

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA  
SEÇÃO PARANÁ (ABO – PR)**

**MÉTODOS DE GREULICH & PYLE  
E EKLÖF & RINGERTZ NA ESTIMATIVA  
DA IDADE ÓSSEA**

**ANA PAULA PASQUALIN TOKUNAGA**

**CURITIBA  
2013**

**ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA  
SEÇÃO PARANÁ (ABO – PR)**

**MÉTODOS DE GREULICH & PYLE  
E EKLÖF & RINGERTZ NA ESTIMATIVA  
DA IDADE ÓSSEA**

**ANA PAULA PASQUALIN TOKUNAGA**

**MONOGRAFIA APRESENTADA À ASSOCIAÇÃO  
BRASILEIRA DE ODONTOLOGIA – SEÇÃO  
PARANÁ, ABO-PR, PARA OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE ESPECIALISTA EM RADIOLOGIA  
ODONTOLÓGICA E IMAGINOLOGIA.**

**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ESTOMATOLOGIA.**

***ORIENTADORA: PROF. DRA. ÂNGELA FERNANDES***

**CURITIBA**

**2013**

Data da Defesa: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Fernando Henrique Westphalen

Termo de aprovação: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Profa. Dra. Ângela Fernandes

Termo de aprovação: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Prof. Ademir Franco do Rosário Junior

Termo de aprovação: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

*Aos meus pais, pelo amor e exemplo.*

*Ao meu marido e ao meu filho, por tornarem minha vida completa.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, que até aqui tem me ajudado (1 Sm 7:12).

À Radio Memory, por ceder o *software* e a licença de uso para a realização deste estudo, em especial ao Alexandre Oliveira, pelo apoio técnico na utilização do programa.

Ao Laboratório de Ensino e Pesquisa de Radiologia Odontológica e Imaginologia da UFPR - que cedeu as radiografias usadas neste trabalho - na pessoa da Professora Dra. Ângela Fernandes, minha orientadora e principal incentivadora.

Ao Professor Dr. Aguinaldo José do Nascimento, pela solicitude e auxílio com as análises estatísticas desta pesquisa.

Ao meu pai, Osni Pasqualin, pela ajuda com os gráficos, não se importando com o tempo que isso tomaria.

Ao meu marido, Marcos Tokunaga, pelo apoio e amor incondicionais.

Aos professores do curso de especialização em Radiologia Odontológica e Imaginologia da ABO-PR, pelo conhecimento e entusiasmo transmitidos.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE GRÁFICOS.....	9
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	14
<b>2.1 Crescimento e desenvolvimento</b> .....	14
<i>2.1.1. Desenvolvimento ósseo</i> .....	14
<b>2.2 Idade cronológica x idade biológica</b> .....	15
<i>2.2.1 Idade estatural</i> .....	16
<i>2.2.2 Idade óssea</i> .....	17
<i>2.2.3 Idade dentária</i> .....	18
<i>2.2.4 Idade circumpumberal</i> .....	19
<b>2.3 Aplicações clínicas da determinação da idade óssea</b> .....	20
<b>2.4 Métodos de determinação da idade óssea</b> .....	20
<i>2.4.1 O método de Greulich &amp; Pyle</i> .....	22
<i>2.4.2 O método de Eklöf &amp; Ringertz</i> .....	25
3 PROPOSIÇÃO.....	27
4 MATERIAL E MÉTODO.....	28
<b>4.1 Análises pelo método de Greulich &amp; Pyle</b> .....	29

<b>4.2 Análises pelo método de Eklöf &amp; Ringertz.....</b>	<b>31</b>
<b>5 RESULTADOS.....</b>	<b>34</b>
<b>5.1 Análise de variância.....</b>	<b>34</b>
<b>5.2 Comparação de médias.....</b>	<b>34</b>
<b>5.3 Análises de correlação.....</b>	<b>36</b>
<i>5.3.1 Gráficos de correlação.....</i>	<i>36</i>
<b>5.4 Distribuição dos resultados.....</b>	<b>40</b>
<b>6. DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
<b>7 CONCLUSÃO.....</b>	<b>45</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>48</b>
Resultados das análises feitas pelo método de Greulich & Pyle.....	48
Resultados das análises feitas pelo método de Eklöf & Ringertz.....	50

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Representação esquemática da formação do osso endocondral.....	15
<b>Figura 2</b> - Centros de ossificação analisados pelo método de Greulich & Pyle.....	29
<b>Figura 3</b> - Exemplo de análise pelo método de Greulich & Pyle.....	30
<b>Figura 4</b> - Centros de ossificação considerados pelo método de Eklöf & Ringertz.....	31
<b>Figura 5</b> - Marcação dos pontos em radiografia carpal por meio do programa Radiocef Studio 2, módulo de idade óssea.....	32
<b>Figura 6</b> - Relatório gerado pelo programa Radiocef Studio 2, módulo de idade óssea.....	33



## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Análise de variância, modelo fatorial.....	34
<b>Tabela 2</b> - Análises de correlação.....	36
<b>Tabela 3</b> - Distribuição dos resultados em percentual para o sexo masculino.....	40
<b>Tabela 4</b> - Distribuição dos resultados em percentual para o sexo feminino.....	40

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Variação da velocidade de crescimento segundo Björk & Helm.....	17
<b>Gráfico 2</b> - Desvios padrão para o sexo masculino.....	35
<b>Gráfico 3</b> - Desvios padrão para o sexo feminino.....	35
<b>Gráfico 4</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre a idade cronológica e o método de Greulich & Pyle para o sexo masculino.....	37
<b>Gráfico 5</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre a idade cronológica e o método de Greulich & Pyle para o sexo feminino.....	37
<b>Gráfico 6</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre a idade cronológica e o método de Eklöf & Ringertz para o sexo masculino.....	38
<b>Gráfico 7</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre a idade cronológica e o método de Eklöf & Ringertz para o sexo feminino.....	38
<b>Gráfico 8</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre os métodos de Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para o sexo masculino.....	39

<b>Gráfico 9</b> - Gráfico de dispersão: correlação entre os métodos de Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para o sexo feminino.....	39
<b>Gráfico 10</b> Distribuição dos resultados.....	40

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi verificar a correlação entre os métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle (atlas comparativo) e Eklöf & Ringertz (*software* Radiocef Studio 2) com o intuito de verificar o grau de correlação entre eles e deles com as idades cronológicas da amostra. Foram avaliadas 97 radiografias carpais de crianças e adolescentes saudáveis, brasileiros, sendo 42 meninos e 55 meninas, com idades que variavam entre 4 e 16 anos. As imagens foram obtidas do arquivo do Laboratório de Ensino e Pesquisa de Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil. Os resultados demonstraram alta correlação para todas as comparações, indicando que os métodos são estatisticamente semelhantes entre si e com a idade cronológica dos indivíduos da amostra ( $p > 0,05$ ). Ambos os métodos tiveram a tendência de subestimar as idades dos indivíduos. Resultados num intervalo de 1 ano para mais e 1 ano para menos foram considerados normais. As vantagens do método de Greulich & Pyle são o fato de considerar a fusão de epífises e diáfises e a praticidade da utilização do atlas. A desvantagem principal são os intervalos longos entre as imagens-padrão do atlas. A vantagem principal do método de Eklöf & Ringertz é a facilidade de sua aplicação por meio de *software*, o que não exige grande experiência do avaliador. As desvantagens são o fato de se basear apenas em medidas ósseas, o que limita sua aplicação até os 15 anos de idade e que, quando aplicado de forma manual, perde muito em praticidade. Ambos os métodos trazem resultados confiáveis também quando utilizados em crianças brasileiras.

**Palavras-chave:** *idade óssea; radiografia carpal; determinação da idade pelo esqueleto; ossos do carpo; mão; desenvolvimento ósseo*

## ABSTRACT

The aim of this study was to verify the correlation between two methods for estimating bone age: Greulich & Pyle (comparative atlas) and Eklöf & Ringertz (using the software Radiocef Studio 2) in order to verify the correlation between them and, also, to the chronological ages of the sample. 97 hand-wrist radiographs were evaluated in healthy children and teenagers, all Brazilians, 42 boys and 55 girls, with ages ranging from 4 to 16 years old. The radiographic images were obtained from the archive of the Laboratory of Education and Research in Dental Radiology and Imaging of Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brazil. The results have shown high correlation for all comparisons, indicating that the methods are statistically similar to each other and to the chronological age of the sample ( $p > 0.05$ ). Both methods tend to underestimate the ages. Twelve months of deviation from the chronological age has been considered normal. Greulich & Pyle's method advantages are to consider the fusion of epiphyses and diaphyses and the fact that the atlas is very practical. The main disadvantage is the long interval between some standard images. Eklöf & Ringertz's method main advantage is to be practical when used in computer, this way the evaluator doesn't need much experience. The disadvantages are the fact of it relies only on bone measurements, which limits its application to until 15 years old individuals and, also, when it is applied without software support it is not so practical. Both methods offer reliable results when used in Brazilian children.

**Keywords:** *bone age; carpal radiography, age determination by skeleton; carpal bones; hand; bone development*

# 1 INTRODUÇÃO

Um desafio frequente na prática clínica do ortodontista e/ou do odontopediatra é a determinação do momento ideal para intervir, tanto no sentido de interceptar quanto de corrigir maloclusões e inadequações dento-esqueléticas. A estimativa da idade óssea e do posicionamento do paciente na curva de crescimento e desenvolvimento é essencial nessa tomada de decisão, o que influenciará não só o momento da intervenção, mas conduta a ser praticada.

Há consenso na literatura de que, no caso de correções ortopédicas em pré-adolescentes e adolescentes, a melhor época para intervir é durante o surto de crescimento puberal (SCP), fase em que o crescimento ósseo é acelerado. O SCP pode ser representado graficamente como uma parábola e o topo dessa parábola representa o pico de crescimento puberal (ou máximo puberal). No sexo feminino o SCP acontece antes, porém é mais duradouro nos indivíduos do sexo masculino, e costuma durar cerca de 2 anos para ambos. O SCP é de especial importância na ortodontia e ortopedia funcional dos maxilares dada a relação existente entre ele e as dimensões faciais da maxila e mandíbula. A estratégia mais usada na determinação da ocorrência do SCP é a avaliação de radiografias dos ossos da mão e do punho (radiografias carpais).

Este estudo comparou dois dos métodos de determinação da idade óssea por radiografias carpais mais utilizados mundialmente, com o objetivo de identificar o grau de correlação entre eles e deles com as idades cronológicas dos indivíduos da amostra.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Crescimento x desenvolvimento

Pode-se definir como crescimento a ampliação na estrutura do corpo, tendo em vista a multiplicação e o aumento do tamanho das células. O crescimento cessa quando a altura individual máxima (crescimento linear) do indivíduo é alcançada. O crescimento é um processo dinâmico e contínuo que se inicia na concepção e vai até o final da vida. Constitui um dos melhores indicadores de saúde e reflete as condições de vida de uma criança no passado e no presente<sup>1</sup>.

