

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL**

**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**

**ELEONORA SOARES BENEMANN**

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA IDADE ÓSSEA:  
GREULICH & PYLE, EKLÖF & RINGERTZ E ATLAS DIGITAL DE GILSANZ &  
RATIB**

**Porto Alegre, 23 de dezembro de 2009.**

**ELEONORA SOARES BENEMANN**

**COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE ESTIMATIVA DA IDADE ÓSSEA:  
GREULICH & PYLE, EKLÖF & RINGERTZ E ATLAS DIGITAL DE GILSANZ &  
RATIB**

**Dissertação apresentada como parte dos  
requisitos para obtenção do grau de Mestre  
em Odontologia, na área de Ortodontia e  
Ortopedia Facial**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rejane Maria Holderbaum**

**Porto Alegre**

**2009**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação ( CIP )**

B465c Benemann, Eleonora Soares

Comparação entre métodos de estimativa da idade óssea :  
Greulich & Pyle, Eklöf & Ringertz e atlas digital de Gilsanz &  
Ratib / Eleonora Soares Benemann. – Porto Alegre, 2009.

**? f. : il.**

**Diss. (Mestrado em Odontologia) - PUCRS, Fac. de  
Odontologia.**

**Orientação: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rejane Maria Holderbaum.**

1. Odontologia. 2. Ortodontia. 3. Ortopedia Facial. 4. Ossos  
– Radiografia. 5. Ossos – Desenvolvimento.

**CDD 617.607572**

**Ficha Catalográfica elaborada por  
Vanessa Pinent  
CRB 10/1297**

## DEDICATÓRIA

Ao meu querido e inesquecível pai, Theodolino Fonseca Soares (*in memoriam*), de quem herdei o amor pela odontologia, e a minha amada mãe, Similda Verônica Schell Soares, esteio de amor e carinho, os quais sempre acreditaram em mim e ensinaram o caminho do bem. Sou o que sou, cheguei onde estou graças a vocês.

## **AGRADECIMENTOS ESPECIAIS**

Ao meu marido Carlos Ambrózio Benemann, pela paciência e suporte em mais esta jornada;

À minha irmã Marta Schell Soares e ao meu sobrinho Rodrigo Soares Bertelli, grandes incentivadores do meu aprimoramento profissional;

Ao Professor Telmo Bandeira Berthold que me orientou, estimulou e acompanhou todos os passos da minha formação ortodôntica, e pela amizade e confiança em mim depositados;

À minha querida amiga Janise Porto, companheira dos cursos de especialização e mestrado, e de tantos outros momentos especiais da minha vida;

À Professora Susana Deon Rizzato e ao Professor Ernani Menezes Marchioro, pela amizade, incentivo e ensinamento recebidos;

À Profa. Dra. Rejane Maria Holderbaum, pela orientação e ensinamentos transmitidos, indispensáveis para a realização deste trabalho;

À Dra. Helena Wilhelm de Oliveira, pelo apoio e afeto e estímulo em momentos difíceis, sem os quais seria impossível a conclusão deste trabalho;

Aos colegas que se tornaram meus amigos, Alexandra, Álvaro, Laércio, Mauro e Susiane, obrigado pela ajuda nos momentos em que precisei e pela alegria compartilhada em tantos outros, os quais tornaram mais fácil esta trajetória.

## **AGRADECIMENTOS**

À Professora Luciane Macedo de Menezes, exemplo de dedicação ao ensino, e que conduz com firmeza e organização o curso de mestrado, o qual tive a honra de ter participado;

Ao coordenador do curso Professor Eduardo Santayana Martinelli, pelos ensinamentos e colaboração na coleta da amostra deste trabalho;

Aos colegas de turma do mestrado do primeiro ano, Clécio, Guilherme, Karine e Liz, e do curso de doutorado, André, Milton e Tatiana, pelo convívio e troca de experiências;

Aos Professores e funcionários do departamento de Radiologia, pela cooperação na realização deste trabalho;

Ao Dr. Celso Olivete Júnior, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo e ao Professor Dr. Francisco Haiter Neto, Diretor da FOP-Unicamp, que se dispuseram prontamente em esclarecer conteúdos pertinentes a esta pesquisa;

Aos funcionários da secretaria do Pós-Graduação, Ana, Carlos, Davenir e Marcos, pela atenção e assistência recebidos;

Aos funcionários do setor de marcação de consultas, que me ajudaram na seleção dos prontuários pertencentes à amostra deste trabalho;

À Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, representada por seu diretor, Professor Dr. Marcos Túlio Mazzini de Carvalho, pela excelente estrutura e qualidade do ensino proporcionada;

À CAPES, pelo apoio financeiro.

