autores concluíram que os métodos propostos pelo estudo podem estimar a maturidade esquelética com confiança, na população estudada (Caldas *et al.*, 2007).

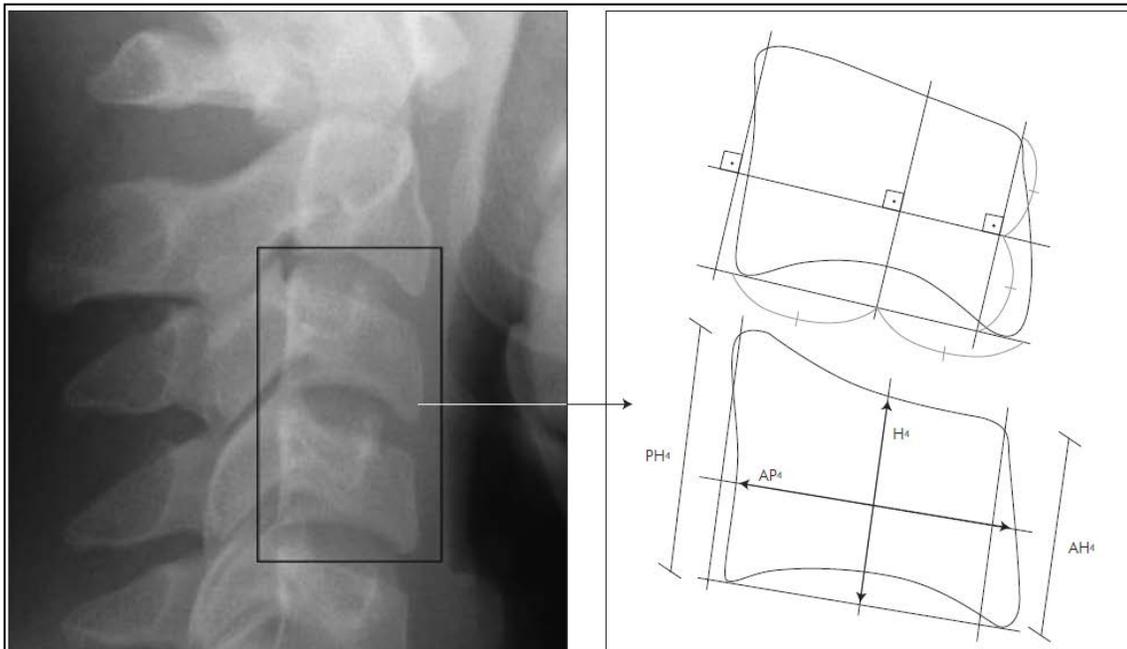


Figura 03 – Esquema proposto de avaliação para as vértebras cervicais

Fonte: Caldas *et al.*, 2007.

Estudo realizado com 400 indivíduos, sendo 200 do sexo masculino entre 12 e 17 anos, e 20 do sexo feminino entre 10 e 15 anos, do sul da China, objetivou avaliar a maturação esquelética por meio das vértebras cervicais, comparando-se com um método carpal. As vértebras cervicais foram avaliadas segundo método proposto por Baccetti (2002). Já as radiografias de mão e punho foram avaliadas de acordo com o método de Hägg e Taranger (1980). Os autores apuraram que método de avaliação por meio das vértebras cervicais mostrou alta correlação com a avaliação realizada por meio das radiografias carpais, mostrando que o método vertebral pode substituir o carpal no período circumpuberal (Wong *et al.*, 2009).

As formas das vértebras cervicais foram medidas com o objetivo de avaliar a correlação e o poder preditivo de maturação esquelética. Para esta pesquisa foram usadas telerradiografias e radiografias de mão e punho de 98 indivíduos, sendo 40 do sexo masculino e 58 do sexo feminino, com idade entre 8,1 e 17,7 anos. As vértebras cervicais foram medidas por meio de programa de

computador, colocando-se pontos sobre o contorno vertebral. As radiografias carpais foram analisadas com o método de Sempé (1987). Os autores concluíram que a idade alcançada por meio das vértebras cervicais é altamente correlacionada com a alcançada pelo método carpal (Chatziigianni & Halazonetis, 2009).

Objetivando o desenvolvimento de um software de avaliação da maturação das vértebras cervicais, foram estudados 717 indivíduos brasileiros, de quatro regiões diferentes, com idade entre 7 e 15,9 anos que possuíam telerradiografias em norma lateral e radiografias de mão e punho. As radiografias carpais foram analisadas pelo método TW3 e as vértebras cervicais por um programa de computador, figura 4, criado para estas medições, baseando-se um trabalho anterior, de 2007, do mesmo autor. Não foram encontradas diferenças significativas nas correlações entre a idade óssea pelas vértebras cervicais e a idade cronológica. Tal fato não se repetiu quando analisada a correlação entre a idade óssea pelas vértebras e a idade óssea carpal, pois em algumas regiões específicas a diferença estatística foi significativa (Caldas *et al.*, 2010).

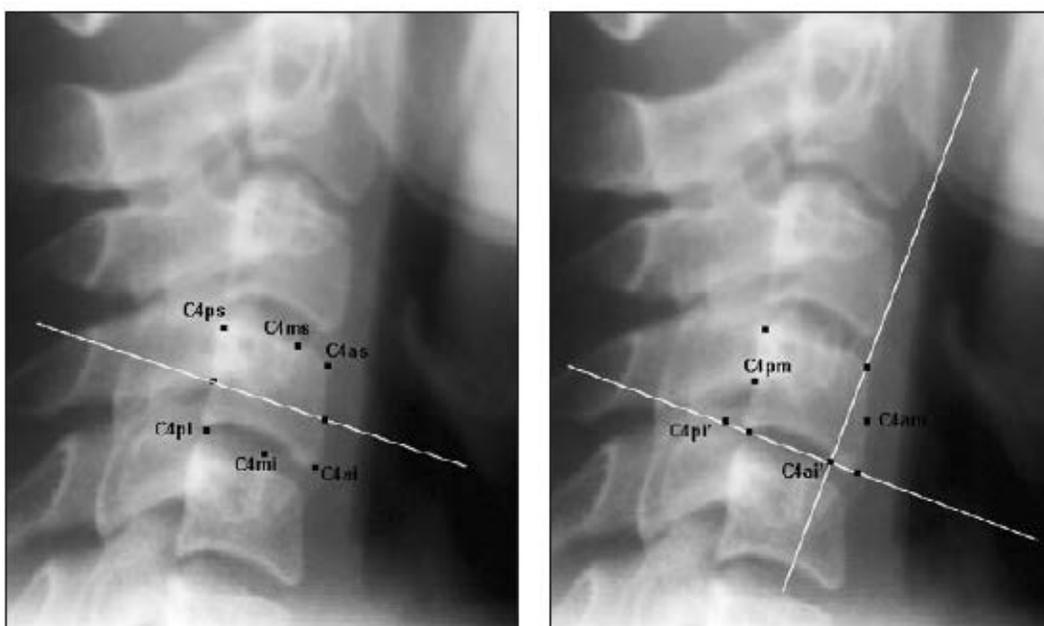


Figura. 04 – Esquema proposto de avaliação para as vértebras cervicais por meio de programa de computador

Fonte: Caldas 2010.

Indicadores de crescimento em pacientes de ortodontia foram estudados em 393 indivíduos entre 8 e 18 anos de idade. A pesquisa constou da comparação entre as idades obtidas das radiografias carpais e as obtidas de telerradiografias, analisando-se as vértebras cervicais. Estes dois índices ainda foram relacionados com a idade cronológica. Observou-se que houve correlação da idade esquelética obtida pelas vértebras com a as idades esquelética obtidas pelos métodos carpal e com a idade cronológica, sendo maior com a primeira (Litsas & Ari-Demirkaya, 2010a).

Objetivando a validação do método de maturidade esquelética pela análise das vértebras cervicais, foram avaliados 100 indivíduos com idade entre 8 e 18, sendo 50 indivíduos do sexo masculino e 50 do sexo feminino. Estes indivíduos foram divididos igualmente em 10 grupos. As radiografias carpais foram analisadas com o método de Fishman (1979) e as telerradiografias foram analisadas com o método de Hassel & Farman (1995). Os resultados obtidos mostraram uma associação significativa entre os métodos. Os pesquisadores concluíram pela validade do método das vértebras cervicais (Mahajan, 2011).

Utilizando o método de estimativa de idade segundo Demirjian *et al.* (1985) os estágios vertebrais foram analisados em uma população polonesa de 718 indivíduos, sendo 431 do sexo feminino e 287 do sexo masculino, com idade entre 6 a 17 anos. Os valores obtidos foram submetidos a teste estatístico, inclusive, analisando cada um dos dentes. Notou-se que o sexo feminino apresentou uma precocidade em relação ao sexo masculino de cerca de seis meses. A correlação entre os estágios vertebrais e o método de Demirjian foi de nível moderado. Os estudos ainda mostraram que os dentes com maior correlação com os estágios vertebrais foram os segundos molares, no sexo feminino e os caninos, no sexo masculino. Encontrou, ainda, que o incisivo central foi o elemento dental com menor correlação (Rozylo-Kalinowska *et al.*, 2011).

Pesquisa realizada com 90 indivíduos, sendo 45 do sexo masculino, com idade entre 10 e 13 anos, e, 45 do sexo feminino, com idade entre 9 a 12

anos, objetivou avaliar a relação dos indicadores de maturidade esquelética pelo método carpal com a maturidade esquelética pelas vértebras cervicais e os estágios de calcificação dos caninos. Os dados foram submetidos à análise estatística e os resultados mostraram que a associação entre o método carpal e vertebral foi forte e maior que a associação entre o método carpal e os estágios de calcificação dos caninos. Concluíram que os estágios vertebrais e os estágios de calcificação dos caninos podem ser usados para avaliar a maturidade esquelética (Sachan *et al.*, 2011).

Em estudo realizado com 91 iranianos, com idade entre 8 e 18 anos, considerando apenas as vértebras cervicais C3 e C4, procurou estimar a idade óssea, figura 5. O estudo ainda utilizou o método carpal de Greulich & Pyle (1959) como referência. O maior índice de correlação encontrado foi da altura anterior do corpo vertebral da vértebra C4. Após análise estatística, com índice de correlação de 0,831, o autor conclui que as telerradiografias podem fornecer a estimativa de idade óssea, diminuindo a radiação sofrida pelo paciente, uma vez que a telerradiografia em norma lateral já esta presente nas documentações ortodônticas (Varshosaz *et al.*, 2012).

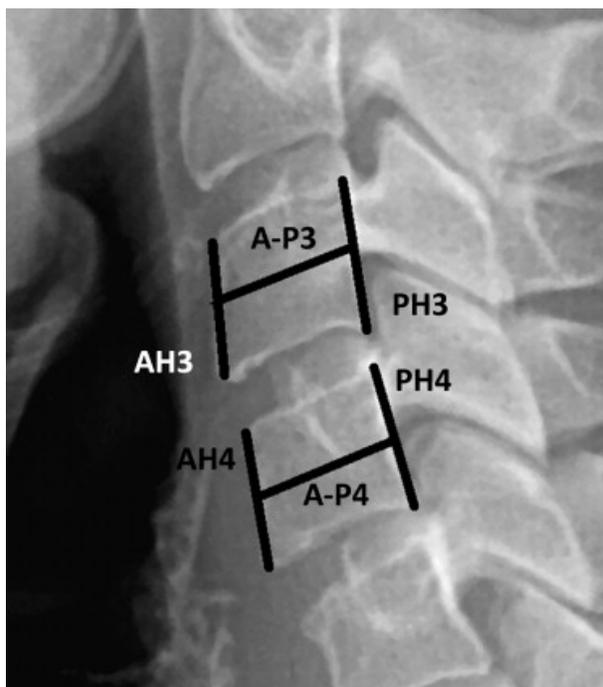


Figura 05 – Esquema proposto de avaliação para as vértebras cervicais.

Fonte: Varshosaz *et al.*, 2012.

### **3 PROPOSIÇÃO**

Em um aspecto geral o objetivo deste trabalho foi avaliar a estimativa da idade óssea e cronológica, comparando o método vertebral e três métodos da região da mão e punho.