Já o desenvolvimento é um conceito amplo que se refere a uma transformação complexa, contínua, dinâmica e progressiva, que inclui, além do crescimento, a maturação, a aprendizagem e os aspectos psíquicos e sociais. O desenvolvimento compreende as fases da infância (até os 12 anos de idade, com taxa de crescimento em desaceleração), adolescência (dos 12 aos 18 anos, com aumento da taxa de crescimento e surto puberal) e a fase adulta (maturidade e senilidade)<sup>2</sup>.

#### 2.1.1 *Desenvolvimento ósseo*

As variáveis que mensuram a maturidade esquelética são o grau de mineralização, o tamanho e a forma dos ossos. A avaliação do estágio de maturidade esquelética de um indivíduo demanda um exame rigoroso, além do conhecimento do processo de crescimento e desenvolvimento dos ossos. O crescimento longitudinal dos ossos longos se dá por um fenômeno chamado ossificação endocondral, já o crescimento em largura ocorre segundo o desenvolvimento do tecido esquelético diretamente da membrana fibrosa. A calcificação inicial se dá perto do centro da diáfise, uma região chamada de centro primário de

ossificação<sup>3</sup>. Todos os ossos planos, inclusive os carpais, ossificam a partir do centro primário de ossificação, mas os ossos longos desenvolvem, também, centros secundários, presentes na cartilagem da extremidade do osso. A parte do osso que se forma a partir do centro primário é chamada diáfise, enquanto a parte do osso que se forma a partir do centro secundário se chama epífise. À medida que o centro secundário vai se ossificando, a cartilagem é substituída por tecido ósseo, até que permaneça apenas a placa cartilaginosa epifisária, separando a diáfise da epífise. A extremidade óssea em crescimento recebe o nome de metáfise. Epífise e diáfise continuam crescendo até que a placa epifisária se ossifique por completo<sup>4</sup>.

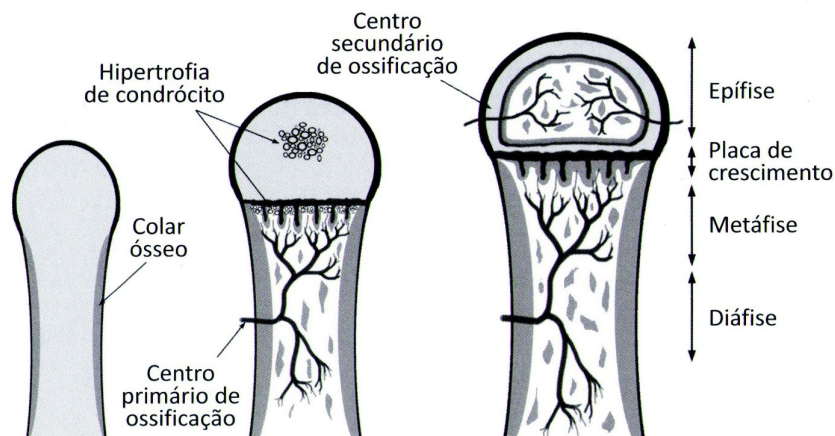


Figura 1 – Representação esquemática da formação do osso endocondral.

FONTE: Gilsanz & Ratib (2012)<sup>3</sup>.

## 2.2 Idade cronológica x idade biológica

O termo idade pode ser definido como a época que designa cada uma das fases da vida de uma pessoa. Dessa forma, cada idade



traz consigo características específicas, e suas análises podem ser usadas para mensurar os estágios de desenvolvimento do ser humano.

A idade cronológica costuma não ser um indicador fiel do desenvolvimento humano, pois crianças que apresentam a mesma idade cronológica podem estar em estágios distintos de desenvolvimento, considerando-se fatores modificadores como: genética, etnia, gênero, fatores ambientais, fatores hormonais e fatores nutricionais. Mesmo não sendo um parâmetro fidedigno, a idade cronológica deve ser considerada no entendimento das manifestações biológicas que ocorrem no período que se estende da pré-adolescência à maturidade, mantendo-se sempre um desvio padrão alto. O conhecimento da idade cronológica é um dado importante na predição do desenvolvimento craniofacial, mesmo levando-se em conta as amplas variações individuais.

A idade biológica é estimada pela maturação de um ou mais tipos de sistemas fisiológicos, e parece ser um indicativo mais preciso do estágio de desenvolvimento pelo qual passa o indivíduo. A idade biológica engloba a própria idade cronológica, mas somam-se a ela outros conceitos de importância, a saber:

### *2.2.1 Idade estatural*

O crescimento estatural pode ser representado pela curva da velocidade de crescimento de Björk & Helm<sup>1</sup> (Gráfico 1), que representa incrementos anuais de intensidade variável. Os valores da curva são altos logo após o nascimento e começam a decrescer na primeira infância, mantendo-se estáveis até o começo da adolescência. Nesse ponto dá-se início a um fenômeno chamado surto puberal, que é representado por uma curva ascendente de crescimento até atingir um pico máximo (máximo puberal). A partir do máximo puberal a curva se

torna descendente, até que o indivíduo atinja a maturidade e esquelética e, por consequência, pare de crescer.

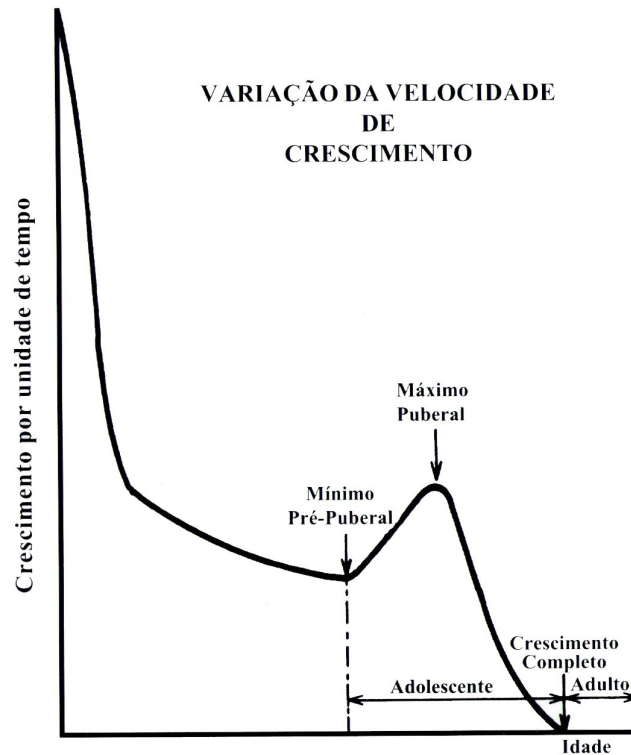


Gráfico 1 - Variação da velocidade de crescimento. FONTE: Björk & Helm (1967)<sup>1</sup>.

### 2.2.2 Idade óssea

A *idade óssea* é uma das variáveis que compõem a idade biológica, e aquela que melhor a representa. O tecido ósseo se desenvolve segundo padrões contínuos, sendo que o término do processo de crescimento esquelético é caracterizado pelo desaparecimento da cartilagem de conjugação dos ossos longos e pela conseqüente fusão de suas epífises. Se os eventos que culminam na fusão das epífises são conhecidos, é possível, por meio de imagens radiográficas, estimar a idade óssea de um indivíduo pela análise das fases dos seus centros de ossificação.

Vários são os métodos de estimativa da idade óssea. Os primeiros métodos utilizavam partes diferentes do esqueleto, mas a região de mão e punho, ao longo do tempo, tornou-se a opção mais usada entre os profissionais de Odontologia / Ortodontia como auxílio diagnóstico.

Dos métodos de avaliação da idade óssea por meio de radiografia de mão e punho, o mais conhecido e utilizado mundialmente é o atlas de Greulich & Pyle<sup>5</sup>.

### *2.2.3 Idade dentária*

O exame clínico propicia que a idade dentária seja geralmente a primeira idade biológica do paciente com a qual o cirurgião-dentista / ortodontista tem contato. Sua importância na determinação da época certa de intervenção ou correção de maloclusões é valiosa. A observação da cronologia de irrompimento e dos estágios de desenvolvimento dos dentes são dados de rápida assimilação e fácil comunicação entre os profissionais da área.

A época de irrompimento dentário é o fator que costuma apresentar maior variação individual, pois sofre a influência direta de fatores locais (exodontias precoces ou tardias de dentes decíduos, por exemplo), doenças e questões nutricionais que atuam nos dentes e podem alterar tanto a sequência quanto a época de irrompimento. Van der Linden (1986)<sup>6</sup> considerou apenas o aspecto clínico da dentição e classificou a dentição mista em 3 estágios: o primeiro período transitório, o período intertransitório e o segundo período transitório.

Nolla (1960)<sup>7</sup> idealizou dez estágios distintos de mineralização dos dentes, que representam os estágios de

desenvolvimento, baseada na avaliação de uma sequência, em ordem cronológica, de radiografias de um mesmo indivíduo. Ela observou que os dentes possuem processos sequenciais de desenvolvimento, concluindo que a análise dos estágios de mineralização dos dentes, com ênfase na formação radicular, é uma forma mais confiável de determinar a idade dentária do que a cronologia de irrompimento. Já Hägg e Taranger (1984)<sup>8</sup> associaram o desenvolvimento da dentição ao desenvolvimento do organismo como um todo e concluíram que a idade dentária é um bom indicador da idade biológica em crianças com distúrbios de crescimento, já que os dentes costumam sofrer menos alterações do que outros sistemas biológicos.

#### *2.2.4 Idade circumpumberal*

É a idade do surgimento dos caracteres sexuais secundários, o que, para fins de determinação da época do surto puberal, apresenta uma variação muito grande de indivíduo para indivíduo. Nos meninos, pode-se citar a mudança da voz (que fica mais grave), a barba, os pelos pubianos e o desenvolvimento do órgão sexual. Nas meninas, observa-se a presença das mamas, a época da menarca (a primeira menstruação) e o surgimento dos pelos pubianos. Hägg e Taranger (1980)<sup>9</sup> associaram a época do surto puberal à mudança da voz em meninos e à ocorrência da menarca em meninas. O resultado do estudo apontou a idade de 10 e 12 anos, em meninas e meninos, respectivamente, para o início do surto puberal. O máximo puberal deu-se 2 anos após, para ambos os sexos. O final do surto ocorreu em torno dos 15 anos nas meninas e dos 17 anos nos meninos.

### **2.3. Aplicações clínicas da determinação da idade óssea**

A base da avaliação da maturidade esquelética é a comparação do grau de amadurecimento das epífises ósseas com os padrões normais para a idade do indivíduo. Embora não se saiba ao certo que fatores interferem no padrão normal de desenvolvimento e crescimento esquelético, os fatores genético, ambiental e hormonal têm papel importante no processo.