## RESUMO

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a idade esquelética, por meio de radiografias de mão e punho, utilizando os métodos de Greulich & Pyle (G&P) (1959), Eklöf & Ringertz (E&R) (1967) e o atlas digital de Gilsanz & Ratib (G&R) (2005). Foram feitas comparações das idades obtidas pelos três métodos, e determinado o grau de concordância entre eles. Para isto, analisou-se uma amostra de 80 crianças, 40 do gênero masculino e 40 do gênero feminino, com idades entre 7 e 15 anos. Todas as radiografias dos indivíduos da amostra foram digitalizadas. Para o método de Greulich & Pyle foi realizada uma avaliação inspeccional das imagens da amostra, comparando-as com as radiografias encontradas no atlas padrão (“Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist”), conforme o preconizado pelos autores. Para o método de Eklöf & Ringertz as medidas lineares foram feitas através do programa *Image Tool* e, posteriormente, seus resultados foram comparados com os valores preconizados pelos autores. Para o método de Gilsanz & Ratib as imagens digitalizadas foram comparadas com as imagens contidas no atlas digital dos respectivos autores. Através dos resultados, verificou-se que não existiu diferença significativa para os escores entre os métodos Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz, nem entre os métodos Greulich & Pyle e Gilsanz & Ratib. Já, quando foram comparados os valores obtidos entre os métodos Eklöf & Ringertz e Gilsanz & Ratib, observaram-se diferenças estatisticamente significantes. Na comparação entre os gêneros não foram encontradas diferenças relevantes entre os métodos utilizados. Na comparação dos três métodos para a estimativa da idade óssea, o que apresentou a maior compatibilidade com a idade cronológica da amostra estudada foi o de Eklöf & Ringertz, e a menor foi para o método de Gilsanz & Ratib.

Palavras-chave: Ossos do Carpo, Ossos da Mão, Desenvolvimento Ósseo, Determinação da Idade pelo Esqueleto, Radiografia Digital.

## **ABSTRACT**

The current research aimed at evaluating the skeletal age, by means of hand and wrist radiographies, using the methods Greulich & Pyle (G&P) (1959), Eklöf & Ringertz (E&R) (1967) and the Gilsanz & Ratib digital atlas (G&R) (2005). The ages obtained from the three methods were compared, and the degree of concordance among them was determined. In order to accomplish these goals, a sample of 80 children was analyzed, 40 of the masculine gender and 40 of the feminine gender, varying from 7 to 15 years-old. All the radiographies of the individuals in the sample were digitized. Concerning the Greulich & Pyle method, an inspection evaluation of the images in the sample was carried out, comparing those images with the radiographies found at the standard atlas ("Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist"), following the authors' instructions. For Eklöf & Ringertz method, the linear measures were carried out through the program Image Tool and, subsequently, the results were compared with the rates supposed by the authors. Referring to Gilsanz & Ratib method, the digitized images were compared with the images of the authors' digital atlas. Throughout the results, it was possible to realize that there was no expressive difference for the results between the methods Greulich & Pyle and Eklöf & Ringertz, not even for those between the methods Greulich & Pyle and Gilsanz & Ratib. Otherwise, when the rates obtained between the methods Eklöf & Ringertz and Gilsanz & Ratib were compared, statistically expressive differences were observed. In the genre comparison, important differences between the methods used were not noticed. Comparing the three methods concerning valuation of the bone age, Eklöf & Ringertz method presented the highest compatibility with the chronological age of the sample analyzed and Gilsanz & Ratib method presented the lowest one.

Keywords: Carpal Bones, Hand Bones, Bone Development, Age Determination by Skeleton, Radiographic Image Enhancement.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Anatomia da mão e do punho.....	30
Figura 2 - Os 30 centros de ossificação avaliados pelo método de Greulich & Pyle, numerados na ordem mais aproximada em que iniciam sua ossificação .....	32
Figura 3 - Radiografia do atlas de Greulich & Pyle – masculino – 10 anos e idade esquelética individual dos centros de ossificação .....	33
Figura 4 - Esquematização dos oito centros ósseos que devem ser medidos segundo o índice de Eklöf & Ringertz .....	34
Figura 5 - Diagrama esquemático adaptado do atlas digital de Gilsanz & Ratib.....	37
Figura 6 - Radiografia digitalizada masculino 10a2m da amostra (A) e radiografia do atlas de Greulich & Pyle masculino 10 anos (B) .....	43
Figura 7 - Imagem da régua sendo calibrada no programa <i>Image Tool</i> .....	45
Figura 8 - Calibração sendo salva .....	46
Figura 9 - Medida do primeiro parâmetro de Eklöf & Ringertz.....	47
Figura 10 - Imagem do atlas digital: gênero masculino 7a (esquerda) e imagem da amostra: gênero masculino de 7a5m.....	48

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Idade média geral e para cada gênero.....	50
Tabela 2. Distribuição dos casos estudados de acordo com a idade e o gênero .....	50
Tabela 3. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre os gêneros masculino e feminino.....	51
Tabela 4. Comparação dos escores: G&P X E&R .....	52
Tabela 5. Comparação dos escores: G&P X G&R.....	53
Tabela 6. Comparação dos escores: E&R X G&R .....	54
Tabela 7. Percentuais gerais para cada método.....	55
Tabela 8. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre as faixas de idade .....	56

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Percentuais gerais para cada método.....	51
Gráfico 2. Comparação dos escores: G&P x E&R.....	52
Gráfico 3. Comparação dos escores: G&P x G&R.....	53
Gráfico 4. Comparação dos escores: E&R x G&R.....	54
Gráfico 5. Resumo das comparações dos escores entre os métodos.....	55
Gráfico 6. Percentuais gerais para cada método.....	55
Gráfico 7. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre as faixas de idade.....	56

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Distribuição da amostra segundo gênero e faixa etária.....	40
---	----