De um modo mais específico, este trabalho analisou:

- Sob o aspecto Legal, este estudo buscou avaliar a possibilidade e a confiabilidade do uso das vértebras cervicais na estimativa da idade cronológica, para ser usada em âmbito cível e criminal.
- Sob o aspecto terapêutico, este estudo buscou avaliar a possibilidade e a confiabilidade do uso das vértebras cervicais na estimativa da idade óssea e determinação da maturidade esquelética e melhor posicionamento do paciente na curva de velocidade do surto de crescimento puberal.
- No que diz respeito aos pacientes, diminuir as doses de radiação ionizante e diminuir custos de exames de diagnósticos.

#### 4 MATERIAL E MÉTODO

Para esta pesquisa foram analisadas telerradiografias em norma lateral do crânio e radiografias da mão e punho, que foram feitas na mesma data, de 500 indivíduos leucodermas, provenientes dos arquivos da disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba (FOP/UNICAMP) do período compreendido entre os anos de 1997 e 2008.

Este estudo utilizou-se de material somente de arquivo já existente na referida instituição, e, não foram realizados exames radiográficos com interesse para esta pesquisa, respeitando a Resolução da ANVISA 453/98.

Este estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, FOP/UNICAMP, onde foi aprovado sob o protocolo de número 11/2012 (Anexo).

Todas as idades foram transformadas em meses.

Inicialmente foram analisados 500 indivíduos, sendo 250 do sexo feminino, com idade entre 118 e 204 meses, e 250 do sexo masculino, com idade entre 130 e 216 meses.

Para o sexo feminino, a amostra foi dividida em grupos, iniciando no grupo de 120 meses (10 anos), sendo que o intervalo entre estes grupos é de seis meses, até a idade de 204 meses (17 anos).

Para o sexo masculino, a amostra foi dividida em grupos, iniciando no grupo de 132 meses (11 anos), sendo que os grupos subsequentes tem idade de seis meses a mais que o anterior, até a idade de 216 meses (18 anos).

A separação dos indivíduos para a inclusão nos grupos etários deu-se de forma que eles tivessem idades cronológicas entre 2 meses antes e três depois da idade que identifica o grupo.

Foram descartados os grupos que não tiveram um mínimo de 12 indivíduos. Assim, para ambos os sexos, o último grupo estudado foi o de 192 meses, sendo que, também para ambos os sexos, não foram excluídos nenhum grupo entre as idades iniciais o os grupos de 192 meses.

Em ambos os sexos, a maioria dos grupos excedeu o número de 12 indivíduos. Desta forma foram descartados, primeiramente, os indivíduos cujas imagens radiográficas não estavam de boa qualidade. Em seguida foram descartados os indivíduos que cujas idades cronológicas estavam mais distantes da idade principal do grupo.

Depois da seleção dos indivíduos mencionada anteriormente, a amostra do estudo passou a contar com 156 e 132 indivíduos, respectivamente, do sexo feminino e masculino, totalizando 288 indivíduos pesquisados neste estudo.

As imagens das radiografias foram digitalizadas por um scanner, objetivando diminuir as distorções.

Para o método Greulich & Pyle (1959), (GP), as imagens foram visualizadas em computador com o programa “*Visualizador de Fotos do Windows*” e comparadas a imagens do atlas dos referidos autores, verificando, assim a maior semelhança entre a imagem do atlas e a radiografia de cada indivíduo, obtendo-se, desta forma, a estimativa de idade.

No método de Tanner *et al.*(2001), (TW3), as imagens das radiografias carpais foram visualizadas em computador com o programa “*Visualizador de Fotos do Windows*”, e analisadas por meio de um programa de computador, “*RusUtils*” que acompanha a obra literária do referido autor para o cálculo dos “*Scores*” da estimativa da idade.

O cálculo da estimativa de idade esquelética foi realizado segundo o método preconizado por Eklöf & Ringertz(1967), (ER), sendo as imagens das radiografias carpais analisadas por meio do programa de computador “*Radiocef Studio 2*”

Para a avaliação das vertebrae cervicais, as imagens das telerradiografias em norma lateral foram vistas em computador com o programa “*Visualizador de Fotos do Windows*”, e analisadas segundo o método proposto por Hassel e Farman (1995), modificado por Lima (2012). O método consiste na análise das bordas inferiores das vértebras cervicais C2, C3 e C4, onde para cada uma das bordas é dado o valor referente ao estágio vertebral. Em seguida obtém-

se a média, que foi considerado o estágio vertebral das bordas inferiores. Posteriormente, analisam-se os corpos vertebrais das vértebras C3 e C4, calculando-se a média, pelo mesmo método, obtendo-se, assim o estágio dos corpos vertebrais. O estágio vertebral foi obtido fazendo-se a média entre a média das bordas inferiores e a média dos corpos vertebrais.

A figura 06 representa, em esquema, o estado morfológico das vértebras cervicais, separando-se as bordas inferiores dos corpos vertebrais. Este esquema foi usado na determinação do estágio vertebral desta pesquisa.

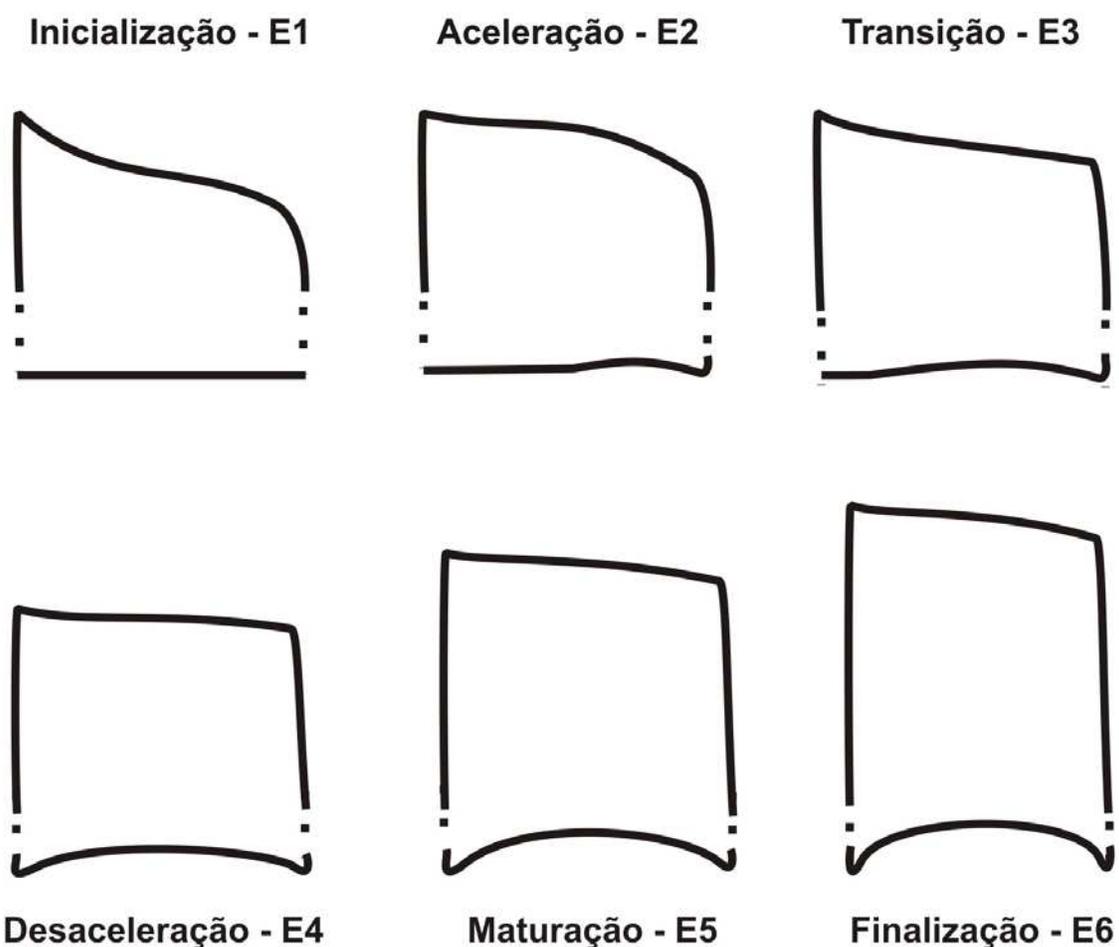


Figura 06 – Esquema do método proposto para avaliação das vértebras cervicais neste estudo.

As imagens das radiografias foram identificadas com números para garantia do sigilo dos indivíduos.

A análise foi realizada por um único examinador e 25% da amostra foi reavaliada duas semanas após o término da avaliação inicial. Este procedimento objetivou a avaliação da confiabilidade intra-examinador.

Para cada um sujeito de pesquisa foi preenchido uma ficha específica onde constaram as iniciais do nome e números referentes à data de nascimento, idade cronológica, gênero.

Após a caracterização das variáveis observadas no estudo através da construção de tabelas de contingência e correlatos testes de qui-quadrado e de estatísticas descritivas básicas para as variáveis numéricas, os dados foram submetidos a uma análise para se aferir a confiabilidade da execução das medições através do cálculo do Coeficiente de Correlação Intraclasse – ICC (3,1) (Shrout & Fleiss, 1979). Em seguida, foi avaliada a aderência à distribuição Gaussiana através do teste de Shapiro-Wilk e dos coeficientes de assimetria e curtose. Não havendo conclusão da aderência dos dados à distribuição normal, foi testada e quantificada a associação entre as variáveis através do Coeficiente de Correlação de Spearman, de natureza não paramétrica. Tendo-se detectado sólidos indícios de associação entre as variáveis, foram estimados modelos de regressão linear para predição dos valores de idade cronológica e das demais medidas a partir das medidas dos Estágios Vertebrais. Em todos os testes estatísticos foram adotado o nível de significância de 5% e os cálculos foram efetuados através do sistema SAS (SAS Institute Inc. The SAS System, release 9.3. SAS Institute Inc., Cary:NC, 2010).

Os parâmetros utilizados para a avaliação do ICC estão apresentados na tabela 1, um critério bastante recorrente é o descrito por Weir (Weir, 2005).

Tabela 1. Critério para interpretação do coeficiente de correlação intraclasse.

ICC	Confiabilidade
0,00 —  0,20	Pobre
0,20 —  0,40	Razoável
0,40 —  0,60	Boa
0,60 —  0,80	Muito boa
0,80 —  1,00	Excelente

Fonte: Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. J Strength Cond Res. 2005;19(1):231-40.

## 5 RESULTADO

Os resultados obtidos por meio deste estudo são descritos a cada item, como se segue:

### 5.1. Estudo da confiabilidade intra-examinador.

Neste estudo, os coeficientes de correlação intraclasse apurados são apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Coeficiente de Correlação Intraclasse (3,1) das medidas avaliadas e critérios de interpretação.

Medida cefalométrica	ICC (3,1)	Interpretação
Idade estimada (Eklöf & Ringertz)	0,9952	Excelente
Estágio Vertebral	0,9962	Excelente
Idade estimada (Greulich & Pyly)	0,9940	Excelente
Idade estimada (Taner et al.)	0,9817	Excelente

Os coeficientes de correlação intraclasse são todos muito superiores a 80%, que, de acordo com os critérios adotados para o presente estudo, revelam uma **Excelente** confiabilidade quando se avalia a questão da precisão das medidas.

Diante destes resultados, deduz-se pela ausência de evidências de mudança de critérios no decorrer das medições e, conseqüentemente, pela confiança na precisão dos dados coletados.

### 5.2. Estudo das correlações

#### 5.2.1. Estudo da Correlação da idade cronológica e as vértebras cervicais.

A correlação da idade cronológica (IC) com as variáveis EV, ER, GP e TW3 foi realizada, por meio do cálculo dos coeficientes de correlação de Spearman para quantificar a associação entre as IC e as medições efetuadas (EV, ER, GP e TW3).

Os resultados são apresentados na tabela 3.

Tabela 3. Coeficientes de correlação de Spearman e teste para hipótese de nulidade de ausência de associação entre as medidas observadas e a idade cronológica por gênero.