Em indivíduos sem distúrbios de crescimento, a idade óssea e a idade cronológica podem variar em até 10%. Variações maiores que essa são verificadas em crianças obesas ou em idade esquelética precoce (antecipação da puberdade). Na Medicina, as duas principais aplicações da determinação da idade óssea são o diagnóstico de transtornos do crescimento e a previsão da estatura final do indivíduo. Na Odontologia, o conhecimento da idade esquelética interfere diretamente no tratamento ortodôntico e/ou ortopédico, principalmente ao se identificar o momento da ocorrência do surto puberal, sendo determinante no planejamento de intervenções interceptativas e corretivas.

### **2.4 Métodos de determinação da idade óssea**

O método mais utilizado na avaliação da maturidade esquelética é, ainda hoje, a análise inspeccional da radiografia de mão e punho. A radiografia carpal se tornou a opção mais usada entre os profissionais de Odontologia / Ortodontia como auxílio diagnóstico principalmente pela facilidade na execução da técnica radiográfica e pela grande quantidade de centros de ossificação presentes nessa região. Esse fato permite a avaliação do desenvolvimento / crescimento esquelético desde o nascimento até a maturidade, que ocorre em torno dos 18 anos de idade. Numa radiografia carpal é possível se visualizar até

30 centros de ossificação da mão e do punho, a sequência de surgimento e formação dos ossos, assim como a fusão das epífises com as diáfises, o que oferece dados mais que suficientes para uma predição segura da idade esquelética do indivíduo.

Outro método muito utilizado na determinação da idade esquelética é a análise das vértebras cervicais por meio de telerradiografias em norma lateral. Essa estratégia é interessante, já que a imagem radiográfica em questão é comum no pré-tratamento ortodôntico, evitando-se assim uma nova radiografia e a conseqüente exposição do paciente à radiação ionizante. Generoso *et al.* (2003)<sup>10</sup> correlacionaram a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal por meio da observação dos índices descritos por Lamparski e modificados por Hassel e Farman. Os resultados mostraram uma relação direta entre o aumento da idade cronológica com o aumento do índice de maturação das vértebras cervicais, levando-os a concluir que dentro de certos parâmetros pode-se utilizar a observação da idade cronológica para se determinar em que fase da idade óssea se encontra o indivíduo.

Martins *et al.* (2006)<sup>11</sup> estimaram a confiabilidade da análise morfológica das vértebras cervicais como um método de avaliação da maturação esquelética comparando-o com o aparecimento do osso sesamóide visualizado nas radiografias carpais. Os resultados revelaram que a avaliação radiográfica das alterações morfológicas das vértebras cervicais constitui um parâmetro alternativo, confiável e prático na avaliação esquelética. Damian *et al.* (2006)<sup>12</sup> em estudo semelhante, concluíram que os dois índices mostraram-se confiáveis para estimar a maturação óssea e que há correlação entre os mesmos. Entretanto, sugeriram cautela na avaliação isolada pelo índice vertebral.

#### 2.4.1 O método de Greulich & Pyle

Dos métodos de avaliação da idade óssea por meio de radiografia de mão e punho, o mais conhecido e utilizado mundialmente é o atlas de Greulich & Pyle (1959)<sup>5</sup>, pela simplicidade, rapidez e fidelidade dos resultados fornecidos. Elaborado na década de 1950, ele que se baseia em radiografias de mão e punho de crianças e jovens americanos caucasianos, de classe média alta, inscritos no *Brush Foundation Growth Study* de 1931 a 1942. Estão representadas no atlas de Greulich & Pyle<sup>5</sup> as tendências centrais, que são níveis modais de maturidade óssea nas faixas etárias cronológicas. O método consiste na comparação da radiografia carpal do indivíduo com uma série de imagens padrão. Encontrada a combinação mais provável, a idade cronológica da imagem selecionada será atribuída ao indivíduo. O atlas traz padrões diferentes para ambos os sexos, desde o nascimento até os 18 anos de idade (meninas) e 19 anos de idade (meninos).

Roche e Eyman (1971)<sup>13</sup> realizaram radiografias carpais anuais de crianças entre os 3 e os 13 anos de idade e, conhecidas as idades cronológicas, essas radiografias foram comparadas com o padrão de Greulich & Pyle<sup>5</sup>. Segundo o estudo, a idade esquelética e a idade cronológica não apresentam uma variação uniforme ao longo do tempo, portanto a análise radiográfica de forma seriada leva a uma taxa maior de erros. Eles concluíram, também, que o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> traz menos erros na predição da idade esquelética que o método de Tanner & Whitehouse.

Tavano *et al.*<sup>14</sup> (1982) aplicaram os índices de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Tanner & Whitehouse em 590 crianças brasileiras, leucodermas, com idades variando entre 3 e 17 anos, da região de Bauru, SP. Houve significância estatística para todas as correlações estudadas. Os autores

sugeriram a aplicação de fatores de correção como uma forma de poder aplicar ambos os métodos na população brasileira com fidelidade de resultado.

Milner *et al.* (1986)<sup>15</sup> compararam os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Tanner & Whitehouse. As avaliações feitas pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> estimaram idades ósseas menores do que aquelas feitas pelo método de Tanner & Whitehouse. Mostrou-se, também, uma relação linear entre os dois métodos em se tratando dos meninos, mas não das meninas. Conclui-se que o uso de um atlas como o de Greulich & Pyle<sup>5</sup> para a estimativa da idade óssea ainda é válido, pois é uma forma muito mais simples de avaliação e que requer pouco treinamento, ao contrário do método de Tanner & Whitehouse, mais trabalhoso.

Gertych *et al.* (2007)<sup>16</sup> desenvolveram um método automatizado de análise da idade óssea de crianças e adolescentes entre 1 e 18 anos de idade (dentre caucasianos, asiáticos, afro-americanos e de origem hispânica), usando um atlas digital de radiografia carpal desenvolvido por eles próprios. Foram digitalizadas 1400 radiografias e essas imagens foram comparadas aos dados de um módulo CAD (computer-assisted diagnosis) segundo 7 regiões de interesse. O uso de dados quantitativos (CAD) proporcionou a avaliação da idade óssea baseada em achados radiográficos, mas sem desconsiderar as mudanças inerentes ao desenvolvimento esquelético. Considerando que o atlas de Greulich & Pyle<sup>5</sup> tem sido usado desde a década de 1950 como referência para a análise da idade óssea e que ao longo do tempo várias etnias vieram a fazer parte da população dos Estados Unidos, os autores viram a necessidade de um novo atlas que considerasse e incluísse essas etnias.



A estimativa da idade em crianças é uma tarefa importante principalmente nos países em desenvolvimento, onde os registros de nascimento frequentemente são falhos. Büken *et al.* (2007)<sup>17</sup> investigaram a validade do método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> como suficiente para a estimativa da idade óssea de crianças turcas. Foram usadas 492 radiografias carpais de crianças saudáveis, caucasianas, de classe média-baixa, entre 11 e 19 anos de idade. Os resultados encontrados, quando comparados com estudo prévio, indicaram que o método pode evitar erros éticos, especialmente em casos envolvendo a culpabilidade de supostos menores infratores. O desvio padrão aos 12 e 15 anos (meninas) e 12, 15 e 18 anos (meninos) foi maior do que 1 ano.

Em testes cegos de estimativa da idade óssea por radiografia carpal e exame odontológico, Lynnerup *et al.* (2008)<sup>18</sup> analisaram o desempenho de avaliadores novatos e experientes na avaliação de radiografias carpais de 159 indivíduos, na Dinamarca, entre 2000 e 2002. Em 126 deles houve total concordância entre os avaliadores, o que demonstra que o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> é simples e reprodutível mesmo quando usado por observadores menos experientes.

A estimativa de idade de indivíduos vivos se tornou uma das grandes questões da antropologia forense. O crescimento do número de crianças e adolescentes sem comprovação de idade cronológica é um problema real em vários países, especialmente nos casos de imigração ilegal, delinquência juvenil e trabalho infantil. Por isso os métodos radiológicos de avaliação da idade óssea são bastante úteis. Santos *et al.* (2011)<sup>19</sup> compararam o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e o Programa Maturus 4.0 da Sempe. Foram analisadas 230 radiografias carpais de crianças e adolescentes portugueses de sexo e idades conhecidas, entre 12 e 20 anos. Os métodos tiveram diferentes performances, dependendo

da idade do grupo. Entre os 12 e 15 anos, a idade óssea fornecida pelo Maturus se aproximou da idade cronológica, enquanto em pacientes mais velhos o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> pareceu ser mais confiável. Consequentemente, para as idades com responsabilidade penal em Portugal (16 e 18 anos) o atlas mostrou-se mais exato que o software na decisão sobre o indivíduo ser mais novo ou mais velho que 18 anos. Em torno dos 16 anos, entretanto, há dúvidas sobre a eficiência de ambos os métodos, mas o atlas de Greulich & Pyle<sup>5</sup> parece ter uma melhor performance.

#### *2.4.2 O Método de Eklöf & Ringertz*

O método de Eklöf & Ringertz (1967)<sup>20</sup> de estimativa da idade óssea baseia-se na medição da largura e/ou comprimento de certos centros de ossificação da mão e do punho. Os autores realizaram testes, com base em laudos médicos de 1013 crianças alemãs, no intuito de selecionar que ossos trariam resultados estatisticamente mais precisos na avaliação da idade esquelética, no intervalo de 1 a 15 anos de idade cronológica. Para determinar os padrões considerados normais, foram selecionados 10 parâmetros que demonstraram possuir o maior coeficiente de correlação com as idades cronológicas.

Moraes *et al.* (2003)<sup>21</sup> realizaram um estudo comparativo entre os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> para verificar a variabilidade, fidelidade, confiabilidade e praticidade entre eles, quando aplicados em crianças brasileiras. Foram avaliadas 244 crianças, sendo que a análise dos resultados demonstrou haver grande variabilidade nos valores das idades ósseas estimadas pelos dois métodos. O método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, quando feito por computador, é mais fácil e rápido que o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>. Ambos podem apresentar relativa variabilidade nos resultados, tanto para mais quanto para menos, mas

concluíram que, desde que essas variações estejam numa faixa de 24 meses, pode-se considerá-las normais. Encontraram alta correlação positiva entre os dois métodos utilizados.

Haiter Neto *et al.* (2006)<sup>22</sup> compararam 3 métodos de avaliação da idade óssea: Greulich & Pyle<sup>5</sup>, Tanner & Whitehouse e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>. Foram analisadas 360 radiografias carpais de crianças brasileiras entre 7 e 15 anos de idade, 180 meninos e 180 meninas. De forma geral, os resultados obtidos pelos métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Tanner & Whitehouse se aproximaram da idade cronológica para ambos os sexos. O método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, por sua vez, teve a tendência de superestimar a idade óssea em ambos os sexos (considerando as crianças de menor idade) e subestimar a idade óssea em ambos os sexos (considerando as crianças de maior idade). De qualquer forma, essa variação não representa uma diferença significativa entre as idades óssea e cronológica, o que confirma a relação entre os métodos utilizados e a amostra analisada. A determinação de fatores de correção poderia ser útil para conferir maior exatidão aos 3 métodos, considerando-se a população estudada.