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	16
<b>3 AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA</b> .....	28
3.1 ANATOMIA DA MÃO E PUNHO.....	28
3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA.....	30
3.2.1 Método de Greulich & Pyle .....	30
3.2.2 Método de Eklöf & Ringertz .....	33
3.2.3 Método do atlas digital de Gilsanz & Ratib.....	35
<b>4 PROPOSIÇÃO</b> .....	38
4.1 OBJETIVO GERAL .....	38
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	38
<b>5 METODOLOGIA</b> .....	39
5.1 VARIÁVEIS ANALISADAS .....	39
5.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA.....	39
5.3 OBTENÇÃO DAS RADIOGRAFIAS.....	41
5.4 ESCANEAMENTO DAS RADIOGRAFIAS.....	41
5.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA.....	42
5.5.1 Método de Greulich & Pyle .....	42
5.5.2 Método de Eklöf & Ringertz. ....	44
5.5.3 Método do atlas digital de Gilsanz & Ratib.....	47
5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	49
<b>6 RESULTADOS</b> .....	50
<b>7 DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>8 CONCLUSÕES</b> .....	62
<b>9 REFERÊNCIAS</b> .....	63
<b>ANEXO A</b> .....	67
<b>ANEXO B</b> .....	68

## 1 INTRODUÇÃO

As estratégias para um correto planejamento ortodôntico dependem, muitas vezes, da análise cuidadosa do padrão de crescimento do paciente, do desenvolvimento ocorrido até aquela data e, principalmente, da avaliação do possível potencial de crescimento que ainda possui. Pesquisas revelam que crianças da mesma faixa etária apresentam diferentes estágios de desenvolvimento, portanto, a idade cronológica não pode ser tomada como um indicador seguro de maturidade fisiológica (BENEMANN; SAMPAIO; BERTHOLD, 1997).

A escolha da época para a instituição de terapias que visem corrigir discrepâncias maxilo-mandibulares significativas, deve levar em consideração o estágio de maturação do paciente, uma vez que ele pode influenciar decisivamente no resultado do tratamento. O objetivo principal será o de aproveitar o surto de crescimento adolescente craniofacial, reduzindo o tempo de tratamento e tornando-o mais eficiente. Os tratamentos que visem a correção dos desequilíbrios esqueléticos devem, portanto, levar em consideração o estágio de desenvolvimento esquelético que o paciente apresenta, pois os resultados estarão fatalmente relacionados a esta circunstância (URSI, 1999; GUZZI & CARVALHO, 2000).

A idade óssea ou esquelética tem sido o indicador mais comumente usado nos estudos sobre crescimento e desenvolvimento e é considerada como um verdadeiro registro da idade biológica. Sua determinação é baseada nas mudanças esqueléticas durante o desenvolvimento, as quais podem ser visualizadas e avaliadas em radiografias de áreas selecionadas do corpo, durante todo o período de crescimento (URSI, 1999; TAVANO, 2004; SANTOS et al., 2005).

As primeiras avaliações da idade esquelética utilizavam várias partes do esqueleto como ombro, quadril, cotovelo, joelho, pé, mão e punho (GARN et al., 1967). Atualmente, para simplificar sem perder a confiabilidade, tem sido utilizada a avaliação por meio de radiografias de mão e punho, pela facilidade na execução da

técnica radiográfica e pela grande quantidade de centros de ossificação presentes nesta região (GARN & ROHMANN, 1960; GREULICH & PYLE, 1959).

Entre os métodos clássicos que utilizam a radiografia de mão e punho os mais difundidos são os de Greulich & Pyle (EUA, 1959), Tanner & Whitehouse (Inglaterra, 1959) e Eklöf & Ringertz (Suécia, 1967).

O método de Greulich & Pyle baseia-se na comparação dos centros de ossificação, da radiografia obtida, com as de um atlas padrão. O método de Tanner & Whitehouse atribui escores para cada estágio de maturação de certos ossos. Já o método de Eklöf & Ringertz utiliza-se de medidas de comprimento e largura de determinados centros de ossificação para estimar a idade óssea.

Com o advento da imagem digital, muitos pesquisadores têm tentado desenvolver técnicas de processamento de imagens que extraíam, automaticamente, características morfológicas-chaves da ossificação, a partir das radiografias de mão e punho digitalizadas (TANNER & GIBBONS, 1994; PIETKA et al., 2001). No entanto, dificuldades ainda se apresentam, devido ao grande número e variabilidade do estágio de desenvolvimento e época da ossificação dos ossos da mão e do punho (MORA et al., 2001; GERTYCH et al., 2007; ZHANG et al., 2007).

Um método alternativo que utiliza imagem digital para determinação da idade óssea foi desenvolvido por Gilsanz & Ratib (2005), onde a avaliação da radiografia de mão e punho, é realizada através da comparação com as imagens contidas no atlas digital, projetado pelos autores. O objetivo do atlas foi o de oferecer uma alternativa portátil e de baixo custo, em relação aos livros de referências atualmente disponíveis.

Sabe-se que muitos fatores de ordem geral influenciam o desenvolvimento ósseo como fatores genéticos, condições sócio-econômicas, ambientais, nutrição, raça, entre outros. Em função disto, existe um grande interesse por parte dos pesquisadores, em determinar se os métodos descritos na literatura, têm aplicabilidade em diferentes tipos populacionais (MORAES et al., 1994; HAITER & TAVANO, 1997; GUZZI & CARVALHO, 2000; MORAES et al., 2003; TAVANO, 2004; KURITA, 2004; OLIVETE & RODRIGUES, 2006).