Gênero	Estatística	Variável			
		EV	ER	GP	TW3
Feminino	Coefficiente de correlação	<b>0,90267</b>	<b>0,82441</b>	<b>0,91414</b>	<b>0,88146</b>
	Valor-p ( $H_0: \square=0$ )	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Número de observações	156	132	156	156
Masculino	Coefficiente de correlação	<b>0,89806</b>	<b>0,80190</b>	<b>0,84966</b>	<b>0,88480</b>
	Valor-p ( $H_0: \square=0$ )	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
	Número de observações	132	108	132	132

Idade: Idade cronológica (meses); EV: Estágios Vertebrais; ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz, 1967); GP: Idade estimada (Greulich & Pyle, 1959) e TW3: Idade estimada (Tanner et al., 2001).

Os testes estatísticos nos dão fortes indícios ( $p < 0,01$ ) de que todas as variáveis analisadas estão verdadeiramente associadas à idade cronológica, sendo que o coeficiente de correlação nos informa deste “grau de associação”, que é forte, ponto que superou a 0,80.

Todos os coeficientes de correlação são positivos, o que nos informa que todas as variáveis mensuradas (EV, ER, GP, TW3) estão diretamente associadas à idade cronológica, ou seja, quanto maior a idade cronológica, maior é o valor de todas as medidas analisadas, independente do gênero.

Na amostra do gênero feminino, a medida mais associada à idade cronológica é GP com correlação de 0,91414. A segunda medida mais correlacionada é EV, com coeficiente de correlação de Spearman de 0,9027. Em seguida temos as correlações da idade com as medidas TW3 e ER, com coeficientes de correlação de 0,881464 e 0,82411, respectivamente.

Já no gênero masculino, a medida mais associada com a idade cronológica é EV, com coeficiente de correlação de 0,89806, seguido de TW3 com correlação de 0,88480 e as menos associadas são GP e ER, respectivamente, com coeficientes de 0,84966 e 0,80190.

Na figura 7, mostra-se o comportamento diferencial das medidas de acordo com o gênero e para isso, os valores dos coeficientes de correlação foram usados para construção do gráfico.

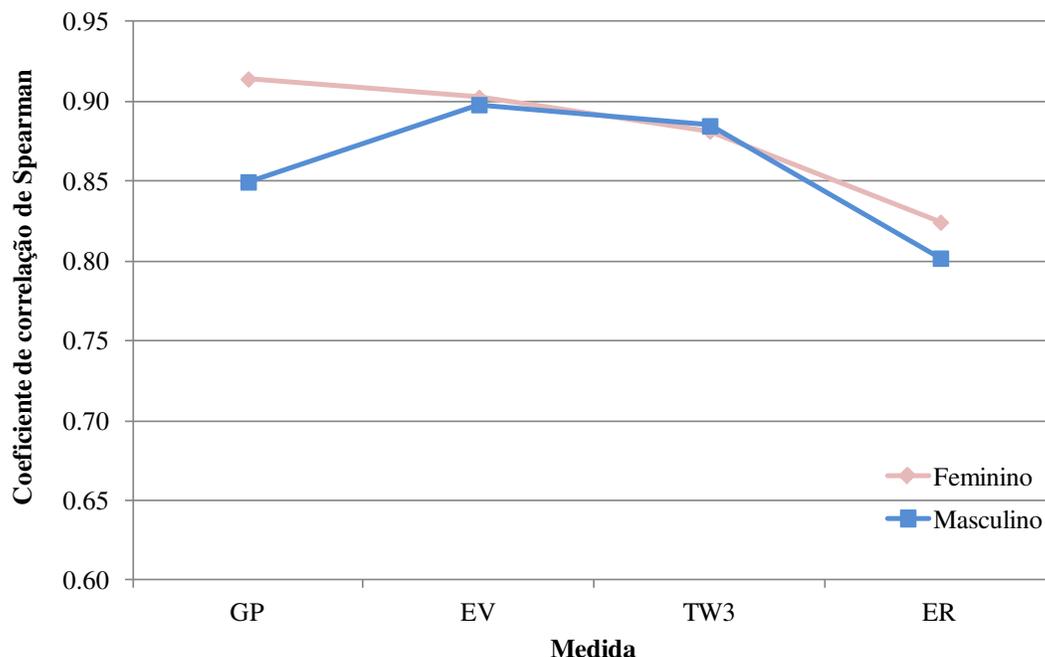


Figura 7 - Coeficientes de correlação de Spearman da idade cronológica com as medidas observadas. EV: Estágios Vertebrais; ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz, 1967); GP: Idade estimada (Greulich & Pyle, 1959) e TW3: Idade estimada (Tanner *et al.*, 2001).

A figura 7 permite observar que duas medidas EV e TW3 não mostram influência do gênero já que as medidas em ambos os casos são muito próximas. Em GP há uma diferença bastante evidente já que o coeficiente é superior a 90% nas mulheres e próximo a 85% nos homens enquanto que também se observa alguma diferença na medida ER, na qual também há menor associação no gênero masculino.

### 5.2.2. Estudo da Correlação das medidas carpais com os estágios vertebrais.

De maneira similar à correlação das medidas com a idade, foram desenvolvidos estudos para avaliar a associação da medida EV com as demais variáveis mensuradas (GP, ER e TW3). Foi usada a mesma ferramenta de análise e o resultado é apresentado na tabela 4.

Tabela 4. Coeficientes de correlação de Spearman e teste para hipótese de nulidade de ausência de associação entre as medidas observadas e os estágios vertebrais por gênero.

Gênero	Estatística	Variável		
		ER	GP	TW3
Feminino	Coeficiente de correlação	0,87997	0,91132	0,88905
	Valor-p ( $H_0: \rho=0$ )	0,0001	0,0001	0,0001
	Número de observações	132	156	156
Masculino	Coeficiente de correlação	0,89881	0,93273	0,94261
	Valor-p ( $H_0: \rho=0$ )	0,0001	0,0001	0,0001
	Número de observações	108	132	132

ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz, 1967); GP: Idade estimada (Greulich & Pyle, 1959) e TW3: Idade estimada (Tanner et al., 2001).

Nesta fase deste estudo obtiveram-se fortes indícios ( $p < 0,01$ ) de que as medidas ER, GP e TW3 estão associadas com a medida EV. Todos os coeficientes de correlação são maiores que 0,80, confirmando-se a ideia de que as associações são muito fortes.

Na figura 8 nota-se que todas as variáveis (ER, GP e TW3) são mais associadas com EV no gênero masculino que no gênero feminino.

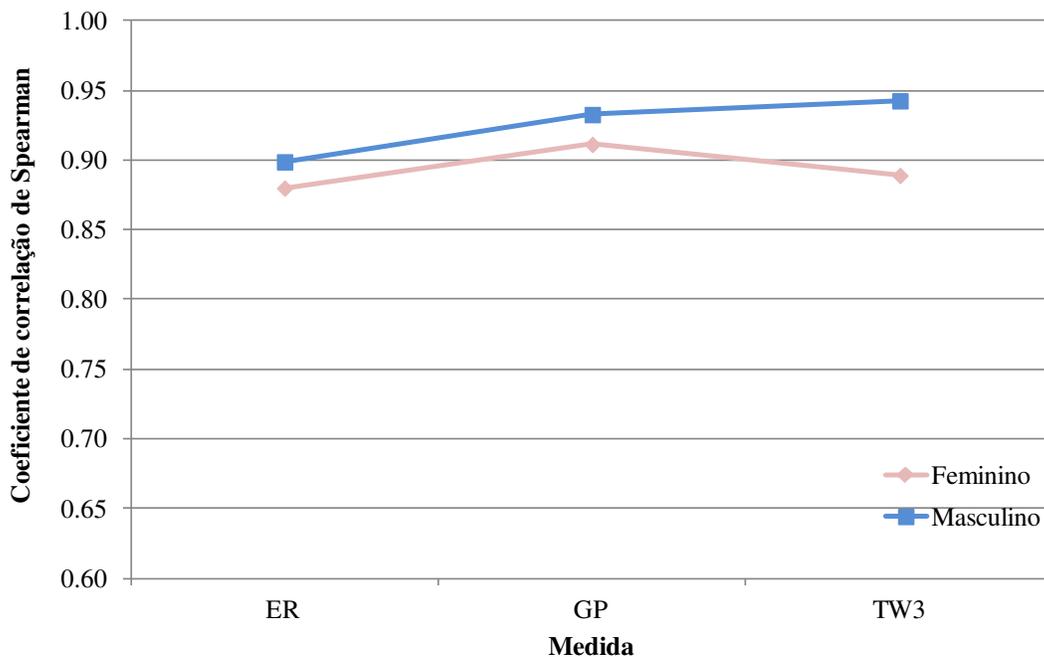


Figura 8 - Coeficientes de correlação de Spearman da medida EV com as demais medidas observadas. EV: Estágios Vertebrais; ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz, 1967); GP: Idade estimada (Greulich & Pyle,1959) e TW3: Idade estimada (Tanner *et al.*,2001).

No caso do gênero masculino, a maior associação com EV é observada na medida TW3 com coeficiente de correlação de 0,9426 enquanto que nas mulheres, à medida que mais se correlaciona com EV é GP, com coeficiente de correlação de Spearman de 0,9113.

### 5.3. Análise de regressão linear

Partindo-se da existência de associação entre os dados do estudo, propôs-se um modelo matemático para se estimar as idades IC, ER, GP e TW3 a partir de EV.

No estudo de regressão linear simples, há necessidade de se analisar duas variáveis de cada vez, as quais assumirão as posições de  $y$  e de  $x$  no modelo abaixo:

$$y = \alpha + \beta x + \varepsilon$$

A variável  $y$  é chamada de variável de resposta ou variável dependente, ou seja, é a variável que se quer conhecer, sendo que para este estudo são IC, ER, GP e TW3.

A variável  $x$  é a variável preditora (ou variável independente), ou seja, é a variável ou valor que se tem conhecimento. Em vista dos objetivos deste estudo, apenas EV foi especificada como variável preditora, sendo assim, através de seus valores pôde-se prever o comportamento das demais variáveis.

Os valores de  $\alpha$  e  $\beta$  foram estimados através do processo de regressão linear que utilizou o método dos mínimos quadrados. A partir destes parâmetros é que podemos representar a relação que existe entre as variáveis preditora e de resposta.

Seguindo as premissas do estudo, foram desenvolvidos modelos independentes para os gêneros em vista da maior adequação de modelos mais específicos.

A qualidade do modelo também pôde ser aferida por meio de estatísticas específicas, antes de se apresentar os modelos na tabela 5 foram apresentadas estatísticas que permitiram avaliar a qualidade do processo de ajuste dos modelos de regressão linear.

Tabela 5. Estatísticas para avaliação da qualidade do ajuste dos modelos de regressão linear, construídos com base na variável preditora EV.

Gênero	Variável de resposta	Teste de Shapiro-Wilk		Ajuste do modelo	
		Estatística W	Valor-p ( $H_0$ :Normal)	Valor-p	$R^2$
Feminino	Idade	0,98850	0,23048	0,0001	0,8047
	ER	0,99282	0,74283	0,0001	0,7940
	GP	0,98854	0,23292	0,0001	0,8057
	TW3	0,97908	0,01798	0,0001	0,8179
Masculino	Idade	0,98578	0,18727	0,0001	0,8028
	ER	0,98408	0,22604	0,0001	0,7098
	GP	0,98925	0,39828	0,0001	0,8149
	TW3	0,97929	0,04138	0,0001	0,8591

Idade: Idade cronológica (meses); EV: Estágios Vertebrais; ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz, 1967); GP: Idade estimada (Greulich & Pyle, 1959) e TW3: Idade estimada (Tanner *et al.*, 2001).

O teste de Shapiro-Wilk aplicado mostrou que, através dele, somente se pôde inferir que não há indícios de que a variável TW3 apresenta resíduo normalmente distribuído, ao passo que, as demais variáveis (IC, ER e GP), não existem indícios de que os resíduos não sejam aderentes à distribuição normal.

Sendo assim, se pôde assumir que, para as variáveis IC, ER e GP, as estatísticas são exatas; não havendo, portanto, qualquer problema para a interpretação dos resultados. Já para a variável TW3, como não houve soluções que se mostraram eficientes em relação à obtenção de erros normalmente distribuídos, assume-se que os testes estatísticos são aproximados, cabendo apenas avaliar a questão da aceitabilidade destas aproximações.