Carvalho *et al.* (2010)<sup>23</sup> discutiram alguns métodos de análise da idade e maturação óssea e apresentaram um relato de caso clínico da aplicação dos índices de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, Martins & Sakima e Greulich & Pyle<sup>5</sup> em radiografias carpais (além da análise de Hassel & Farman em telerradiografias laterais e do *software* Scpan para avaliação da mineralização dos dentes permanentes em radiografias panorâmicas). Em conclusão, todos os métodos de avaliação da maturação esquelética usados foram considerados úteis e confiáveis, apenas sugerindo-se cautela em considerar quaisquer deles como método absoluto para avaliação da maturação esquelética de pacientes em crescimento, enquanto não houver familiarização com tais exames.

### **3 PROPOSIÇÃO**

#### **Objetivo Geral:**

- Verificar a correlação entre os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> na estimativa da idade óssea de crianças e adolescentes brasileiros.

#### **Objetivos Específicos:**

- Verificar a correlação entre os resultados das análises realizadas pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e as idades cronológicas dos indivíduos da amostra;
- Verificar a correlação entre os resultados das análises realizadas pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> e as idades cronológicas dos indivíduos da amostra;
- Observar a interferência da experiência do observador nos resultados das análises realizadas por ambos os métodos;
- Avaliar a validade da estratégia usada pelos métodos;
- Levantar as vantagens e as desvantagens dos métodos;
- Verificar a fidelidade dos resultados obtidos por ambos os métodos;
- Avaliar a praticidade de utilização dos métodos;
- Verificar a validade da aplicação de ambos os métodos na estimativa da idade óssea de crianças brasileiras.

## 4 MATERIAL E MÉTODO

A amostra deste estudo comparativo foi composta por 97 radiografias carpais (mão esquerda) digitalizadas de crianças e adolescentes considerados saudáveis (sem histórico de doenças sistêmicas que interfiram no crescimento), todos brasileiros, sendo 42 meninos e 55 meninas, com idades cronológicas que variavam entre 4 e 16 anos. As imagens foram obtidas do arquivo do Laboratório de Ensino e Pesquisa de Radiologia Odontológica e Imaginologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil.

Todas as radiografias foram obtidas em aparelho radiológico da marca Siemens 24 (Munich, Germany), modelo Ortophos CD e foram processadas automaticamente em processadora da marca Revell (Belo Horizonte, Brasil). Todas as radiografias foram digitalizadas utilizando *scanner* da marca HP modelo Scanjet G4050 com *software* de digitalização HP. O processo de digitalização manteve um nível de brilho e contraste fornecidos pelo *software*. A resolução padrão foi de 150 dpi em uma escala de 100%. O nome e a idade dos pacientes foram mascarados e as imagens foram salvas no formato TIFF.

As radiografias de mão e punho da amostra foram analisadas por um único observador, para ambos os métodos, em 3 momentos diferentes, com intervalos que variaram entre 48 e 72 horas. As avaliações foram feitas separadamente, sem o conhecimento prévio da idade cronológica nem dos valores obtidos na avaliação anterior pelo mesmo método ou pelo outro método, visando evitar resultados tendenciosos. Para fins de comparação dos métodos entre si e com a idade cronológica dos indivíduos da amostra, foi utilizada a média aritmética dos resultados obtidos nas 3 análises.

## 4.1 Análises pelo método de Greulich & Pyle

O método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> é um método inspeccional que estima a idade óssea pela comparação da imagem radiográfica do indivíduo com as imagens padrão do atlas para várias idades, selecionando-se aquela que mais se aproxima das características de amadurecimento esquelético apresentadas. Dessa forma, cada uma das 97 radiografias carpais deste estudo foi analisada 3 vezes (em momentos distintos) e comparada às imagens padrão do atlas, de forma a definir, para cada análise, a imagem do atlas que mais apresentava semelhanças com a radiografia em questão, atribuindo a ela a idade esquelética correspondente.

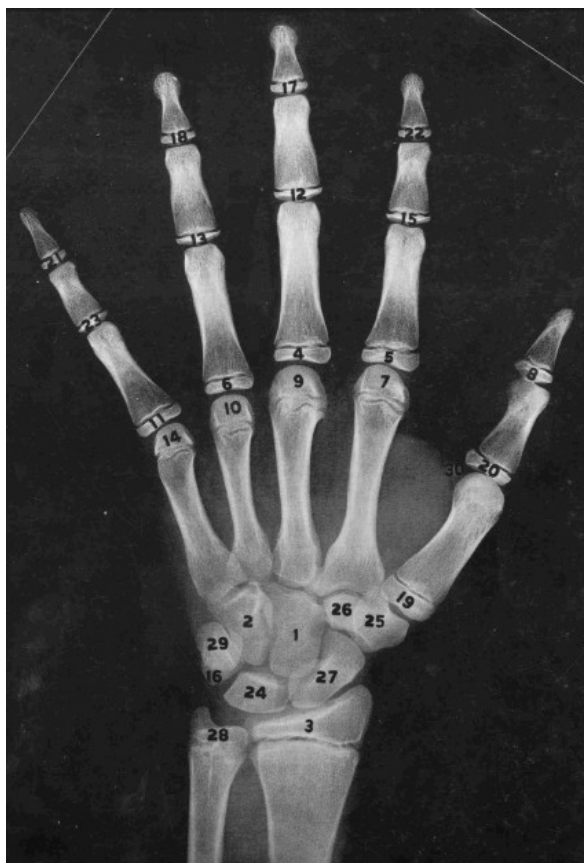


Figura 2 – Centros de ossificação. FONTE: Greulich & Pyle (1959)<sup>5</sup>.

A análise seguiu os critérios estabelecidos pelos autores, comparando-se os ossos e suas epífises em sequência padronizada, a saber:

1. Porção distal do rádio
2. Ossos do carpo, em ordem de análise: capitato, hamato, piramidal, semilunar, escafoide, trapézio, trapezóide e pisiforme
3. Metacarpos
4. Falanges distais
5. Porção distal da ulna

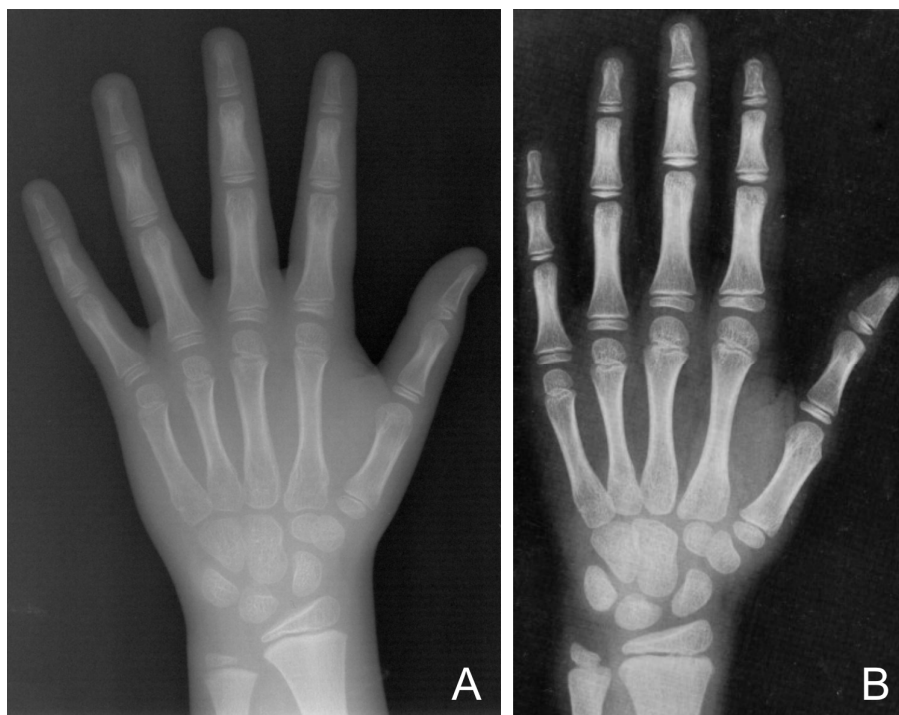


Figura 3 – Exemplo de análise pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>.  
(A) Radiografia do indivíduo “50girl” (B) Imagem padrão do atlas que mais se assemelha à radiografia em questão. FONTE: Greulich & Pyle (1959)<sup>5</sup>.

## 4.2 Análises pelo método de Eklöf & Ringertz

O método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> de avaliação da idade óssea se baseia na medição dos comprimentos e/ou larguras de determinados centros de ossificação, a saber:

1. Largura da epífise distal do radio
2. Comprimento do capitato
3. Largura do capitato
4. Comprimento do hamato
5. Largura do hamato
6. Comprimento do metacárpico II
7. Comprimento do metacárpico III
8. Comprimento do metacárpico IV
9. Comprimento da falange proximal II
10. Comprimento da falange proximal III

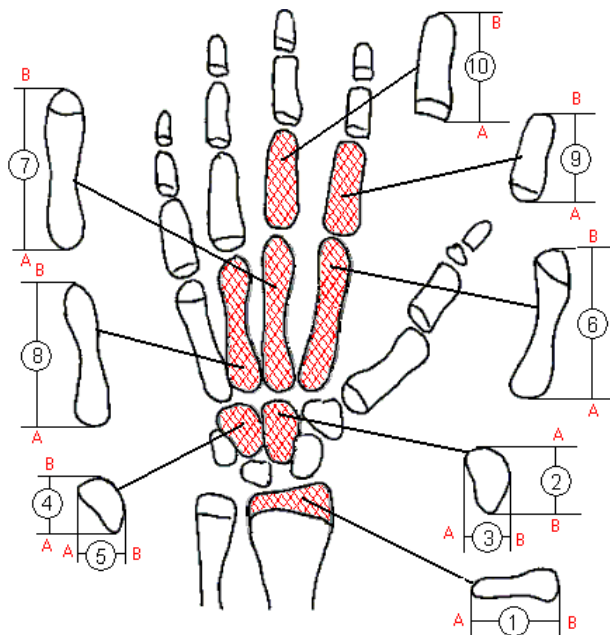


Figura 4 – Centros de ossificação considerados pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>.

FONTE: programa Radiocef Studio 2.