Em vista do desenvolvimento destas novas tecnologias na área de imagens digitais, associadas à determinação do padrão de crescimento, torna-se necessário verificar a validade e a confiabilidade destes novos métodos, quando empregadas na nossa população.

Além disso, seria possível obter uma avaliação da idade óssea de um modo mais objetivo e eficaz, minimizando os erros associados à atividade humana, com medições mais precisas e práticas, sendo possível, também, interagir em rede com vários centros de diagnóstico, clínicas e profissionais.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

Roche & Johnson (1969), compararam 7 métodos diferentes de estimar a idade óssea utilizando o atlas de Greulich & Pyle, em 169 crianças australianas entre 2 e 13 anos, sendo 80 meninos e 89 meninas. Estes métodos empregavam: 1. A média aritmética das idades ósseas de todos os centros individuais de ossificação; 2. A média aritmética das idades ósseas de todos os centros de ossificação excluindo dois centros de ossificação, o mais e o menos maduro; 3. A média aritmética de todos os centros de ossificação excluindo dois ossos mais maduros e dois ossos menos maduros; 4. A média aritmética das idades ósseas de dois ossos, o mais e o menos maduro; 5. Um sistema baseado no método de Tanner et al.; 6. Média aritmética de todos os centros de ossificação excluindo os ossos carpais; 7. Média aritmética de 14 centros de ossificação selecionados. Os autores concluíram que as idades ósseas médias obtidas pelos métodos 1, 2, 3, 4 e 7 foram quase idênticas; as maiores diferenças foram verificadas nas médias dos métodos 1 e 4, mas não foram estatisticamente significativas; as médias obtidas pelo método 5 foram significativamente menores que as obtidas pelo método 1 nos grupos com idades maiores de 10 anos nos meninos, e 8 anos nas meninas. Os resultados sugeriram que o método que excluiu os ossos carpais ou os que usaram somente alguns centros de ossificação selecionados, poderiam ser utilizados para estimar a idade óssea com confiabilidade, em detrimento dos outros métodos, por conferir medições mais rápidas e menos trabalhosas, pois não foram encontradas diferenças significantes entre os 7 métodos avaliados.

Roche et al. (1970), avaliaram o efeito do treinamento de 4 avaliadores na reprodutibilidade das avaliações da maturidade óssea, utilizando uma amostra de 90 radiografias de mão e punho de 60 meninos com 5, 10 e 15 anos e 30 meninas de 4, 8 e 13 anos de idade. As idades ósseas foram estimadas utilizando o atlas de Greulich & Pyle. Foram registradas duas idades ósseas para cada radiografia: a média aritmética de todas as idades ósseas individuais dos centros de ossificação e a média das idades ósseas excluindo os ossos do carpo. Segundo os autores, o melhor desempenho dos avaliadores possivelmente se deveu a um maior

treinamento e, também constataram, que a exclusão dos ossos do carpo não afetou sistematicamente as diferenças intra e inter-observadores. Ainda salientaram que os padrões das meninas do atlas parecem ser menos satisfatórios que o dos meninos, tanto no intervalo entre os padrões como na qualidade da reprodução.

Haavikko & Kilpinen (1973), avaliaram o desenvolvimento esquelético de crianças finlandesas entre as idades de 2 anos e 6 meses e 19 anos, pelo método de Greulich & Pyle através da média das idades ósseas individuais de 21 centros de ossificação. Os resultados mostraram que as crianças finlandesas estavam em média 1 mês atrasadas em relação às crianças americanas, 0.11 anos para os meninos e 0.07 anos para as meninas, sendo estas diferenças consideradas pelos autores não significantes. Concluíram que o atlas de Greulich & Pyle poderia ser utilizado em crianças finlandesas, e que, é muito prático porque proporciona padrões de referência com intervalos anuais e semestrais.

Tavano (1976) determinou a idade óssea de 590 crianças brasileiras, de ambos os sexos, leucodermas, de 3 a 17 anos, provenientes da região de Bauru, através dos índices de Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse, Schmid & Moll e Eklöf & Ringertz, com a finalidade de verificar a possibilidade da utilização desses índices em relação à população estudada. Analisando os resultados o autor fez as seguintes considerações: com o índice americano Greulich & Pyle (1959) observou, para ambos os gêneros, precocidade das crianças brasileiras nas menores idades, ocorrendo o inverso para os adolescentes. Para o índice inglês de Tanner & Whitehouse (1959), para o gênero masculino, ocorreu precocidade nas menores idades e atraso nas maiores e o inverso para o gênero feminino. No índice alemão de Schmid & Moll (1960) observou precocidade para o gênero masculino, ocorrendo o inverso para o feminino. Para o índice sueco Eklöf & Rigertz (1967) verificou, para ambos os gêneros, atraso no desenvolvimento ósseo nas idades menores, ocorrendo o inverso para os adolescentes. O autor concluiu que existe grande correspondência da idade cronológica com a idade óssea, obtida através dos diferentes métodos e que, entre eles, o índice de Eklöf & Ringertz foi o que mostrou maior correlação com a idade cronológica (0,98 para o masculino e 0,97 para o feminino). Ele também estabeleceu, para cada índice, fatores de correção que devem ser considerados a fim de torná-los aplicáveis à população estudada, e aumentar a sua precisão de avaliação.