O teste estatístico aplicado nos dá fortes indícios ( $p < 0,01$ ) da significância do modelo, o que nos permitiu concluir, mesmo para TW3 que a associação entre a variável preditora (EV) e as variáveis de resposta (Idade, ER, GP e TW3) não são casuais, e que a relação é significativa, ou seja, não restrita casualmente a esta amostra.

Observando que os coeficientes de determinação ( $R^2$ ), são superiores a 0,80 no caso das variáveis IC, GP e TW3, nos permitiu concluir que o modelo representa uma relação substancial, ou seja, muito forte. No caso da variável ER, esta relação beira a uma associação muito forte ( $R^2: 0,7940$ ) no caso do sexo feminino e uma relação forte ( $R^2: 0,7098$ ) no caso do sexo masculino.

De qualquer forma, todos os indicadores indicam que a associação entre as variáveis não é casual ( $p < 0,01$ ) e que o modelo matemático é eficiente em representar a associação entre as variáveis, permitindo inclusive, que seja utilizado para predição.

### **5.3.1. Idade cronológica (meses)**

Para a análise da estimativa da IC, em meses, a partir dos valores da medida EV, foi realizado, de maneira independente, um modelo para o gênero

masculino e um segundo modelo para o gênero feminino. Os parâmetros estimados e as estatísticas básicas são apresentados na tabela 6.

Tabela 6. Modelo estimado para representar a relação entre a idade cronológica e os estágios vertebrais.

Gênero	Parâmetros estimados		Equação	Limite de confiança da média (95%)
	Intercepto	EV		
Feminino	99,50190	13,91195	$Idade=99,50+13,91 \times EV$ (** $R^2:80,47\%$ )	$\pm 1,56$
Masculino	118,71706	11,82690	$Idade=118,72+11,83 \times EV$ (** $R^2:80,28\%$ )	$\pm 1,45$

EV: Estágios Vertebrais;  $R^2$ : Coeficiente de determinação; Idade: Idade cronológica (meses);  
 \*\* Significativo com nível de significância de 1%

Do teste estatístico realizado obtiveram-se as equações, apresentadas na tabela 6, para a estimativa de IC para cada gênero.

As equações apresentadas se referem às equações de uma reta, as quais são representadas na figura 9.

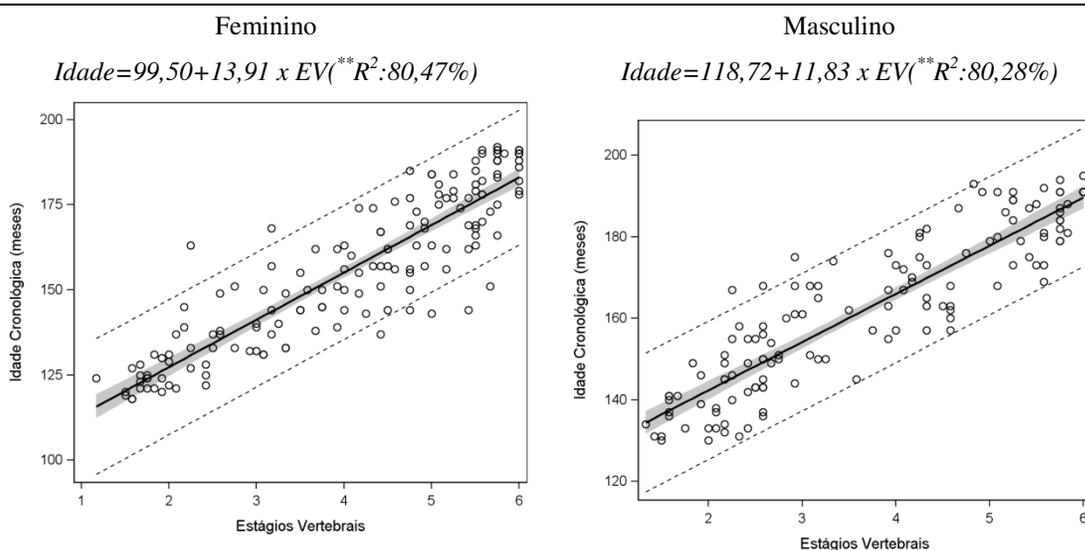


Figura 9 - Equações de regressão para representação da associação entre Idade Cronológica (meses) e Estágios Vertebrais (EV).

A relação entre a variável preditora (EV) e de resposta (IC) pode ser sintetizada através dos parâmetros estimados. No caso feminino temos um coeficiente linear (intercepto) de 99,50. Essa seria uma idade cronológica básica

predita para um EV = 0, substituindo-se o valor 0 na equação, no lugar de EV, fica-se somente com a constante.

Já na equação para o gênero masculino, temos um intercepto de 118,72 meses, mais alto, portanto que o das mulheres. Desta forma nota-se que o mesmo EV nos homens se associa a uma idade maior que nas mulheres.

Em ambos os casos, temos coeficientes angulares positivos o que indica que o acréscimo de 1 unidade de EV se associa com o aumento da idade cronológica, os coeficientes, todavia, também são diferentes e a cada unidade de EV acrescentada acrescenta-se 13,91 meses na idade cronológica dos sujeitos do gênero feminino enquanto que se acrescenta 11,83 meses na idade dos sujeitos do gênero masculino.

Comparando-se os resultados para ambos os sexos, justapondo as duas equações de regressão em um mesmo gráfico na figura 10, justifica-se a manutenção das análises independentes para cada gênero.

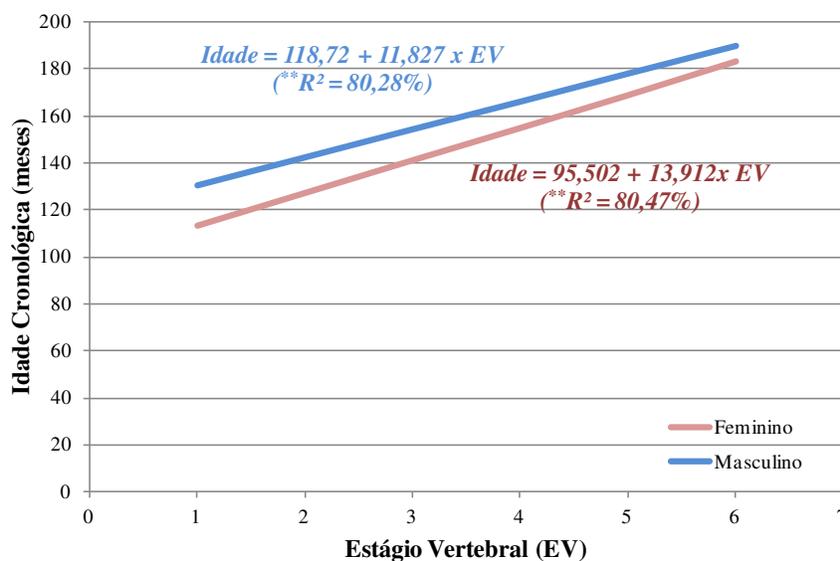


Figura 10 - Análise de regressão dos dados da idade cronológica em função dos Estágios Vertebrais separado por gênero.

Foi observado que em ambos os gêneros a evolução da idade é diretamente associada aos estágios vertebrais, ou seja, o aumento de uma variável se associa ao aumento da outra.

### 5.3.2. Idade estimada (Elöf & Ringertz) – ER

Para a comparação de EV com a variável ER, os parâmetros estimados e as estatísticas básicas para avaliação do modelo estimado através do processo de regressão estão apresentados na tabela 7.

Tabela 7. Modelo estimado para representar a relação entre ER e os estágios vertebrais.

Gênero	Parâmetros estimados		Equação	Limite de confiança da média (95%)
	Intercepto	EV		
Feminino	99,50190	13,91195	$Idade=99,50+13,91 \times EV$ (** $R^2:80,47\%$ )	$\pm 1,56$
Masculino	118,71706	11,82690	$Idade=118,72+11,83 \times EV$ (** $R^2:80,28\%$ )	$\pm 1,45$

EV: Estágios Vertebrais; ER: Idade estimada (Eklöf & Ringertz,1967);  $R^2$ :Coeficiente de determinação;

\*\* Significativo com nível de significância de 1%

Os modelos estimados para se representar a associação entre ER e EV são altamente significativos e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) são suficientemente consistentes para indicar uma associação forte entre as variáveis estudadas.

As inclinações das retas são bastante parecidas já que no caso do gênero feminino o coeficiente angular é 12,44 enquanto que na análise dos dados do gênero masculino se observa um coeficiente angular de 12,14, sendo as duas linhas, praticamente paralelas.

Os coeficientes lineares evidenciam que os valores de EV se associam a valores mais altos de ER no caso masculino (119,15) que no sexo feminino (107,99).

As equações apresentadas se referem às equações de uma reta, as quais são representadas na figura 11.

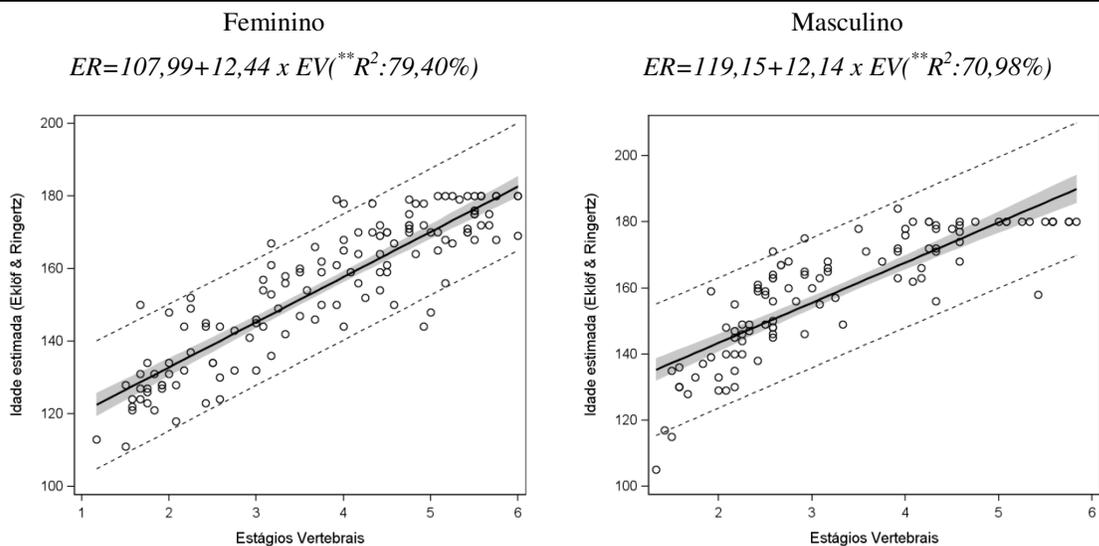


Figura 11 - Equações de regressão para representação da associação entre ER (Idade estimada de Eklöf & Ringertz, 1967) e Estágios Vertebrais (EV).

A justaposição das regressões em um mesmo gráfico é apresentada na figura 12.

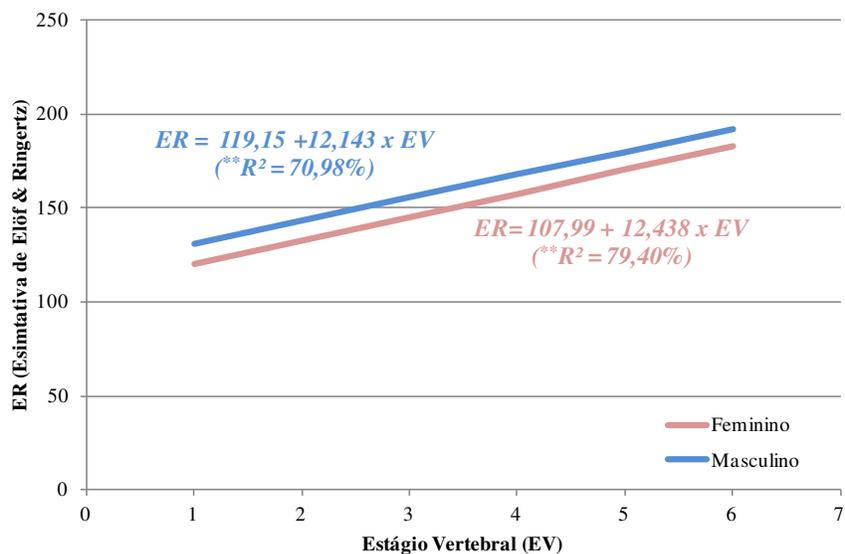


Figura 12 - Análise de regressão dos dados da estimativa ER (Idade estimada de Eklöf & Ringertz, 1967) em função dos Estágios Vertebrais separado por gênero.