Para a avaliação por este método, foi utilizado o programa Radiocef Studio 2 (Radio Memory LTDA., versão 2.0, 2007). As radiografias carpais digitalizadas (como anteriormente descrito) foram transformadas em arquivos JPG, pois o *software* não aceita imagens em formato TIFF, preservando-se a resolução original de 150 dpi. Cada uma delas foi inserida no programa, o qual foi calibrado indicando-se a resolução de captura das mesmas. Procedeu-se a marcação dos pontos na ordem sugerida pelo módulo de idade óssea do *software* (Figura 3), para cada radiografia. O Radiocef Studio 2 forneceu um relatório contendo as medidas obtidas com valores individuais para cada osso, elaborando e fornecendo a estimativa da idade óssea do indivíduo a partir delas. Cada uma das 97 radiografias carpais foi submetida à análise por 3 vezes, pelo mesmo observador.



Figura 5 – Marcação dos pontos na radiografia carpal do indivíduo “40boy”.

FONTE: programa Radiocef Studio 2, módulo de idade óssea.

**Cefalometria computadorizada**  
**Índice de EKLOF & RINGERTZ**

**Paciente:** 40boy

**Idade:**

**Sexo:** Masculino

**Doutor(a):** Idade óssea

**Data:** 1/8/2013

	Fatores	Valor Obtido	Idade Estimada
1	Larg. epífise distal radio	27.99 mm	
2	Comprimento do capitato	21.37 mm	
3	Largura do capitato	13.21 mm	
4	Comprimento do hamato	18.74 mm	
5	Largura do hamato	14.66 mm	
6	Comp. do metacárpico II	57.98 mm	
7	Comp. do metacárpico III	53.87 mm	
8	Comp. do metacárpico IV	46.89 mm	
9	Comp. falange proximal II	34.56 mm	
10	Comp. falange proximal III	40.45 mm	

IDADE ÓSSEA ESTIMADA = 11 anos e 6 meses

Figura 6 – Relatório gerado pelo programa.

FONTE: programa Radiocef Studio 2, módulo de idade óssea.

## 5 RESULTADOS

Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística do tipo paramétrica.

### 5.1 Análise de variância

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as médias para: sexo, métodos (GP, ER e idade cronológica) e repetições das análises realizadas usando ambos os métodos em estudo (análise de variância, modelo fatorial,  $p > 0,05$ ).

<b><i>F. variação</i></b>	<b><i>SQ</i></b>	<b><i>GL</i></b>	<b><i>QM</i></b>	<b><i>F</i></b>	<b><i>p</i></b>	<b><i>Obs.</i></b>
<i>Sexo</i>	10,131	1	10,13053	1,103	0,294	NS*
<i>Método</i>	14,180	2	7,09022	0,772	0,463	NS*
<i>Repetições</i>	0,076	2	0,03821	0,004	0,996	NS*
<i>Resíduo</i>	6182,158	673	9,18597			

\*NS = não significativa

Tabela 1 – Análise de variância, modelo fatorial,  $p > 0,05$

### 5.2 Comparação de médias

Não há diferença estatisticamente significativa entre as médias para: sexo, métodos (GP, ER e idade cronológica) e repetições realizadas.

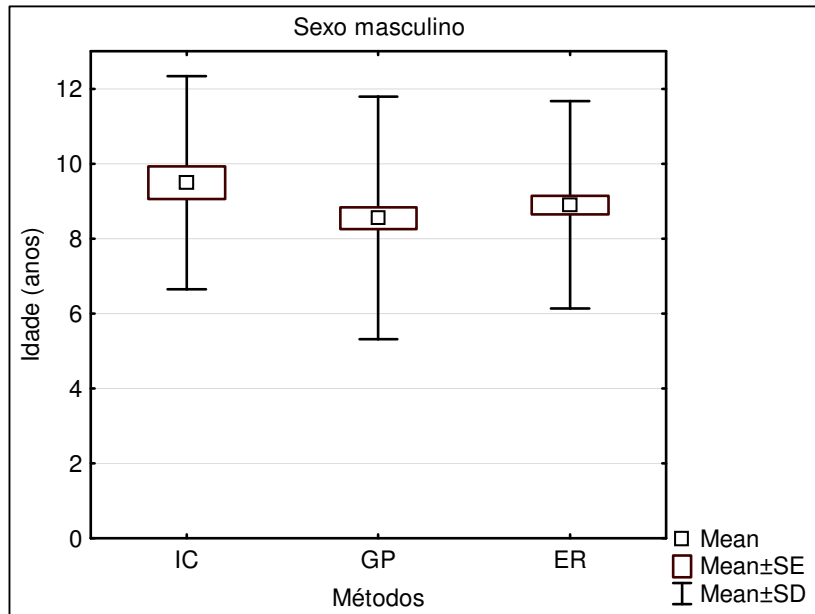


Gráfico 2 – Desvios padrão para o sexo masculino.

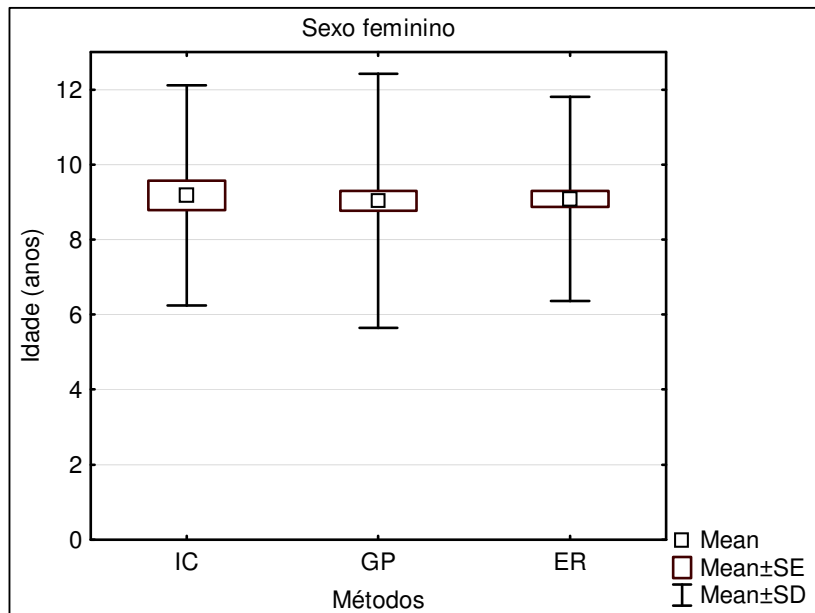


Gráfico 3 – Desvios padrão para o sexo feminino.

### 5.3. Análises de correlação

Os resultados indicam correlação maior que 0,8 para todas as comparações (próxima da unidade) e erro casual entre 9 e 20%. Os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> (GP) e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> (ER) são semelhantes estatisticamente entre si e com a idade cronológica (IC) ( $p > 0,05$ ).

<b>Sexo</b>	<b>Métodos</b>	<b>Coef. de correlação</b>	<b>Erro casual (%)</b>
<i>Masculino</i>	IC x GP	0,911	17,01
	IC x ER	0,895	19,90
	GP x ER	0,954	8,99
<i>Feminino</i>	IC x GP	0,918	15,73
	IC x ER	0,917	15,91
	GP x ER	0,932	13,14

Tabela 2 – Análises de correlação

#### 5.3.1 Gráficos de correlação

Com base nos resultados foram obtidos os diagramas de dispersão para os sexos masculino e feminino, onde R mede a força de uma relação entre duas variáveis, e não o acordo entre elas. Há um perfeito acordo quando os pontos caem sobre a linha de igualdade, e há uma perfeita correlação quando os pontos caem ao longo de qualquer linha reta. Isso foi observado nos resultados tanto para os valores obtidos pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> como para o de Greulich & Pyle<sup>5</sup>.

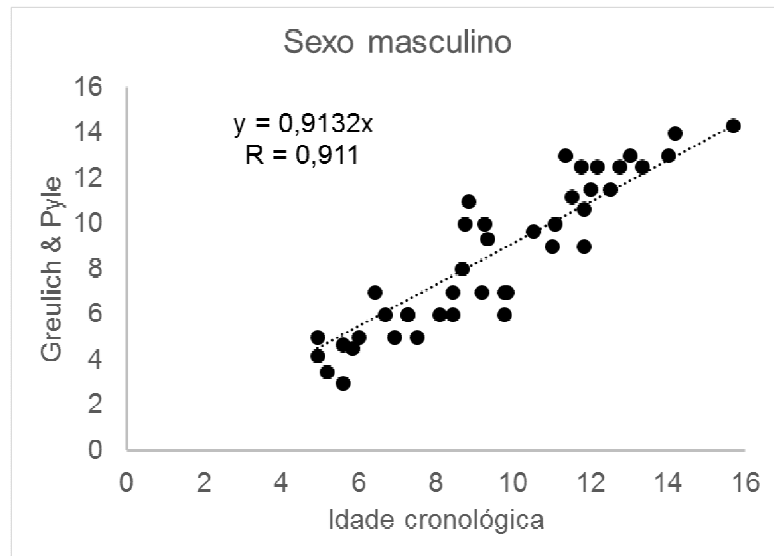


Gráfico 4 – Correlação entre a idade cronológica e o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> para o sexo masculino.

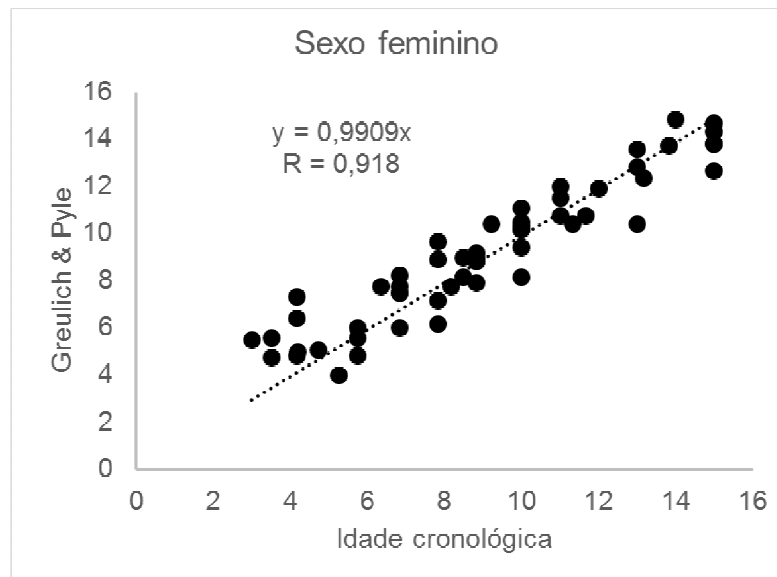


Gráfico 5 – Correlação entre a idade cronológica e o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> para o sexo feminino.