Tavano, Freitas e Lopes em 1982, estimaram a correspondência da idade óssea com a cronológica de 590 crianças, leucodermas, entre as idades de 3 a 18 anos, através dos métodos de Greulich & Pyle e de Tanner & Whitehouse. Os critérios adotados para a seleção da amostra foram ascendência, cor, saúde e procedência. Foram obtidos o peso, altura e radiografias de mão e punho de cada indivíduo. Como resultado, foi demonstrada a existência de uma grande relação entre as idades cronológicas e as idades ósseas, pois houve significância estatística em todas as correlações estudadas, sendo de 0,98 para ambos os gêneros com o método de Greulich & Pyle e 0,97 para o método de Tanner & Whitehouse. No índice de Greulich & Pyle observaram, para ambos os gêneros, precocidade das crianças brasileiras nas menores idades e o inverso para o grupo dos adolescentes.

Cerveira et al. em 1990, realizaram um estudo preliminar, exploratório, com a finalidade de constituir um padrão inicial da idade óssea em brasileiros do Rio Grande do Sul. A amostra consistia de 31 adolescentes do sexo masculino da Grande Porto Alegre, na faixa etária de 10 a 12 anos, os quais tinham hábitos similares quanto à alimentação, esportes e higiene. As radiografias de mão e punho foram analisadas pelos métodos de Greulich & Pyle e de Roo & Schröder e os resultados obtidos mostraram não haver diferenças estatisticamente significantes entre as idades óssea e cronológica, quando analisadas pelos dois métodos.

Moraes et al. em 1994, realizaram um estudo com objetivo de comparar os índices de idade óssea com a idade cronológica em uma amostra formada por 222 indivíduos brasileiros, de ambos os sexos, leucodermas, da cidade de São José dos Campos, numa faixa etária entre 3 anos e 6 meses a 14 anos, divididos em grupos de cinco elementos num intervalo de idade cronológica de 6 meses. A análise foi feita pelo método de Greulich & Pyle e como resultados observaram um atraso na idade óssea para ambos os gêneros, apesar de haver uma precocidade do grupo feminino em relação ao masculino. Os autores concluíram que os padrões estrangeiros para a estimativa da idade óssea não se ajustam às crianças brasileiras, propiciando a obtenção de resultados imprecisos.

Haiter & Tavano (1997), em seu estudo, fizeram uma análise comparativa da estimativa da idade óssea com a idade cronológica, pelo método de Eklöf & Ringertz, manual e computadorizado. O objetivo foi o de verificar se o índice

proposto por Eklöf & Ringertz poderia ser executado utilizando os recursos da informática. Para isto desenvolveram um software para o cálculo da idade óssea. A idade óssea foi calculada por três métodos diferentes. Um método manual, onde as medidas dos ossos e os cálculos eram feitos manualmente; um misto, denominado pelos autores de “computador”, onde as medidas eram feitas manualmente e os cálculos pelo computador e um terceiro método, denominado de “mesa”, onde as medidas dos centros de ossificação e os cálculos eram realizadas apenas pelo computador. De acordo com os resultados obtidos concluíram que houve uma alta correlação entre a idade cronológica e a idade óssea, tanto para o gênero masculino (0,93) quanto para o gênero feminino (0,94). Observaram, também, uma alta correlação entre os três métodos de medir as idades ósseas, mostrando que qualquer um dos métodos pode ser usado.

Haiteir, Almeida e Leite em 2000, verificaram se os métodos Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse poderiam ser utilizados na população brasileira, e qual destes métodos seria o mais confiável, quando comparados à idade cronológica do indivíduo. O método de Greulich & Pyle foi estudado de dois modos: o primeiro denominou de Greulich & Pyle (GP), que avaliava cada centro de ossificação da mão e punho e comparava com a imagem do mesmo no atlas. A cada centro analisado foi atribuída uma idade, e, ao final, foi feita a totalização das idades por meio da média aritmética. O segundo, chamado de Greulich & Pyle Visual (GPV), era um método puramente inspeccional que consistia em observar a radiografia como um todo e comparava com a imagem padrão do atlas. A amostra estudada era constituída de 160 indivíduos brasileiros, leucodermas, de ambos os sexos, com idades variando entre 6 anos e 10 meses e 14 anos e 9 meses. Os resultados mostraram que, para o método GP, as correlações com a idade cronológica foram de 0,95 para o sexo masculino e de 0,97 para o feminino. Para o método GPV, as correlações foram 0,96 e 0,97, respectivamente. Com os resultados obtidos, os autores concluíram que ambos os métodos poderiam ser aplicados à população brasileira.

Guzzi & Carvalho, em 2000, estimaram a maturidade óssea de 95 crianças brasileiras de ambos os sexos, entre 9 anos e 1 mês e 16 anos e 8 meses de idade cronológica. A idade óssea foi feita através do método inspeccional de Greulich & Pyle e também foram construídas curvas de crescimento para determinar a idade do

surto de crescimento puberal. No sentido de definir o tipo de maturação apresentado para cada indivíduo da amostra estudada, foram estabelecidos os três tipos de maturação, precoce, intermediária e tardia com os seguintes critérios: indivíduos apresentando idade óssea de 1 ano ou mais superior à idade cronológica foram considerados como tendo maturação do tipo precoce. Indivíduos cuja diferença entre a idade óssea e a idade cronológica fosse inferior a 1 ano, foram considerados indivíduos de maturação intermediária. Indivíduos com idade óssea 1 ano ou mais inferior à idade cronológica foram considerados indivíduos de maturação do tipo tardia. Os autores observaram que a idade óssea é significativamente superior à idade cronológica no gênero feminino e inferior no masculino. Há uma maior prevalência de maturação do tipo intermediária e a maturação precoce é mais incidente no grupo feminino, enquanto que a maturação tardia é mais incidente no grupo masculino. A idade cronológica mediana das meninas é significativamente inferior à dos meninos no pico do surto de crescimento puberal e a idade média em que ocorre o surto de crescimento puberal foi de 11 anos e 9 meses para as meninas e de 13 anos e 11 meses para os meninos.