### 5.3.3. Idade estimada (Greulich & Pyle) – GP

Comparando-se as variáveis preditora e de resposta, EV e GP, respectivamente, os parâmetros estimados e as estatísticas básicas para avaliação do modelo estimado através do processo de regressão são apresentados na tabela 8.

Tabela 8. Modelo estimado para representar a relação entre GP e os estágios vertebrais.

Gênero	Parâmetros estimados		Equação	Limite de confiança da média (95%)
	Intercepto	EV		
Feminino	93,62642	18,06040	$GP=93,63+18,06 \times EV$ (** $R^2:80,57\%$ )	$\pm 1,92$
Masculino	106,10462	17,73245	$GP=106,10+17,73 \times EV$ (** $R^2:81,49\%$ )	$\pm 2,19$

EV: Estágios Vertebrais; GP: Idade estimada (Greulich & Pyle, 1959);  $R^2$ : Coeficiente de determinação;

\*\* Significativo com nível de significância de 1%

Em ambos os casos se observa uma associação positiva, ou seja, diretamente proporcional o que permitiu concluir que o aumento de uma variável ocorre de maneira associada ao aumento da outra variável.

As inclinações das retas são bastante parecidas já que no caso do gênero feminino o coeficiente angular é 18,06 enquanto que na análise dos dados do gênero masculino se observa um coeficiente angular de 17,73, sendo as duas linhas, praticamente paralelas.

Os coeficientes lineares (intercepto) evidenciam a variável EV se associa a valores mais altos de GP no caso masculino (106,10) que no sexo feminino (93,63), repetindo o efeito observado nas regressões desenvolvidas anteriormente.

Os modelos estimados para se representar a associação entre GP e EV são altamente significativos e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicam a existência de uma associação muito forte entre as medidas, conforme evidenciado na figura 13.

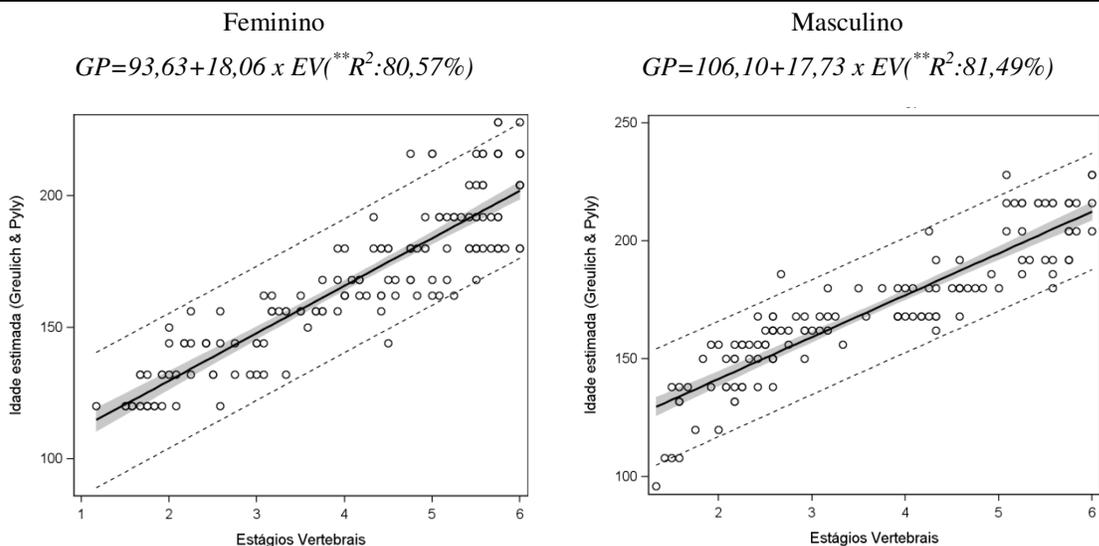


Figura 13 - Equações de regressão para representação da associação entre GP (Idade estimada de Greulich & Pyle, 1959) e Estágios Vertebrais (EV).

A justaposição das regressões em um mesmo gráfico é apresentada na figura 14.

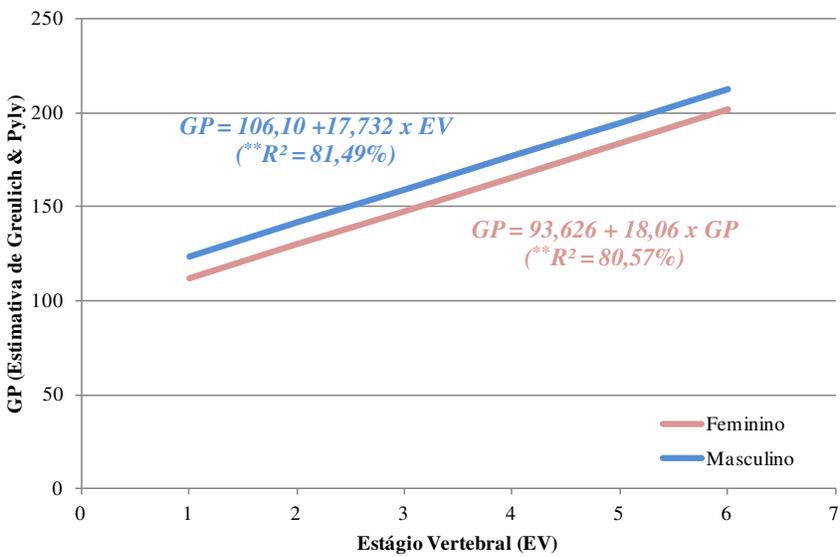


Figura 14 - Análise de regressão dos dados da estimativa GP (Idade estimada de Greulich & Pyle, 1959) em função dos Estágios Vertebrais separado por gênero.

### 5.3.4. Idade estimada (*Tanner et al.*) – TW3

Comparando-se as variáveis preditoras e de resposta, EV e TW3, respectivamente, os parâmetros estimados e as estatísticas básicas para avaliação do modelo estimado através do processo de regressão são apresentados na tabela 9.

Tabela 9. Modelo estimado para representar a relação entre TW3 e os estágios vertebrais.

Gênero	Parâmetros estimados		Equação	Limite de confiança da média (95%)
	Intercepto	EV		
Feminino	100,68832	15,09615	$TW3=100,69+15,10 \times EV$ (** $R^2:81,79\%$ )	$\pm 1,62$
Masculino	115,70399	14,14952	$TW3=115,70+14,15 \times EV$ (** $R^2:85,91\%$ )	$\pm 1,42$

EV: Estágios Vertebrais; TW3: Idade estimada (*Taner et al.*, 2001);  $R^2$ : Coeficiente de determinação;

\*\* Significativo com nível de significância de 1%

De maneira similar às análises anteriores se observa uma associação positiva, ou seja, diretamente proporcional o que nos permite concluir que o aumento de uma variável ocorre de maneira associada ao aumento da outra variável.

As inclinações das retas são bastante parecidas já que no caso do gênero feminino o coeficiente angular é 15,10 enquanto que na análise dos dados do gênero masculino se observa um coeficiente angular de 14,14, sendo as duas linhas, praticamente paralelas.

Os coeficientes lineares evidenciam a variável EV se associa a valores mais altos de TW3 no caso masculino (115,70) que no sexo feminino (100,69), repetindo o efeito observado nas regressões desenvolvidas anteriormente.

Os modelos estimados para se representar a associação entre TW3 e EV são altamente significativos e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) indicam a existência de uma associação muito forte entre as medidas, conforme evidenciado na figura 15.

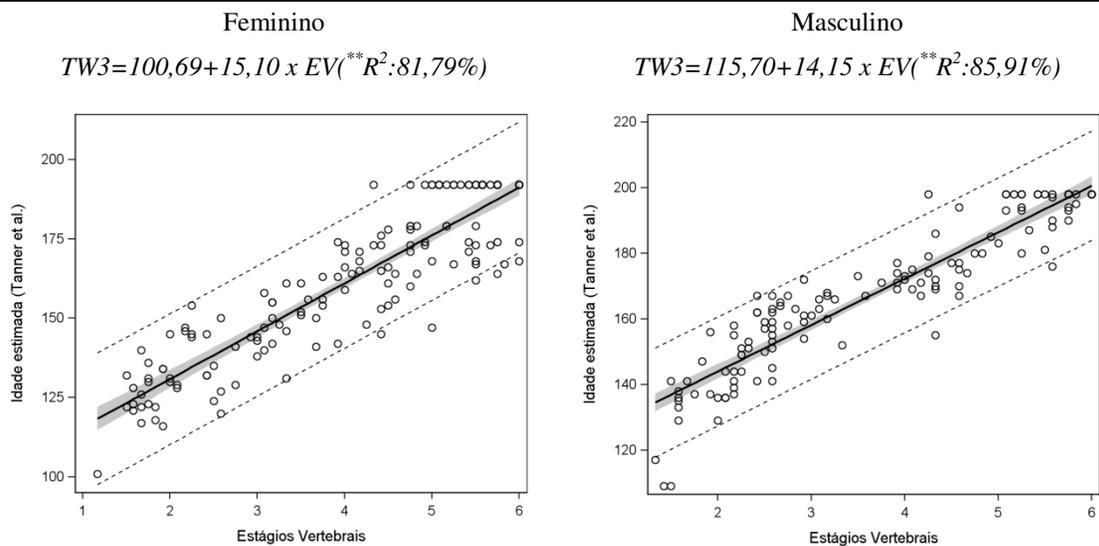


Figura 15 - Equações de regressão para representação da associação entre TW3 (Idade estimada de Tanner *et al*, 2001.) e Estágios Vertebrais (EV).

A justaposição das regressões em um mesmo gráfico é apresentada na figura 16 onde fica evidente o aproximado paralelismo entre as equações.

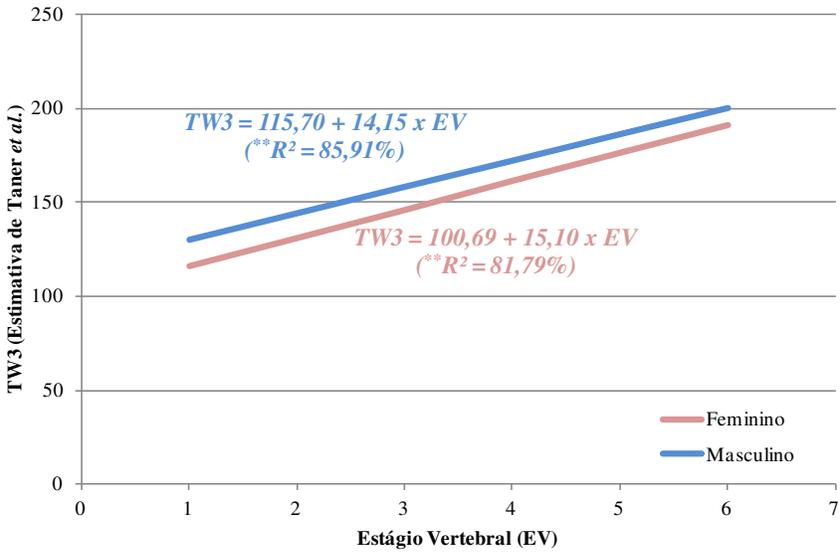


Figura 16 - Análise de regressão dos dados da estimativa TW3 (Idade estimada de Tanner *et al*, 2001.) em função dos Estágios Vertebrais separado por gênero.

## **6 DISCUSSÃO**

### **6.1. Quanto aos aspectos legais e forenses.**

As ciências forenses tem se tornado cada vez mais presentes e importantes nas decisões judiciais, investigações policiais, processos de identificação humana, e concessão de benefícios previdenciários.

A constituição Federal e o Estatuto da Criança e do Adolescente estabelecem que pessoas com até 18 anos incompletos respondam a uma legislação específica (Brasil, 1988, 1990).

Participando como vítima de algum ato criminoso, o conhecimento da idade torna-se importante, pois a menor idade é fator agravante na quantificação da pena aplicada (Brasil, 1940).