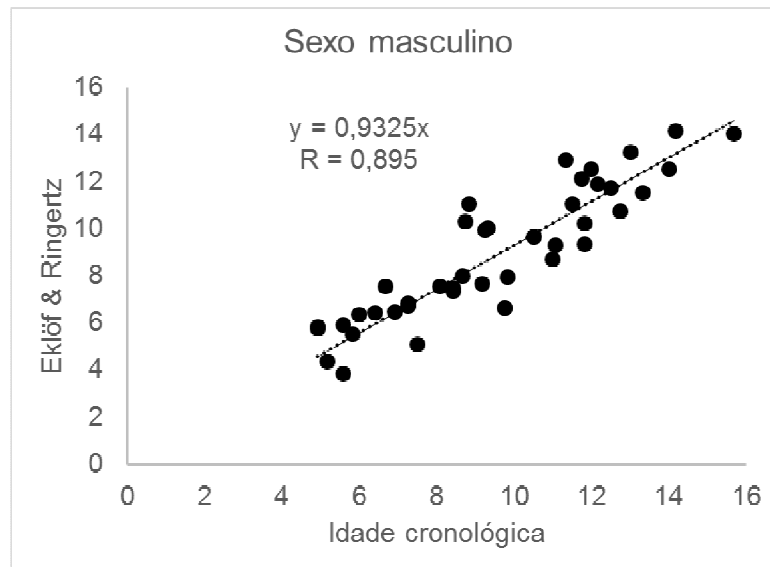


Gráfico 6 – Correlação entre a idade cronológica e o método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> para o sexo masculino.

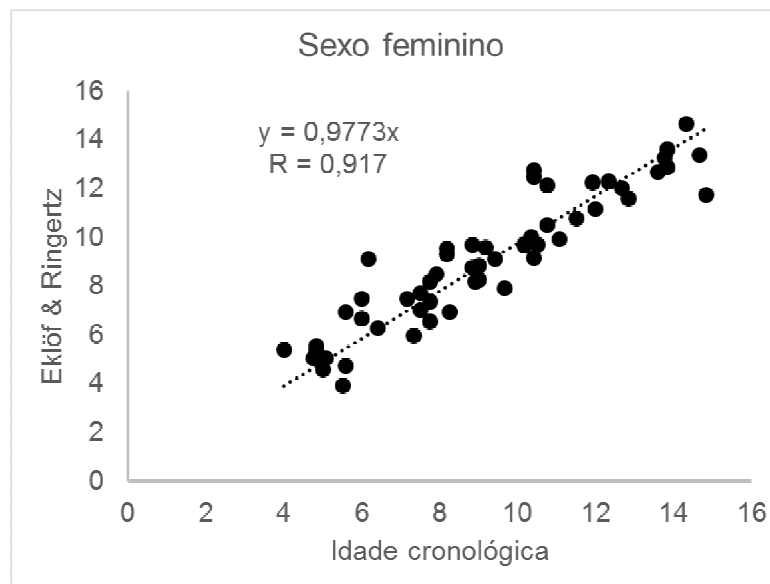


Gráfico 7 – Correlação entre a idade cronológica e o método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> para o sexo feminino.

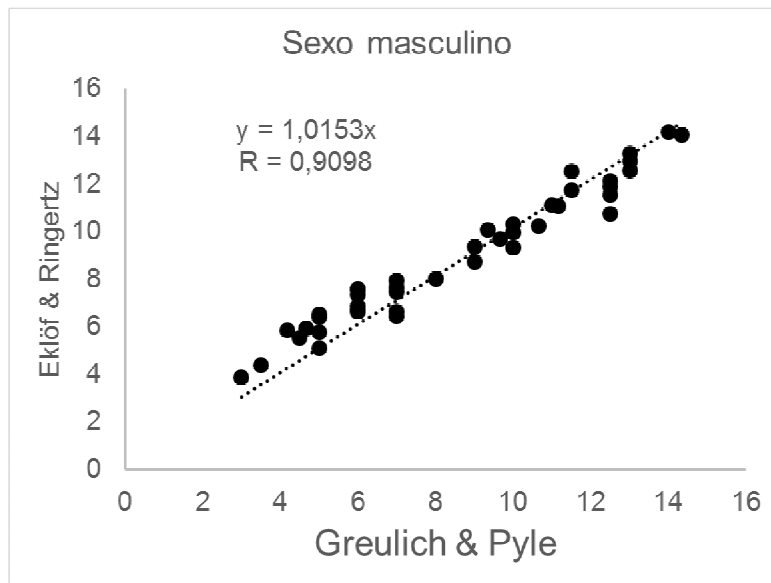


Gráfico 8 – Correlação entre os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> para o sexo masculino.

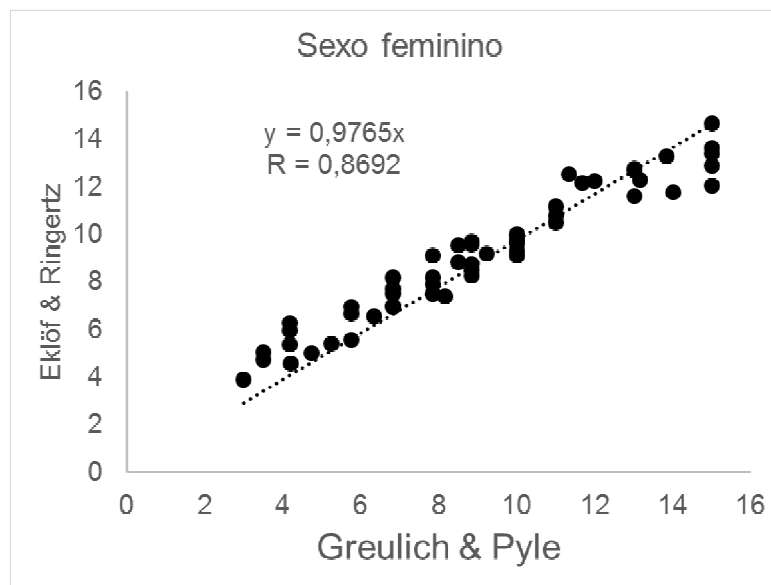


Gráfico 9 – Correlação entre os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> para o sexo feminino.



## 5.4. Distribuição dos resultados

Onde IC se refere à idade cronológica, GP ao método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e ER ao método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>:

Sexo masculino			
$IC > GP$	76,19%	$IC > ER$	67,46%
$IC = GP$	3,17%	$IC = ER$	3,17%
$IC < GP$	20,64%	$IC < ER$	29,37%

Tabela 3 – Distribuição dos resultados para o sexo masculino

Sexo feminino			
$IC > GP$	53,93%	$IC > ER$	56,96%
$IC = GP$	3,63%	$IC = ER$	2,42%
$IC < GP$	42,44%	$IC < ER$	40,62%

Tabela 4 – Distribuição dos resultados para o sexo feminino

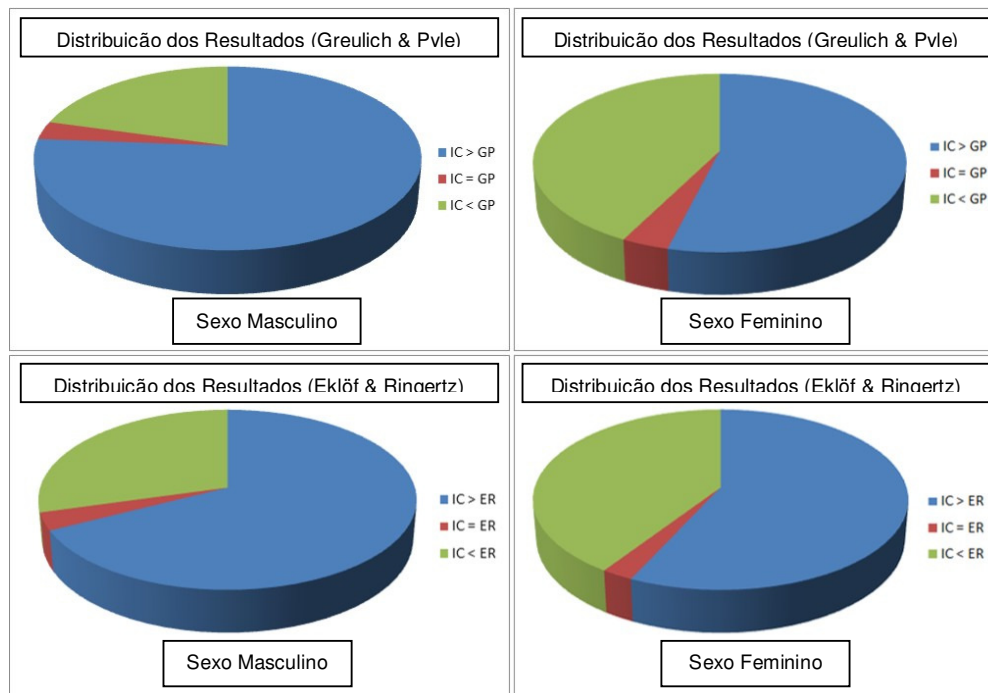


Gráfico 10 – Distribuição dos resultados.

## 6 DISCUSSÃO

É evidente a necessidade de se valorizar e compreender os vários indicadores do desenvolvimento humano, tais como a idade dentária, a idade óssea, o aparecimento das características sexuais secundárias, etc.. A idade óssea é particularmente importante quando se pretende intervir ortodôntica e/ou ortopedicamente em crianças e adolescentes, pois a identificação do momento em que ocorre o surto puberal é uma informação decisiva na conduta clínica do dentista / ortodontista, considerando a alta correlação existente entre o crescimento facial e o desenvolvimento ósseo<sup>24</sup>.

Existem vários métodos de estimativa da idade óssea, propostos por diversos autores, com base em diferentes estratégias. O método mais usado mundialmente é o de Greulich & Pyle<sup>5</sup>, justamente por sua praticidade e por não exigir que o avaliador seja muito experiente para fornecer uma estimativa de idade óssea confiável. Da mesma forma, o método desenvolvido por Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> pode ser muito prático quando realizado com o auxílio de um *software* que interprete os dados e forneça um relatório com a idade óssea estimada, algo que também não exige muito conhecimento prévio do observador (embora, para ambos, seja importante a realização de um treinamento).

Este estudo apresentou certa variabilidade dos valores obtidos para as idades ósseas estimadas pelos dois métodos usados, porém outros estudos<sup>21,23,24</sup> de teor semelhante também apresentaram essa variabilidade.

As Tabelas 3 e 4 demonstram a distribuição em percentual dos resultados das avaliações, em cada método, com relação à idade cronológica dos indivíduos, para ambos os sexos. Pode-se notar que a

idade óssea estimada pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>, tanto para meninos quanto para meninas, tende a ser menor do que a idade cronológica, o que ocorreu em 76,19% dos resultados para o sexo masculino e 53,93% dos resultados para o sexo feminino. Esse achado diverge do estudo realizado por Moraes *et al.* (2003)<sup>21</sup>, onde as estimativas superaram a idade cronológica, em sua maioria. Pode-se dizer o mesmo com relação ao método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, com porcentagens de 67,46% e 56,96%, para meninos e meninas, respectivamente, neste estudo. Já o número de leituras que coincidiram com a idade cronológica, para ambos os métodos, oscila entre 2% e 4%, o que se aproxima do resultado encontrado no estudo de Moraes *et al.*<sup>21</sup>. Por outro lado, para Tavano *et al.*<sup>14</sup> as estimativas de idade esquelética pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> mostraram-se aquém da idade cronológica em sua maioria, para ambos os sexos, resultado que concorda com este estudo.