Em 2001, Mora et al.. avaliaram o valor do método de Greulich & Pyle em determinar as idades ósseas de 260 crianças americanas descendentes de europeus e de 274 crianças americanas com descendência africana, nascidas após o ano de 1980, com as idades entre 0 e 19 anos. Os autores concluíram que, na fase pré-puberal, as descendentes de europeus possuíam um atraso significativo na idade óssea quando comparadas com as de descendência africana. Na fase pós-puberal os meninos descendentes de europeus estavam mais avançados na idade óssea que os meninos de origem africana. Os autores citam ainda que são necessários novos estudos para uma aplicação mais precisa do método em populações com vários grupos étnicos.

Amaral et al., em 2002, avaliaram através do atlas de Greulich & Pyle a idade óssea de 85 meninos e 85 meninas entre 6 anos e 4 meses e 14 anos e 9 meses. Observaram uma correlação de 0,89 para o grupo feminino e 0,85 para o masculino. Para o grupo feminino, na faixa etária de 6 a 12 anos, não houve diferença estatisticamente significativa entre a idade óssea estimada e a idade cronológica, enquanto que na faixa de 12 a 14, observou-se diferença significativa. A idade cronológica foi superestimada em 1,28 meses, porém este resultado não foi

significante. Para os meninos, encontraram uma diferença estatisticamente significativa para o grupo de 6 a 12 anos, ocorrendo uma subestimativa da idade cronológica em 4,27 meses. Os autores concluíram que dependendo da faixa etária, o atlas de Greulich & Pyle não foi capaz de estimar com precisão a idade óssea das crianças em estudo.

Moraes et al. (2003), compararam os métodos de avaliação da idade óssea de Greulich & Pyle e de Eklöf & Ringertz, para verificar a variabilidade, fidelidade, confiabilidade e praticidade entre eles, quando aplicados em crianças brasileiras. Após análise dos resultados, verificaram que existe grande variabilidade nos valores das idades ósseas calculadas pelos dois métodos estudados. Com relação à praticidade, o método Eklöf & Ringertz, quando feito pelo computador, é mais fácil e rápido que o método Greulich & Pyle. Contudo, quando feito manualmente, torna-se mais complicado. Com relação à fidelidade, verificaram que ambos os métodos podem apresentar variações nas avaliações, apresentando tanto idades adiantadas como atrasadas. Concluíram que, desde que estas variações estejam numa faixa de 24 meses, pode-se considerá-las normais. Quanto à confiabilidade, encontraram alta correlação positiva entre os dois métodos utilizados, o que permitiu afirmar que ambos podem ser aplicados em crianças brasileiras, não apresentando diferenças significantes entre si.

Holderbaum et al., em 2005, realizaram um estudo longitudinal em que avaliaram, em um intervalo de quatro anos, o desenvolvimento ósseo e dentário de um grupo de crianças portadoras do HIV, comparando-o com um grupo controle. Foram analisadas radiografias de mão e punho e panorâmica, de uma amostra de 60 crianças, com idades variando entre 5anos e 2 meses e 15 anos e 5 meses, sendo: 30 crianças voluntárias, 17 meninos e 13 meninas, portadoras de infecção pelo HIV, e 30 crianças voluntárias, 17 meninos e 13 meninas, que não apresentavam infecção pelo HIV ou qualquer outra doença sistêmica. Este estudo foi realizado em duas fases distintas, a primeira em 1999 e a segunda em 2003. A idade dentária foi analisada pelo método de Nolla e a idade óssea pelos métodos de Greulich & Pyle e de Eklöf & Ringertz, conforme preconizados pelos autores. Para a análise de Eklöf & Ringertz, as radiografias foram digitalizadas e as medições feitas através do programa *Image Tool* (UTHSCSA, Texas, U.S.A.). Verificaram que, através da comparação da idade cronológica com as idades dentária e óssea, que

houve diferença estatisticamente significativa entre as crianças portadoras do vírus HIV e as não portadoras, tanto em 1999 como em 2003. Concluíram que as crianças com o vírus, de ambos os sexos, sofreram um retardo no desenvolvimento ósseo, que a diferença no desenvolvimento, embora não fosse significativa, diminuiu com o aumento da idade cronológica. Em relação à idade dentária, esta foi inferior à idade cronológica no grupo feminino com HIV em 1999 e 2003 e no grupo masculino com HIV em 1999. Na comparação entre os métodos de avaliação da idade óssea para o grupo controle, foram encontrados os seguintes resultados: no grupo feminino de 1999 e 2003, os dois métodos concordaram entre si em haver compatibilidade entre as idades cronológica e óssea; no grupo masculino de 1999, os dois métodos concordaram entre si, encontrando compatibilidade entre as idades cronológica e óssea. Já, no grupo masculino de 2003, os dois métodos concordaram entre si, mas foram encontradas diferenças entre as idades cronológicas e ósseas.