Desta forma, a determinação ou a estimativa da idade cronológica de um indivíduo, cuja idade se tem dúvida ou desconhecimento, é importante, pois, determinará a legislação a ser aplicada nos processos penais (Wittschieber *et al.*, 2013).

Em âmbito cível, como por exemplo, os processos de adoção de menores torna-se importante o conhecimento da idade para uma correta documentação do indivíduo.

Nos processos de identificação de corpos, onde os métodos tradicionais de identificação não são possíveis de serem aplicados, a estimativa da idade auxilia o perito, pois com o conhecimento da idade, pode-se diminuir o leque das possíveis vítimas.

A odontologia tem muito a oferecer de contribuição, seja pela avaliação dos dentes, avaliação da região de mão e punho, avaliação das vértebras cervicais, das suturas cranianas.

Os dentes comumente têm sido usados para a estimativa da idade cronológica, com melhores resultados até o final da mineralização. (Demirjian *et al.*, 1973; Cameriere *et al.*, 2006; Fernandes *et al.*, 2011).

A avaliação dos ossos carpais também é utilizada com o objetivo de averiguar a idade óssea e de estimar a idade cronológica.

Tais métodos podem se tornar inaplicáveis dependendo do meio e do grau de decomposição em que se encontra um corpo ou partes deste.

Não é incomum que, em corpos esqueletizados, não se encontre os ossos das extremidades de membros superiores e inferiores.

Da mesma forma, com o processo de putrefação, os dentes podem cair dos seus respectivos alvéolos. Cabe lembrar que ainda que os processos de recolhimentos dos corpos possam perder ou deixarem no local, partes importantes.

Quando se tem a necessidade de identificação de um corpo ou de restos mortais, e há ausência de dentes, os métodos disponíveis em odontologia ficam mais limitados do que em corpos com apresentam os dentes (Jain & Chowdhary, 2013).

As vértebras cervicais são pesquisadas muitas vezes como meios de se estimar a idade esquelética (Lamparski, 1972; Hassel & Farman, 1995; Baccetti *et al.*, 2002; Mito *et al.*, 2002; Casanova *et al.*, 2006; Caldas *et al.*, 2007; Wong *et al.*, 2009; Caldas *et al.*, 2010; Litsas & Ari-Demirkaya, 2010a; Mahajan, 2011; Lima *et al.*, 2012; Patcas *et al.*, 2012; Timmins *et al.*, 2012; Varshosaz *et al.*, 2012). A associação destas estruturas anatômicas com a idade cronológica tem mostrado índices de correlação relativamente baixos, fragilizando, assim, a confiabilidade desta estimativa (Litsas & Ari-Demirkaya, 2010a).

A correlação entre os EV e a idade cronológica foi de 0,73 para indivíduos do sexo feminino e 0,72 para indivíduos do sexo masculino (Litsas & Ari-Demirkaya, 2010b).

Os estágios vertebrais obtidos pelo método adotado neste estudo de análise das vertebra cervicais, associadas à idade cronológica dos indivíduos pesquisados produziram índices de correlação maior que a pesquisa citada anteriormente.

O índice de correlação entre o estágio vertebral e a idade cronológica, no sexo feminino, somente não superou a correlação entre a idade cronológica e o método carpal Greulich & Pyle (1959), ( $r_s = 0,9141$ ), mesmo assim com valores muito próximos ( $r = 0,9026$ ). Já no sexo masculino, o índice de correlação entre os estágios vertebrais e a idade cronológica, ( $r_s = 0,8980$ ) superou todos os métodos carpais. Estes dados mostram que o aumento da idade cronológica está fortemente correlacionado ao aumento dos estágios vertebrais.

Considerando as fórmulas de estimativa de idade cronológica pelas vértebras cervicais obtidas neste estudo, podemos descrever.

$$\text{Idade} = 99,50 + 13,91 \times \text{EV} (**R^2: 80,47\%) \text{ (feminino)}$$

$$\text{Idade} = 118,72 + 11,83 \times \text{EV} (**R^2: 80,28\%) \text{ (masculino)}$$

Os estágios vertebrais começam a partir de valor “1”, ou seja a idade cronológica estimada inicia-se em 113,4 meses no sexo feminino e no masculino em 130,5 meses no sexo feminino. Pelo método tradicional dos estágios vertebrais, a cada unidade de EV corresponderá a quase 14 meses e 12 meses nos sexos feminino e masculino, respectivamente. Levando-se em consideração a dificuldade de estabelecimentos dos estágios vertebrais, narrados por alguns autores (Hassel & Farman, 1995; Ozer *et al.*, 2006; Ball *et al.*, 2011; Shim *et al.*, 2012), estes valores podem sub ou super estimar a idade cronológica. Ao passo que, um décimo de um estágio corresponde a quase 1,4 meses e 1,2 meses, respectivamente, nos sexos feminino e masculino. Desta forma acredita-se que a obtenção dos estágios vertebrais como preconizado nesta pesquisa, ou seja, fracionado, pode ser de maior validade, uma vez que as frações correspondem a um intervalo menor, em meses, do que os estágios em números inteiros.

Analisando a equação obtida pela regressão linear, nota-se que tais valores nos dão subsídios para afirmar que as alterações morfológicas nas vértebras cervicais iniciam-se mais precocemente no sexo feminino. Este fato foi notado também em outros trabalhos (Timmins *et al.*, 2012).

## **6.2. Em relação à idade óssea.**

Voltando-se à parte clínica, vários estudos mostram que a idade cronológica não dá subsídios muito confiáveis para a determinação da idade óssea de um indivíduo. Pesquisas são realizadas objetivando a determinação desta idade óssea usando diferentes regiões do corpo (Greulich & Pyle, 1959; Eklof & Ringertz, 1967; Lamparski, 1972; Demirjian *et al.*, 1973; Hassel & Farman, 1995; Tanner *et al.*, 2001; Baccetti *et al.*, 2002; Haiter-Neto *et al.*, 2006; Caldas *et al.*, 2010) e, mesmo em uma mesma região, métodos diferentes são aplicados com a finalidade de maior precisão nos resultados.

Os resultados do presente estudo demonstram que os indivíduos da mesma idade podem apresentar diferentes estágios de maturação esquelética e que existem diferenças entre os sexos.

A importância da determinação em que grau de maturidade o indivíduo se encontra aumenta na mesma proporção em que os resultados dos tratamentos clínicos propostos tornam-se dependente desta maturidade.

Antes de uma intervenção com objetivos ortopédicos, é necessário o conhecimento da idade óssea, uma vez que esta pode não estar consoante com a idade cronológica (Horter *et al.*, 2012).

O desenvolvimento do indivíduo pode ser avaliado por meio de alguns parâmetros, uns mais outros menos confiáveis. Dentre os métodos de avaliação do desenvolvimento, tem se destacado, com melhores resultados, a idade óssea.

Para a análise da idade óssea, a odontologia tem se valido de radiografias de mão e punho, para obter o grau de desenvolvimento do indivíduo (Greulich & Pyle, 1959; Eklof & Ringertz, 1967; Fishman, 1979; Tanner *et al.*, 2001).

Os métodos carpais, que fizeram parte deste estudo, têm demonstrado eficiência nas populações estudadas. Em brasileiros estes métodos foram aplicados, concluindo-se que não houve diferenças significantes entre eles, e mostraram-se confiáveis (Haiter-Neto *et al.*, 2006).

A região carpal é alvo de várias pesquisas, pois, além de ser uma região relativamente pequena, nela é possível encontrar vários centros de ossificação, e ainda se ter facilidade da técnica para a obtenção dos exames radiográficos.

As vértebras cervicais vêm se destacando como outra referência importante na determinação da idade óssea. Esta avaliação é feita em telerradiografias em norma lateral, exame presente em todas as documentações ortodônticas e/ou ortopédicas maxilo-faciais (Lima *et al.*, 2012).

Vários autores têm obtido resultados que mostram boa correlação entre a maturação óssea pelos ossos carpais e pelas vértebras cervicais, Desta forma, usando as vértebras como indicador de desenvolvimento ósseo (Lamparski, 1972; Hassel & Farman, 1995; Baccetti *et al.*, 2002; Mito *et al.*, 2002; Kimmerle *et al.*, 2008; Wong *et al.*, 2009; Caldas *et al.*, 2010; Litsas & Ari-Demirkaya, 2010a; Lima *et al.*, 2012).

O método vertebral não é sensível para a detecção da maturidade de crescimento, exceto no período surto de crescimento, podendo afetar os resultados quando forem avaliados indivíduos muito aquém ou muito além do período do surto de crescimento(Wong *et al.*, 2009).

Os coeficientes de correlação entre EV e os métodos carpais no sexo feminino foram  $r_s = 0,8799$ ,  $r_s = 0,9113$  e  $r_s = 0,8890$  respectivamente para ER, GP e TW3. Para o sexo masculino os valores de coeficiente de correlação são  $r_s = 0,8988$ ,  $r_s = 0,9327$  e  $r_s = 0,9426$  respectivamente para ER, GP e TW3. Estes índices de coeficientes de correlação foram demonstrado maiores que outras pesquisas.

Coefficiente de correlação entre EV e o método carpal foi de 0,81 para o sexo feminino e 0,76 para o sexo masculino(Litsas & Ari-Demirkaya, 2010b).

Índices de correlação foram conseguidos com valores mais altos,  $r = 0,9521$  para o sexo masculino e  $r = 0,9408$  para o sexo feminino. Porém o próprio autor relata que a população estudada pertence a uma etnia mais fechada, tendo a necessidade de maiores estudos (Wong *et al.*, 2009).

Alguns autores encontraram dificuldade em estabelecer um estágio vertebral para o indivíduo, pois as vértebras podem se apresentar em períodos de transição entre estágios (Hassel & Farman, 1995; Ozer *et al.*, 2006; Ball *et al.*, 2011; Shim *et al.*, 2012). Encontra-se ainda, que os corpos vertebrais estão em uma determinada forma, indicando um determinado estágio, e as bordas inferiores com outra forma indicando um estágio diferente(Lima *et al.*, 2012).

Esta pesquisa analisou cada uma das estruturas em separado, e a cada uma foi estabelecido um estágio. O estágio vertebral do indivíduo foi dado após o calculo das médias. Ou seja, cada uma das partes analisadas participou efetivamente na construção do estágio final. Tal fato entra em concordância com outra pesquisa, onde a avaliação é feita de partes individuais, porém, com uso de um programa de computador (Chatzigianni & Halazonetis, 2009).

.O mesmo critério de avaliação de partes em separadas, juntando-se todas, para forma um estágio, tem dois, dos três, métodos carpais deste estudo, ER e TW3, onde cada osso em separado é analisado e a estimativa é obtida por meio de cálculos, levando-se em consideração todos os ossos avaliados (Eklof & Ringertz, 1967; Tanner *et al.*, 2001).

Acredita-se que o fato dos índices de correlação menores em outras pesquisas foi devido às dificuldades de se estabelecer estágios não fracionados, como realizados neste estudo.

As equações de regressão linear mostram que, por meio das vértebras cervicais, é possível se estimar a idade óssea, utilizando os métodos carpais, com suas respectivas equações.

Para o sexo feminino, quando se tem EV com valores menores, a idade óssea é sobre estimada pelo método carpal ER, ficando, GP e TW3, com valores menores e muito próximos. O EV onde GP, ER e TW3 mais se aproximam é por volta de 3,8. Com o aumento dos valores de EV, o método GP passa a sobre estimar a idade óssea, e TW3 e ER apresentam valores muito próximos.

Para o sexo masculino, TW3 sobre estima a idade óssea em relação aos métodos GP e ER, no estágio inicial. Para os valores de EV maiores, o

método ER sub estima a idade óssea, em relação aos métodos GP e TW3. O EV que mais aproxima os três métodos carpais é por volta de 1,3.

### **6.3. O por quê do uso das vértebras cervicais**

Pesquisadores relatam que a confiabilidade obtida pela avaliação das vértebras cervicais é alta e comparada aos métodos carpais (Lamparski, 1972; O'Reilly & Yanniello, 1988; Hassel & Farman, 1995; Baccetti *et al.*, 2002; Mito *et al.*, 2003; Wong *et al.*, 2009; Jaqueira *et al.*, 2010; Litsas & Ari-Demirkaya, 2010a; Ball *et al.*, 2011; Varshosaz *et al.*, 2012).