A grande maioria das avaliações não encontrou idades ósseas que se afastassem mais de 2 anos da idade cronológica, sendo que o intervalo mais comum foi de 1 ano para mais ou para menos. A maior discrepância encontrada para o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> foi de 3 anos e 9 meses para menos (meninos) e 3 anos e 2 meses para menos (meninas); já para o método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, 3 anos e 2 meses para menos (meninos) e 3 anos e 1 mês para menos (meninas). De qualquer forma, esses achados foram pontuais e estatisticamente irrelevantes, sendo considerados erros casuais ou simplesmente resultados atípicos. É importante lembrar, ainda, que a estimativa de idade óssea fornecida por qualquer método não visa a total concordância com a idade cronológica, mas identificar o grau de desenvolvimento esquelético do indivíduo, que pode ou não concordar com a idade cronológica e que, ao não concordar, não implica que haja anormalidade. “O que se pretende considerar como normalidade é justamente a amplitude do desvio da idade óssea em

meses, em relação ao referido parâmetro para cada idade cronológica” (Greulich & Pyle, 1959)<sup>5</sup>. Pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>, o maior desvio ocorreu entre os 7 e 11 anos de idade cronológica para meninos e entre os 5 e 7 anos de idade cronológica para meninas; pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, por sua vez, as estimativas que mostraram maior discrepância ocorreram entre 7 e 13 anos de idade cronológica para meninos e não se concentraram em uma faixa de idade específica para o sexo feminino (até por serem pontuais).

Os métodos de avaliação da idade óssea comparados nesta pesquisa foram idealizados com base na observação de crianças e adolescentes americanos<sup>5</sup> e alemães<sup>20</sup>, com perfis socioeconômicos específicos e que nem sempre correspondem à realidade brasileira. Já a amostra utilizada foi composta exclusivamente de crianças brasileiras. Considerando os diagramas de dispersão (Gráficos 4, 5, 6, 7, 8 e 9), pode-se observar que a distribuição da amostra acompanha a linha de igualdade com a idade cronológica para ambos os métodos. Ainda, há uma alta correlação entre os métodos, tanto para o sexo masculino ( $R=0,954$ ) quanto para o sexo feminino ( $R=0,932$ ). Em resumo, a análise estatística mostra correlação maior que 0,8 para todas as comparações, podendo-se considerar os métodos estatisticamente semelhantes entre si e com a idade cronológica ( $p > 0,05$ ). Dessa forma, pode-se afirmar que ambos os métodos são confiáveis e podem ser aplicados em crianças brasileiras, pois apresentam diferenças estatisticamente insignificantes entre si.

Com relação à praticidade, ambos os métodos são de execução clara e relativamente rápida. O método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> parte de um princípio muito simples e fornece uma estimativa confiável num tempo curto. Porém, os intervalos de idade entre as imagens-padrão do atlas variam entre 3 e 14 meses, o que cria *gaps* que por vezes

dificultam a avaliação da idade óssea, já que a radiografia analisada nem sempre coincide com a fase mostrada na imagem do atlas. Já o método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> não padece desse problema, já que as estimativas são geradas em intervalos de 3 meses. Porém, esse método só é válido para avaliar crianças e adolescentes até os 15 anos de idade, considerando que se baseia em medidas de crescimento ósseo. Próximo a essa idade, os ossos analisados já podem ter alcançado largura e comprimento máximos, mas isso não significa que já tenham atingido maturidade óssea. Dessa forma, a partir dos 15 anos os resultados passam a se repetir, tornando o método duvidoso (o que não ocorre no método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>, que contempla a fusão de epífises e diáfises). Quando realizado por meio de *software*, o método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> é muito prático, ao contrário de quando feito de forma manual.

O atlas de Greulich & Pyle<sup>5</sup> parte do princípio de que, em crianças saudáveis, o amadurecimento esquelético seria uniforme, ou seja, todos os ossos apresentariam idade idêntica, portanto a aparência e a ossificação dos centros seguiriam um padrão fixo. Porém, evidências sugerem que existe variação nos padrões de ossificação de diferentes ossos da mão e do punho, o que requer prudência ao se considerar a estimativa de idade óssea unicamente por esse método. Por outro lado, diferentemente do método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>, que considera apenas larguras e comprimentos ósseos, o método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> leva em consideração o grau de fusão de epífises e diáfises, uma medida mais adequada quando se trata de maturação esquelética.

## 7 CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados obtidos neste estudo conclui-se que:

- Os métodos de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> têm alta correlação positiva na estimativa da idade óssea de crianças e adolescentes brasileiros;
- Houve correlação positiva entre os resultados das análises realizadas pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup> e as idades cronológicas dos indivíduos da amostra;
- Houve correlação positiva entre os resultados das análises realizadas pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup> e as idades cronológicas dos indivíduos da amostra;
- A falta de experiência do observador não interferiu de forma relevante nos resultados das análises realizadas por ambos os métodos;
- As estratégias usadas por ambos os métodos são válidas na avaliação da idade óssea;
- Vantagens do método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>: praticidade do atlas e a consideração da fusão de epífises e diáfises. Desvantagem: os longos intervalos entre as imagens-padrão do atlas;
- Vantagem do método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>: facilidade de aplicação por meio de *software*. Desvantagem: a consideração de somente medidas ósseas;
- Ambos os métodos oferecem resultados fiéis;
- Ambos os métodos são práticos e de aplicação relativamente simples;
- Ambos os métodos na estimativa da idade óssea podem ser aplicados em crianças e adolescentes brasileiros.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod.* 1967; 37:134-43.
2. Interlandi S. Ortodontia: bases para a iniciação. São Paulo: Artes Médicas, 1977.
3. Gilsanz V, Ratib O. Idade óssea da mão: atlas digital de maturidade esquelética. 1ª ed., São Paulo: Santos, 2012.
4. Lowrey GH. Growth and development of children. 8ª ed., Chicago: Year Book Medical Publishers, Inc Scott SS, 1986.
5. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2ª ed., Stanford: Stanford University Press, 1959.
6. Van der Linden FPGM. Ortodontia: Desenvolvimento da dentição. 1ª ed., São Paulo: Ed. Santos, 1986.
7. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 27:254-66.
8. Hägg U, Taranger J. Dental development assessed by tooth counts and its correlation to somatic development during puberty. *Eur J Orthod.* 1984; 6:55-64.
9. Hägg U, Taranger J. Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta Odont Scand.* 1980; 38:179-186.
10. Generoso R, Tavano O, Ribeiro A, Parreira MLJ. Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2003 Jul-Ago; 8(4): 19-36.
11. Martins EG, Simone JL, Reis RRB. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da maturação esquelética utilizando radiografias carpais e telerradiografias em norma lateral. *RGO.* 2006 Dez; 54(4): 322-327.
12. Damian MF, Woitchunas FE, Cericato GO, Chechinato F, Moro G, Massochin ME, Castoldi FL. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2006 Out; 11(5): 110-120.
13. Roche AF, Eyman SL, Davila GH. Skeletal age prediction. *J Pediatr.* 1971 Jun; 78(6): 997-1003.
14. Tavano O, Freitas JAS, Lopes ES. Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse: comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. *Clin Pediatr.* 1982; (6):7-21.

15. Milner GR, Levick RK, Kay R. Assessment of bone age: a comparison of the Greulich and Pyle, and the Tanner and Whitehouse methods. *Clin Radiol.* 1986; (37): 119-121.
16. Gertych A, Zhang A, Sayre J, Pospiech-Kurkowska S, Huang HK. Bone age assessment of children using digital hand atlas. *Comput Med Imaging Graph.* 2007; 31(4-5): 322-331.
17. Büken B, Safak AA, Yazıcı B, Büken E, Mayda AS. Is the assessment of bone age by the Greulich-Pyle method reliable at forensic age estimation for Turkish children? *Forensic Sci Int.* 2007; (173): 146-153.
18. Lynnerup N, Belard E, Buch-Olsen K, Sejrsen B, Damgaard-Pedersen K. Intra and interobserver error of the Greulich-Pyle method as used on a Danish forensic sample. *Forensic Sci Int.* 2008; (179): 242.e1-242.e6.
19. Santos C, Ferreira M, Alves FC, Cunha E. Comparative study of Greulich and Pyle Atlas and Maturus 4.0 program for age estimation in a Portuguese sample. *Forensic Sci Int.* 2011; (212): 276.e1-276.e7.
20. Eklöf O, Ringertz H. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann Radiol.* 1967; 10(3): 330-336.
21. Moraes MEL, Moraes LC, Medici Filho E, Graziosi MAOC. Fidelidade dos Métodos Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para avaliação da idade óssea em crianças brasileiras. *Rev Odontol UNESP.* 2003; 32(1): 9-17.
22. Haiter Neto F, Kurita LM, Menezes AV, Casanova MS. Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006 Oct; 130(4): 435.e15-435.e20.
23. Carvalho ACA, Simões CC, Pinho C, Oliveira LSAF, Crusoé-Rebello I, Campos PFS. Métodos de análise da maturação óssea e estimativa da idade. *R Ci Med Biol.* 2010; 9(Supl 1): 95-103.
24. Marcondes E, Chammass F. Valores médios e limites de normalidade da idade óssea em crianças de São Paulo de 9 meses a 12 anos de idade. *Rev Hosp Clin Fac Med Sao Paulo.* 1966; 21(5): 217-25.



## ANEXOS

Dados obtidos nas análises realizadas pelos métodos de Greulich Pyle<sup>5</sup> e Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>. Idades em anos.