Olivete, em 2005, apresentou em seu trabalho uma metodologia semi-automática e simplificada para a estimação da idade óssea baseada no método de Eklöf & Ringertz. Fundamenta-se no processamento e extração de informações de imagens radiográficas da mão, através da análise dos ossos do carpo e do punho. Os ossos do carpo, a partir de uma determinada idade cronológica (aproximadamente 10 anos) apresentam áreas sobrepostas, não sendo possível determinar precisamente o contorno de cada osso, tornando impossível a precisão da estimativa da idade óssea. Outros problemas que dificultam a análise estão relacionados com a qualidade do filme, processo de formação da imagem, ruídos e, aquele inerente ao processo de radiografia, denominado efeito *Heel*, que é a distribuição irregular de intensidade dos raios-X, que causam uma iluminação não uniforme no fundo da imagem. Estas irregularidades causam uma diferença muito grande na iluminação em certas regiões do filme, onde algumas partes são sensibilizadas em excesso e outras pouco sensibilizadas, prejudicando a uniformidade do contraste necessário para a obtenção de uma boa imagem. Embora esta variação não homogênea de intensidade gerada pelo efeito *Heel* possa ser facilmente corrigida pelo sistema de percepção humana, esta presença dificulta o uso de técnicas de processamento automáticas. Alguns dos ossos pertencentes a estas regiões sobrepostas fazem parte da análise de Eklöf & Ringertz. Para solucionar este problema, o autor propõe neste trabalho a exclusão dos ossos do

carpo e do punho e uma metodologia para isolar os ossos do tecido da mão para a obtenção das dimensões dos mesmos. Foram analisadas imagens radiográficas de 450 de pacientes do sexo feminino e masculino, com idades entre 6 e 18 anos. Ele comparou os resultados obtidos através da análise completa do método original, no qual eram avaliados 10 parâmetros, com uma análise simplificada em que foram avaliados 5 parâmetros (metacarpos 2, 3 e 4, falanges proximais 2 e 3) e, com base nos resultados positivos apresentados, o autor buscou uma nova simplificação com apenas 3 centros de ossificação (metacarpos 2 e 4 e falange proximal 3). Com base nos estudos concluiu que é possível estimar com confiança a idade óssea baseando-se apenas nos ossos da mão, excluindo os ossos do carpo e do punho, que são ossos necessários na análise completa do método de Eklöf & Ringertz. Ele verificou, durante a análise do método completo (10 centros de ossificação), simplificação mínima e máxima (5 e 3 centros respectivamente), que as dimensões obtidas em alguns centros de ossificação, quando participam da média, não contribuem positivamente para a obtenção de uma idade óssea final esperada, conforme o laudo médico, produzindo resultados com elevado desvio padrão. Concluiu que é possível estimar a idade óssea pelo método de Eklöf & Ringertz baseando-se na análise de apenas 3 centros de ossificação (metacarpos 2 e 4 e da terceira falange proximal). Neste trabalho também foi apresentada uma extensão para as medidas do índice de Eklöf & Ringertz até a idade de 18 anos.

Haiter Neto et al. (2006), realizaram um estudo com o objetivo de avaliar a aplicabilidade de três métodos de determinação da idade esquelética: Greulich & Pyle, Tanner et al. e Eklöf & Ringertz computadorizado. Foram avaliadas 360 crianças e adolescentes brasileiros (180 do gênero masculino e 180 do feminino), entre as idades de 7 e 15 anos, divididos em 18 grupos de acordo com sexo e idade cronológica. Todos os indivíduos eram provenientes de famílias de classe média, da região urbana de Fortaleza. No método de Greulich & Pyle, as médias das idades cronológica e esquelética estimada foram similares em todos os grupos. Houve uma subestimação de 2 meses para os meninos e uma superestimação de 1 mês para as meninas, no entanto, analisando o intervalo de confiança, estas diferenças não foram estatisticamente significantes. No método de Tanner et al., as médias das idades esquelética e cronológica foram similares para todos os grupos, como no método anterior. Uma subestimação de 2 meses para os meninos também foi notada

mas estes resultados não foram estatisticamente significantes. Para as meninas, houve uma grande similaridade entre as idades cronológica e a esquelética. Já no método de Eklöf & Ringertz, houve uma superestimativa nas menores idades, uma coincidência nos grupos intermediários e uma subestimativa nas idades mais avançadas, para ambos os gêneros, sendo encontrada diferença estatisticamente significativa no gênero feminino. Os coeficientes de correlação entre as idades estimadas e a idade cronológica obtidos foram elevados, com valores variando entre 0,87 e 0,91 para o gênero masculino e entre 0,84 e 0,93 para o gênero feminino. Relatou, também, que apesar de todos os métodos estudados mostrarem serem confiáveis na estima da idade óssea, é recomendável a utilização dos fatores de correção para uma melhor adaptação à população estudada.