Para os indivíduos que serão tratados ortodonticamente, o uso das vértebras cervicais para a determinação da maturidade esquelética e estimativa de idade óssea torna-se importante, pois, não se tem a necessidade de exame adicional, como por exemplo, as radiografias de mão e punho, quando se tem que avaliar o estágio de desenvolvimento ósseo (Ball *et al.*, 2011; Mahajan, 2011).

Soma-se a este, o fato de que a obtenção de estágios vertebrais fracionados define melhor o grau de desenvolvimento em que o indivíduo se encontra e o posiciona melhor na curva de velocidade do surto de crescimento puberal.

A dosagem de radiação sofrida pelo paciente em radiografias carpais é menor que a dosagem da telerradiografia, mesmo com o protetor de tireoide (Patcas *et al.*, 2012), porém, a telerradiografia é exame indispensável em uma documentação ortodôntica. Sendo assim, o conhecimento do profissional em estimar a maturidade esquelética pelas vértebras cervicais pode evitar a exposição à radiação, mesmo que em doses pequenas, de um exame adicional, como as radiografias carpais.

### **6.4. Em relação a esta pesquisa.**

A maioria das pesquisas que analisam a determinação da idade esquelética e o grau de desenvolvimento ósseo por meio das vértebras cervicais, utiliza-se de apenas um método carpal por estudo (Lamparski, 1972; Hassel &

Farman, 1995; Baccetti *et al.*, 2002; Mito *et al.*, 2002; Caldas *et al.*, 2007; Chatzigianni & Halazonetis, 2009; Wong *et al.*, 2009; Caldas *et al.*, 2010; Ball *et al.*, 2011; Lima *et al.*, 2012; Shim *et al.*, 2012; Sun & Li, 2012; Varshosaz *et al.*, 2012).

Este estudo testou os índices de correlação de EV com três métodos carpais de uma única vez, ou seja, o mesmo critério de avaliação de EV foi empregado para a comparação com GP, ER e TW3. Como foi visto, os índices de correlação entre o EV e os três métodos carpais foram altos, maiores que a maioria das pesquisas. Cabe lembrar que os três métodos carpais foram pesquisados em brasileiros e se mostraram confiáveis nesta população. Acredita-se, assim que os estágios vertebrais, analisando as estruturas em separado, como foi feito nesta pesquisa, por ser considerado confiável.

#### **6.5. Posicionamento na curva do surto de crescimento puberal.**

A estimativa da idade óssea é importante para tratamentos como os realizados em ortodontia e ortopedia, porém, o posicionamento na curva de velocidade do surto de crescimento puberal tem suma importância também, pois, ajuda o profissional, de forma ilustrativa, localizar o momento do seu paciente nesta curva.

A figura 17 que se segue mostra a velocidade de crescimento em relação a idade, e foi apresentada em trabalho de pesquisa sobre a relação entre o pico do surto de crescimento puberal e altura máxima do corpo (Björk & Helm, 1967).

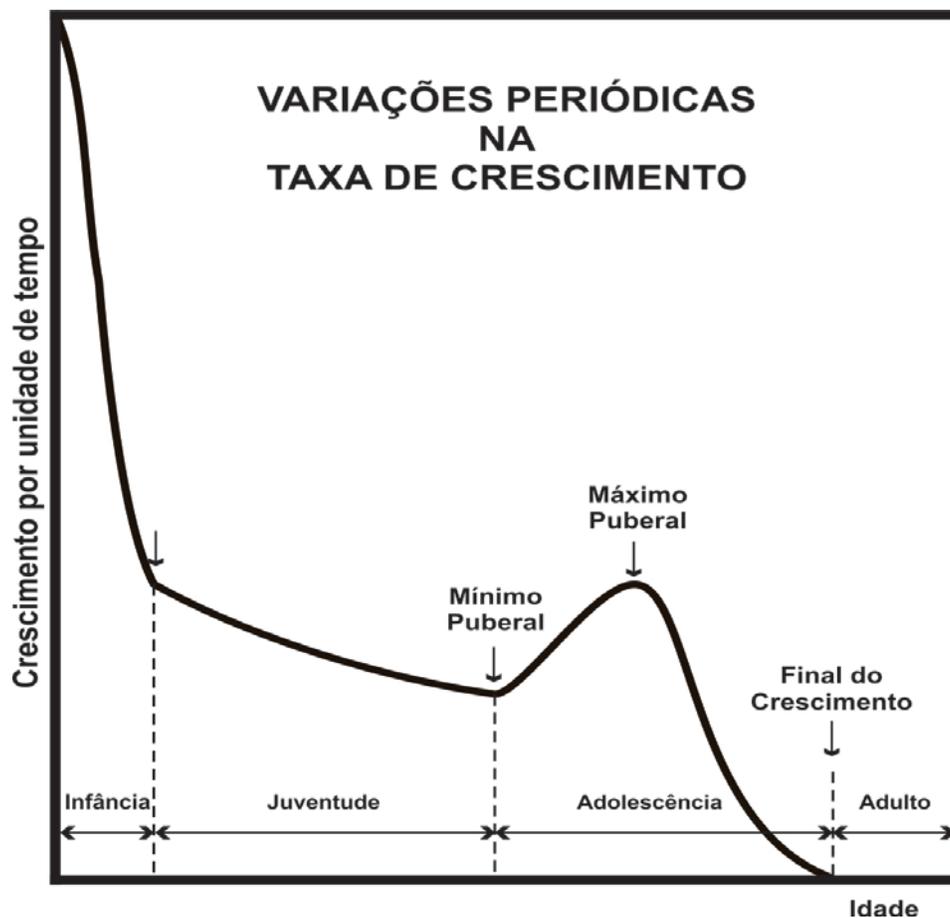


Figura 17 – Curva representativa da velocidade de crescimento desde o nascimento até se atingir a idade adulta.  
 Fonte: Björk & Helm, 1967.

Levando-se em consideração os percentuais de estimativa de crescimento proposto por Hassel & Farman (1995), e, ainda, que as alterações morfológicas pelas vértebras cervicais podem ser avaliadas somente no período entre o início do surto de crescimento puberal e a finalização do crescimento, podemos ilustrar estes fatos na parte da curva de velocidade de crescimento, proposta por Björk (1967), restringindo ao período de interesse.

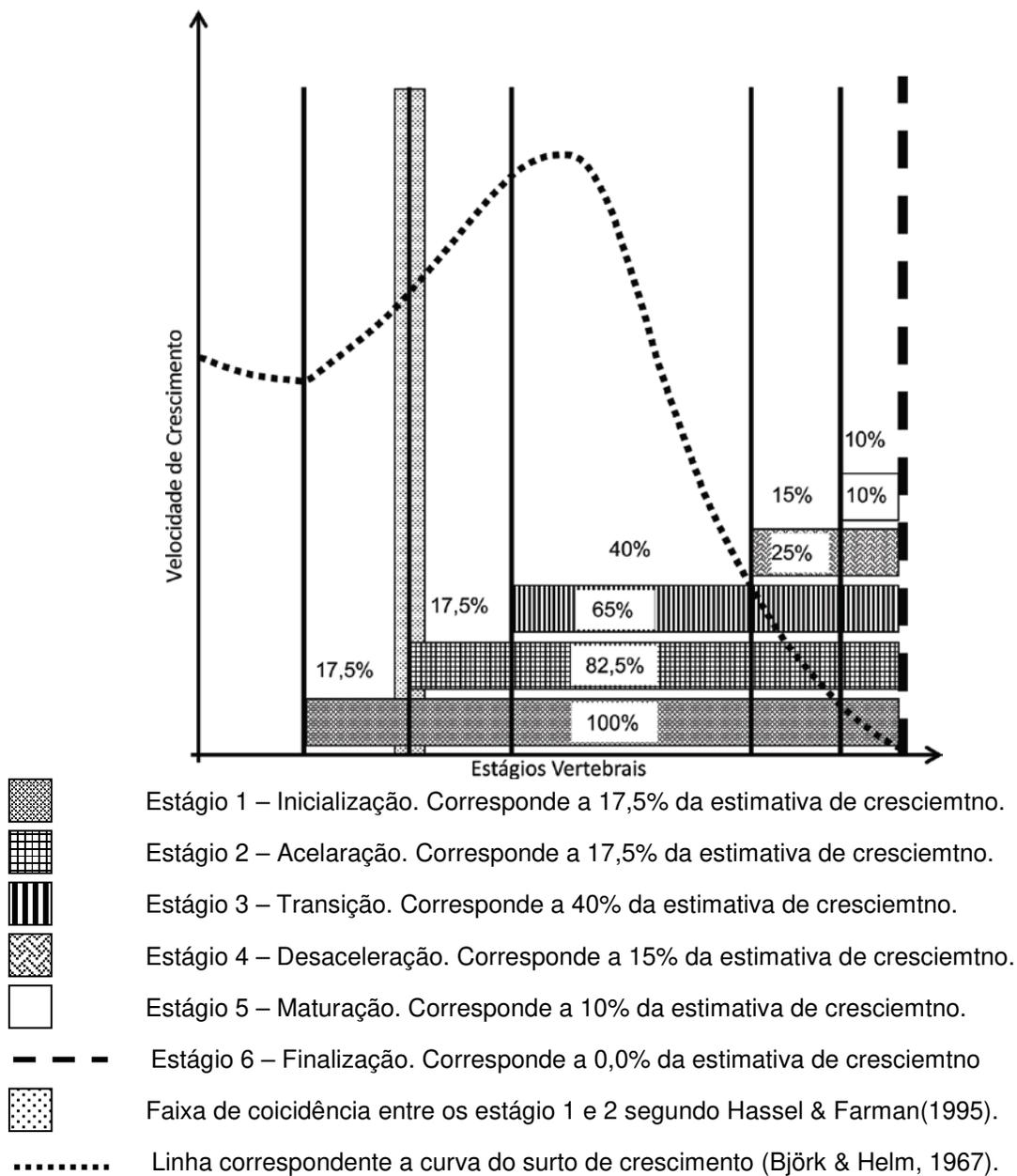


Figura. 18 – Esquema dos Estágios vertebrais, segundo Hassel & Farman (1995), na curva de velocidade do surto de crescimento puberal

Primeiramente, em relação aos estágios 1 e 2, inicialização e aceleração, respectivamente, segundo Hassel & Farman (1995) propõe que há

uma coincidência percentual na estimativa de crescimento de 5%. Para este trabalho adotamos que os cinco pontos percentuais coincidentes fossem divididos, ficando o estágio de inicialização entre 100% e 82,5%, e o estágio de aceleração entre 82,5% e 65%. Este procedimento torna mais fácil o posicionamento do indivíduo na curva de crescimento puberal, o que é primordial.

Como já foi dito anteriormente, encontrou-se muita dificuldade no estabelecimento dos estágios vertebrais, quando avaliados pelos métodos tradicionais (Mito *et al.*, 2002; Wong *et al.*, 2009; Lima *et al.*, 2012). Tomando como exemplo o estágio 3, transição, que corresponde ao estágio que detém o maior percentual de crescimento no surto, se houver erro durante uma avaliação, usando os métodos tradicionais, pode-se tirar ou acrescentar uma estimativa de 40% crescimento que o indivíduo avaliado não possui.

Desta forma, o método proposto por este estudo vem auxiliar o profissional que necessita do posicionamento de seu paciente na curva de crescimento.