Radiografia	Idade Cronológica	Análises pelo método de Greulich & Pyle			
		1	2	3	Média
1boy	6.00	5.00	5.00	5.00	5.00
2girl	8.17	10.00	10.00	10.00	10.00
3girl	10.42	11.00	11.00	12.00	11.33
4boy	11.08	10.00	10.00	10.00	10.00
5girl	12.83	13.00	13.00	13.00	13.00
6girl	14.33	15.00	15.00	15.00	15.00
7girl	4.00	5.00	5.75	5.00	5.25
9boy	6.42	7.00	7.00	7.00	7.00
11girl	12.58	15.00	15.00	15.00	15.00
12girl	7.75	8.83	7.83	7.83	8.16
13boy	7.25	6.00	6.00	6.00	6.00
14girl	10.50	10.00	10.00	10.00	10.00
15girl	5.58	3.50	3.50	3.50	3.50
16girl	7.92	8.83	8.83	8.83	8.83
18boy	9.75	6.00	6.00	6.00	6.00
19girl	10.42	10.00	8.83	8.83	9.22
20girl	13.58	13.00	13.00	13.00	13.00
21girl	9.42	10.00	10.00	10.00	10.00
22girl	7.33	4.17	4.17	4.17	4.17
23girl	7.17	7.83	7.83	7.83	7.83
24boy	5.58	3.00	3.00	3.00	3.00
25boy	5.83	4.50	4.50	4.50	4.50
26girl	14.83	14.00	14.00	14.00	14.00
27girl	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83
28boy	4.75	4.00	4.50	4.00	4.17
29boy	9.33	9.00	9.00	10.00	9.33
30boy	12.00	11.50	11.50	11.50	11.50
31boy	8.67	8.00	8.00	8.00	8.00
32girl	10.17	10.00	10.00	10.00	10.00
33girl	13.83	15.00	15.00	15.00	15.00
34girl	6.42	4.17	4.17	4.17	4.17
35girl	6.00	6.83	6.83	6.83	6.83
36boy	6.67	6.00	6.00	6.00	6.00

37girl	4.75	3.50	3.50	3.50	3.50
38boy	12.17	12.50	12.50	12.50	12.50
39girl	5.58	5.75	5.75	5.75	5.75
40boy	13.33	12.50	12.50	12.50	12.50
41boy	11.75	12.50	12.50	12.50	12.50
42boy	7.50	5.00	5.00	5.00	5.00
43boy	8.42	7.00	7.00	7.00	7.00
44girl	10.17	10.00	10.00	10.00	10.00
45girl	11.50	11.00	11.00	11.00	11.00
46boy	12.75	12.50	12.50	12.50	12.50
47boy	11.50	11.50	11.00	11.00	11.17
48girl	11.92	12.00	12.00	12.00	12.00
49girl	12.33	12.50	13.50	13.50	13.17
50girl	6.17	7.83	7.83	7.83	7.83
51girl	5.50	3.00	3.00	3.00	3.00
52girl	10.33	10.00	10.00	10.00	10.00
53girl	13.75	14.00	14.00	13.50	13.83
54girl	8.83	8.83	8.83	8.83	8.83
55boy	8.75	10.00	10.00	10.00	10.00
56girl	4.83	4.17	4.17	4.17	4.17
57boy	8.83	11.00	11.00	11.00	11.00
58girl	10.75	11.00	12.00	12.00	11.67
59boy	14.17	14.00	14.00	14.00	14.00
60girl	10.75	11.00	11.00	11.00	11.00
61boy	8.08	6.00	6.00	6.00	6.00
62girl	9.00	8.83	8.83	8.83	8.83
63boy	9.83	7.00	7.00	7.00	7.00
64girl	4.83	5.75	5.75	5.75	5.75
65girl	10.42	13.00	13.00	13.00	13.00
66girl	13.83	15.00	15.00	15.00	15.00
67girl	9.00	7.83	8.83	8.83	8.50
68girl	9.67	7.83	7.83	7.83	7.83
69boy	15.67	15.00	14.00	14.00	14.33
70girl	11.08	10.00	10.00	10.00	10.00
71girl	8.25	6.83	6.83	6.83	6.83
72girl	8.92	7.83	7.83	7.83	7.83
73girl	9.17	8.83	8.83	8.83	8.83
74boy	6.75	5.00	5.00	5.00	5.00
75boy	9.17	7.00	7.00	7.00	7.00
76boy	14.00	13.00	13.00	13.00	13.00
77girl	12.00	11.00	11.00	11.00	11.00
78girl	14.67	15.00	15.00	15.00	15.00

79boy	13.00	13.00	13.00	13.00	13.00
80boy	10.50	10.00	10.00	9.00	9.67
81girl	7.75	6.83	6.83	6.83	6.83
82boy	11.33	13.00	13.00	13.00	13.00
83girl	7.50	6.83	6.83	6.83	6.83
85girl	5.08	4.17	5.00	5.00	4.72
86boy	5.67	4.50	4.50	5.00	4.67
87boy	11.00	9.00	9.00	9.00	9.00
88boy	8.42	6.00	6.00	6.00	6.00
89boy	7.25	6.00	6.00	6.00	6.00
90boy	4.92	5.00	5.00	5.00	5.00
91boy	12.50	11.50	11.50	11.50	11.50
92girl	6.00	5.75	5.75	5.75	5.75
93girl	7.75	6.83	6.10	6.10	6.34
95girl	5.00	4.17	4.20	4.20	4.19
96girl	7.75	6.83	6.83	6.83	6.83
99boy	9.75	7.00	7.00	7.00	7.00
101boy	5.17	3.50	3.50	3.50	3.50
102boy	11.83	9.00	9.00	9.00	9.00
104girl	8.17	7.83	8.83	8.83	8.50
105boy	11.83	10.00	11.00	11.00	10.67
106boy	9.25	10.00	10.00	10.00	10.00

Análises pelo método de Greulich & Pyle<sup>5</sup>

Radiografia	Idade Cronológica	Análises pelo método de Eklöf & Ringertz			
		1	2	3	Média
1boy	6.00	6.50	6.33	6.33	6.39
2girl	8.17	9.30	9.25	9.33	9.29
3girl	10.42	12.50	12.50	12.50	12.50
4boy	11.08	9.33	9.42	9.25	9.33
5girl	12.83	11.83	11.42	11.58	11.61
6girl	14.33	14.83	14.58	14.58	14.66
7girl	4.00	5.42	5.33	5.42	5.39
9boy	6.42	6.58	6.33	6.42	6.44
11girl	12.58	12.00	12.08	12.00	12.03
12girl	7.75	7.50	7.33	7.33	7.39
13boy	7.25	6.92	6.67	7.00	6.86
14girl	10.50	9.75	9.67	9.67	9.70
15girl	5.58	4.75	4.75	4.75	4.75
16girl	7.92	8.67	8.33	8.50	8.50
18boy	9.75	6.75	6.58	6.58	6.64

19girl	10.42	9.50	9.00	9.00	9.17
20girl	13.58	13.08	12.42	12.50	12.67
21girl	9.42	9.25	9.00	9.08	9.11
22girl	7.33	6.17	5.92	5.83	5.97
23girl	7.17	7.58	7.33	7.58	7.50
24boy	5.58	3.92	3.83	3.83	3.86
25boy	5.83	5.58	5.42	5.58	5.53
26girl	14.83	11.75	11.75	11.75	11.75
27girl	8.83	9.67	9.75	9.67	9.70
28boy	4.75	5.92	5.75	5.83	5.83
29boy	9.33	10.08	10.08	10.00	10.05
30boy	12.00	12.42	12.67	12.50	12.53
31boy	8.67	7.92	8.08	8.00	8.00
32girl	10.17	9.58	9.83	9.83	9.75
33girl	13.83	14.00	13.33	13.50	13.61
34girl	6.42	6.33	6.25	6.25	6.28
35girl	6.00	7.67	7.33	7.50	7.50
36boy	6.67	7.58	7.50	7.67	7.58
37girl	4.75	5.17	5.00	5.00	5.06
38boy	12.17	11.67	12.00	12.00	11.89
39girl	5.58	7.17	6.67	7.00	6.95
40boy	13.33	11.50	11.58	11.58	11.55
41boy	11.75	12.25	12.00	12.17	12.14
42boy	7.50	5.25	5.00	5.00	5.08
43boy	8.42	7.58	7.33	7.50	7.47
44girl	10.17	9.75	9.58	9.58	9.64
45girl	11.50	10.83	10.67	10.83	10.78
46boy	12.75	10.75	10.75	10.75	10.75
47boy	11.50	10.92	11.25	11.00	11.06
48girl	11.92	12.17	12.33	12.25	12.25
49girl	12.33	12.08	12.42	12.33	12.28
50girl	6.17	9.17	9.17	9.00	9.11
51girl	5.50	4.00	3.83	3.92	3.92
52girl	10.33	9.83	10.08	10.08	10.00
53girl	13.75	13.25	13.25	13.25	13.25
54girl	8.83	8.75	8.83	8.67	8.75
55boy	8.75	10.25	10.33	10.33	10.30
56girl	4.83	5.33	5.42	5.33	5.36
57boy	8.83	11.17	11.00	11.08	11.08
58girl	10.75	12.17	12.17	12.08	12.14
59boy	14.17	14.17	14.17	14.17	14.17
60girl	10.75	10.33	10.67	10.50	10.50

61boy	8.08	7.50	7.67	7.58	7.58
62girl	9.00	8.33	8.33	8.17	8.28
63boy	9.83	7.92	7.92	8.00	7.95
64girl	4.83	5.58	5.58	5.50	5.55
65girl	10.42	12.42	12.92	12.92	12.75
66girl	13.83	12.83	12.92	12.83	12.86
67girl	9.00	8.83	8.75	8.92	8.83
68girl	9.67	7.92	7.92	7.92	7.92
69boy	15.67	14.08	14.08	14.00	14.05
70girl	11.08	9.83	10.00	9.92	9.92
71girl	8.25	7.00	6.83	7.00	6.94
72girl	8.92	8.25	8.08	8.25	8.19
73girl	9.17	9.42	9.67	9.67	9.59
74boy	6.75	6.50	6.50	6.50	6.50
75boy	9.17	7.67	7.67	7.67	7.67
76boy	14.00	12.58	12.50	12.58	12.55
77girl	12.00	11.17	11.17	11.17	11.17
78girl	14.67	13.33	13.33	13.50	13.39
79boy	13.00	13.25	13.33	13.25	13.28
80boy	10.50	9.67	9.75	9.58	9.67
81girl	7.75	8.25	8.17	8.17	8.20
82boy	11.33	13.08	12.75	13.00	12.94
83girl	7.50	7.00	7.00	7.00	7.00
85girl	5.08	5.00	5.00	5.08	5.03
86boy	5.67	6.00	5.83	5.92	5.92
87boy	11.00	8.67	8.67	8.83	8.72
88boy	8.42	7.42	7.33	7.33	7.36
89boy	7.25	6.75	6.75	6.67	6.72
90boy	4.92	5.83	5.75	5.75	5.78
91boy	12.50	11.75	11.83	11.67	11.75
92girl	6.00	6.67	6.58	6.75	6.67
93girl	7.75	8.17	8.25	3.25	6.56
95girl	5.00	4.58	4.67	4.50	4.58
96girl	7.75	7.58	7.75	7.83	7.72
99boy	9.75	6.58	6.67	6.67	6.64
101boy	5.17	4.33	4.42	4.33	4.36
102boy	11.83	9.42	9.25	9.42	9.36
104girl	8.17	9.50	9.58	9.58	9.55
105boy	11.83	10.25	10.33	10.17	10.25
106boy	9.25	9.83	10.08	10.00	9.97

Análises pelo método de Eklöf & Ringertz<sup>20</sup>

## **AUTORIZAÇÃO PARA REPRODUÇÃO**

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, apenas para fins de estudo ou pesquisa, desde que citada a fonte e comunicada à autora a referência da citação.

Curitiba, 7 de março de 2013.

Assinatura: \_\_\_\_\_

e-mail: [anapaula.tokunaga@gmail.com](mailto:anapaula.tokunaga@gmail.com)