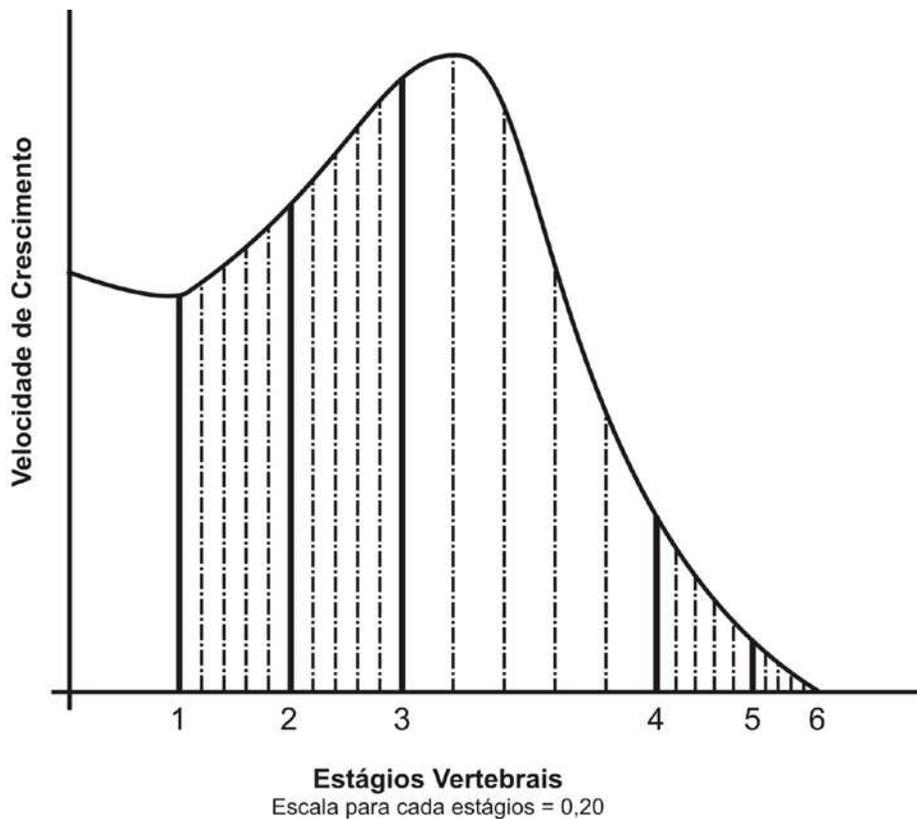


Figura 19 – Esquema proposto por este estudo para posicionamento na curva de velocidade do surto de crescimento puberal

A curva de crescimento proposta por este trabalho tem como referência a curva de velocidade de crescimento proposta por Björk & Helm (1967), no intervalo entre o mínimo pré-puberal e o crescimento completo.

A figura acima é uma das propostas deste trabalho para uma maior facilidade de posicionamento na curva de crescimento. As distâncias entre as linhas tracejadas não têm valores métricos e sim percentuais, correspondendo a 0,2 ou 20% dentro de um determinado estágio. Este é o motivo em que as linhas tracejadas têm maior distância entre elas no estágio de transição, que tem valor de 40% de estimativa de crescimento, e tem menor distância no estágio de maturação, que tem o valor de 10% de estimativa de crescimento.

## 7. CONCLUSÃO

Por este estudo concluiu-se que:

- ✓ É possível utilizar as vértebras cervicais, pelo método proposto por esta pesquisa, para estimar a idade cronológica, porém, há a necessidade de maiores estudos;
- ✓ É confiável a utilização das vértebras cervicais, pelo método proposto por esta pesquisa, na estimativa da idade óssea;
- ✓ Pelo método proposto por esta pesquisa, consegue-se posicionar melhor o paciente na curva de velocidade do surto de crescimento puberal;
- ✓ Pelo método proposto por esta pesquisa, pode-se substituir com confiança, o exame carpal, pelo exames das vértebras cervicais para a estimativa da maturidade esquelética, diminuindo, para o paciente exposição a exames adicionais e custos financeiros.

## REFERÊNCIAS\*

Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002; 72(4):316-23.

Ball G, Woodside D, Tompson B, Hunter WS, Posluns J. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011; 139(5):e455-e61.

Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967; 37(2):134-43.

Brasil. Decreto-Lei nº 2.848, de 7 de dezembro de 1940. Código Penal. Brasília, DF: Diário Oficial da União;1940.

Brasil. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado;1988.

Brasil. Lei nº 8.069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Brasília, DF: Diário Oficial da União;1990.

Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res.* 2010; 24:120-6.

Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter Neto F. New formula to objectively evaluate skeletal maturation using lateral cephalometric radiographs. *Braz Oral Res.* 2007; 21:330-5.

Calfee RP, Sutter M, Steffen JA, Goldfarb CA. Skeletal and chronological ages in American adolescents: current findings in skeletal maturation. *J Child Orthop.* 2010; 4(5):467-70.

Cameriere R, Ferrante L, Cingolani M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. *Int J Legal Med.* 2006; 120(1):49-52.

Casanova MS, Ortega AI, Haiter-Neto F, Almeida SMd. Análise comparativa da maturação óssea determinada pelo método de Grave-Brown entre imagens convencionais e digitalizadas. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006; 11:104-9.

---

\* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseadas na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Chatzigianni A, Halazonetis DJ. Geometric morphometric evaluation of cervical vertebrae shape and its relationship to skeletal maturation. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 136(4).

Damian MF, Woitchunas FE, Cericato GO, Cechinato F, Moro G, Massochin ME *et al.* Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. *R Dental Press Ortodontia e Ortopedia Facial.* 2006; 11(5):110-20.

Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973; 45(2):211-27.

Eklof O, Ringertz H. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann Radiol (Paris).* 1967; 10(3):330-6.

Estevão RF. A redução da maioridade penal é medida recomendável para a diminuição da violência? *Revista Jurídica.* 2012; (361):118.

Eveleth PB. The effects of climate on growth. *Ann N Y Acad Sci.* 1966; 134(2):750-9.

Fernandes MM, Tinoco RL, Braganca DP, Lima SHR, Francesquini Junior L, Daruge Junior E. Age estimation by measurements of developing teeth: accuracy of Cameriere's method on a Brazilian sample. *J Forensic Sci.* 2011; 56(6):1616-9.

Fishman LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. *Angle Orthod.* 1979; 49(3).

Greulich WW, Pyle SI. Radiograph atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2 ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.

Haiter-Neto F, Almeida SM, Leite CC. Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. *Pesqui Odontol Bras.* 2000; 14(4):378-84.

Haiter-Neto F, Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS. Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006; 130(4):435 e15-20.

Hassel, Farman. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 107(1):58-66.

Horter MJ, Friesen S, Wacker S, Vogt B, Leidiger B, Roedl R *et al.* [Determination of skeletal age : comparison of the methods of Greulich and Pyle and Tanner and Whitehouse]. *Orthopade*. 2012; 41(12):966-76.

Jain A, Chowdhary R. Palatal rugae and their role in forensic odontology. *J Investig Clin Dent*. 2013.

Jaqueira LM, Armond MC, Pereira LJ, Alcantara CE, Marques LS. Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res*. 2010; 24(4):433-7.

Kimmerle EH, Jantz RL, Konigsberg LW, Baraybar JP. Skeletal estimation and identification in American and East European populations. *J Forensic Sci*. 2008; 53(3):524-32.

Lai EH-H, Liu J-P, Chang JZ-C, Tsai S-J, Yao C-CJ, Chen M-H *et al.* Radiographic Assessment of Skeletal Maturation Stages for Orthodontic Patients: Hand-wrist Bones or Cervical Vertebrae? *J Formos Med Assoc*. 2008; 107(4):316-25.

Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [Dissertação]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.

Lima SHR, Machado MPS, Fernandes MM, Benedicto EN, Daruge Júnior E. A importância pericial das vértebras cervicais nos casos de identificação humana. *RFO UPF*. 2012; 17(1).

Litsas G, Ari-Demirkaya A. Growth indicators in orthodontic patients. Part 1: comparison of cervical vertebral maturation and hand-wrist skeletal maturation. *Eur J Paediatr Dent*. 2010a; 11(4):171-5.

Litsas G, Ari-Demirkaya 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*. 2010b; 11(4):176-80.

Machado DRL, Barbanti VJ. Maturação esquelética e crescimento em crianças e adolescentes. *Rev bras cineantropom desempenho hum (Online)*. 2007; 9(1):12-20.

Mahajan S. Evaluation of skeletal maturation by comparing the hand wrist radiograph and cervical vertebrae as seen in lateral cephalogram. *Indian J Dent Res*. 2011; 22(2):309-16.

Means RF, Heller LD, Janofsky JS. Transferring juvenile defendants from adult to juvenile court: how Maryland forensic evaluators and judges reach their decisions. *J Am Acad Psychiatry Law*. 2012; 40(3):333-40.

Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2002; 122(4):380-5.

Mito T, Sato K, Mitani H. Predicting mandibular growth potential with cervical vertebral bone age. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics*. 2003; 124(2):173-7.

Moradi M, Sirous M, Morovatti P. The reliability of skeletal age determination in an Iranian sample using Greulich and Pyle method. *Forensic Sci Int*. 2012; 223(1-3):372 e1-4.

O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular Growth Changes and Maturation of Cervical Vertebrae. *Angle Orthod*. 1988; 58(2):179-84.

Oh Y, Lee R, Kim HS. Evaluation of skeletal maturity score for Korean children and the standard for comparison of bone age and chronological age in normal children. *J Pediatr Endocrinol Metab*. 2012; 25(3-4):279-84.

Ozer T, Kama JD, Ozer SY. A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; 130(2):131 e1-6.

Patcas R, Signorelli L, Peltomaki T, Schatzle M. Is the use of the cervical vertebrae maturation method justified to determine skeletal age? A comparison of radiation dose of two strategies for skeletal age estimation. *Eur J Orthod*. 2012.

Paxton ML, Lamont AC, Stillwell AP. The reliability of the Greulich-Pyle method in bone age determination among Australian children. *J Med Imaging Radiat Oncol*. 2013; 57(1):21-4.

Rozylo-Kalinowska I, Kolasa--Raczka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod*. 2011; 33(1):75-83.

Sachan K, Sharma VP, Tandon P. A correlative study of dental age and skeletal maturation. *Indian J Dent Res*. 2011; 22(6):882.

Shim JJ, Bogowicz P, Heo G, Lagravere MO. Interrelationship and limitations of conventional radiographic assessments of skeletal maturation. *Int Orthod*. 2012; 10(2):135-47.

Shrout PE, Fleiss JL. Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychol Bull.* 1979; 86(2):420-8.

Sun L, Li W. Cervical Vertebral Maturation of Female Children With Orofacial Clefts. *Cleft Palate Craniofac J.* 2012.

Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). 3 ed. New York: WB Saunders; 2001.

Ten CY. Estimativa de Idade pela mineralização dos ossos do carpo através de radiografias padronizadas [Dissertação]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 1994.

Timmins K, Liversidge H, Farella M, Herbison P, Kieser J. The usefulness of dental and cervical maturation stages in New Zealand children for Disaster Victim Identification. *Forensic Sci Med Pathol.* 2012; 8(2):101-8.

Varshosaz M, Ehsani S, Nouri M, Tavakoli MA. Bone age estimation by cervical vertebral dimensions in lateral cephalometry. *Prog Orthod.* 2012; 13(2):126-31.

Weir JP. Quantifying test-retest reliability using the intraclass correlation coefficient and the SEM. *J Strength Cond Res.* 2005; 19(1):231-40.

Wittschieber D, Schmeling A, Schmidt S, Heindel W, Pfeiffer H, Vieth V. The Risser sign for forensic age estimation in living individuals: a study of 643 pelvic radiographs. *Forensic Sci Med Pathol.* 2013; 9(1):36-43.

Wong RWK, Alkhal HA, Rabie ABM. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics* : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 2009; 136(4):484.e1-.e6.

Zhang S, Wang J, Tan Y, Chen Z, Zhang K, Ba K *et al.* [Relationships between dental calcification stages and cervical vertebral bone ages among children and adolescents in Chengdu]. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2012; 30(6):620-3.

## ANEXO



**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**



### CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa **"Avaliação do método proposto por Lima para avaliação de desenvolvimento ósseo pelas vértebras cervicais em comparação com três métodos de desenvolvimento ósseos pelos ossos carpais"**, protocolo nº 011/2012, dos pesquisadores Silas Henrique Rabelo de Lima, Eduardo Daruge Júnior e Francisco Haiter Neto, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 13/04/2012.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project **"Comparison of proposed method for evaluation of development to file for bone cervical vertebrae in connection with three methods of evaluation of bone development by carpal bones"**, register number 011/2012, of Silas Henrique Rabelo de Lima, Eduardo Daruge Júnior and Francisco Haiter Neto, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee at 04/13/2012.

**Profa. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta**  
Secretária  
CEP/FOP/UNICAMP

**Prof. Dr. Jacks Jorge Junior**  
Coordenador  
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.  
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.