Olivete & Rodrigues (2006), em seu trabalho, apresentaram um software automático e uma metodologia simplificada para estimar a idade óssea baseada no método de Eklöf & Ringertz. Este software utilizou como referência o método descrito anteriormente, onde são necessários apenas métodos computacionais não muito sofisticados para estimar a idade óssea baseado na análise das dimensões de dez centros de ossificação da mão, punho e carpo. Uma das grandes dificuldades desta análise está diretamente relacionada à obtenção das dimensões dos centros do punho e do carpo, por apresentarem grande concentração de tecido, prejudicando, assim, o isolamento correto dos mesmos. Desta forma, estimaram a idade óssea por meio da análise apenas dos ossos da mão, onde se encontram cinco centros de ossificação (excluindo os do punho e do carpo) sendo: segundo metacarpo, terceiro metacarpo, quarto metacarpo, segunda falange proximal e terceira falange proximal. Um dos softwares atualmente existentes para estimar a idade óssea, baseado no método de Eklöf & Ringertz, é operado de forma manual. Todos os pontos que compõem os centros de ossificação são marcados manualmente, o que resulta em um tempo elevado para a fixação dos vinte pontos necessários para estimar a idade óssea. O software desenvolvido e apresentado neste estudo, trabalha de forma automática e simplificada, onde os marcadores são inseridos automaticamente para o cálculo da idade óssea. Para apresentar os resultados obtidos pelo software utilizando a simplificação, foram selecionadas 68 imagens do banco de dados, sendo 34 do sexo masculino e 34 do sexo feminino. Para medir a eficiência da simplificação utilizada no software, foram obtidas as

idades ósseas para 68 imagens do banco de imagens e, em seguida, realizou-se a confrontação entre os laudos do software e do médico. O desvio padrão utilizado variou de 0.1 a 0.5 anos, sendo este intervalo consideravelmente baixo de acordo com informações de médicos especialistas. Outro fator para a escolha deste intervalo é que dois métodos usualmente utilizados para estimar a idade óssea (Greulich & Pyle; Tanner & Whitehouse), fazem a distinção entre as idades ósseas utilizando em média valores que chegam até um ano de um padrão para o outro. Já neste estudo, o desvio padrão utilizado é muito menor do que os outros dois métodos citados anteriormente. Com base nos resultados alcançados através do software apresentado, concluíram que é possível estimar a idade óssea levando em consideração apenas os cinco centros de ossificação dos ossos da mão, excluindo da análise os ossos do carpo e do punho, que são necessários na análise completa do método de Eklöf & Ringertz.

Oliveira et al. (2006) avaliaram as alterações de crescimento ósseo pelos métodos de Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz, em crianças infectadas e não infectadas pelo vírus HIV. A amostra era composta por 100 crianças entre as idades de 4 anos e 2 meses e 11 anos e 9 meses, sendo 51 do gênero feminino e 49 do gênero masculino. No grupo feminino, 23 crianças eram infectadas e 28 eram saudáveis. Já, no grupo masculino, 24 eram infectadas e 25 eram saudáveis. Os grupos foram emparelhados nos critérios de idade, condição socioeconômica, sexo e raça. Os resultados mostraram diferenças estatísticas entre os métodos utilizados quando comparados entre si, para ambos os gêneros. Para o grupo de crianças do sexo masculino, não foram observadas diferenças estatísticas significativas entre os subgrupos controle e infectados, em ambos os métodos. Foram observadas diferenças estatísticas entre os subgrupos controle e infectadas do sexo feminino, quando avaliadas pelo método de Eklöf & Ringertz. Assim, concluíram que houve influência do HIV no desenvolvimento esquelético no grupo feminino quando se compararam os subgrupos controle e HIV, quando analisados pelo método de Eklöf & Ringertz.

Olivete & Rodrigues (2007) apresentaram um estudo comparativo dos métodos para estimar a idade óssea de Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse e Eklöf & Ringertz 3 (E&R3), que é uma simplificação proposta por Olivete (2005) na qual é necessária a análise de apenas 3 centros de ossificação (dos 8 centros

necessários do método original), alcançando resultados equivalentes. Este trabalho apresenta uma validação para a simplificação do método E&R3, proposta para o método de Eklöf & Ringertz completo. Foram utilizadas 197 imagens radiográficas da mão esquerda, sendo 98 para o sexo masculino e 99 para o sexo feminino, com faixa etária entre 7 e 16 anos. Os valores dos laudos médicos para os métodos de G&P e T&W foram obtidos junto ao acervo do Prof. Dr. Francisco Haiter Neto, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba. Para o método de E&R3 foi utilizada a ferramenta *Anacarp* desenvolvida por Olivete e apresentada no trabalho de Olivete & Rodrigues (2006), a qual se baseia na análise automática de 3 centros de ossificação para estimar a idade óssea. Como resultados, as idades esqueléticas obtidas pelos 3 métodos foram satisfatórias, apresentando uma correlação de 92% com as idades cronológicas. Foi verificado que a simplificação proposta, E&R3, apresentou resultados significantes e correspondentes aos valores dos laudos médicos. Observando separadamente, concluíram que as idades estimadas, utilizando G&P, foram as que obtiveram valores mais próximos e consistentes. Já, no conjunto das imagens do sexo masculino, o método que obteve maior consistência foi o de E&R3. De posse destes resultados, concluíram que o método E&R3 seria apropriado para estimar a idade óssea, usando uma rápida e simplificada configuração, com resultados similares.

Olivete e Rodrigues em 2009, tiveram como objetivo, neste trabalho, avaliar a idade óssea através de duas simplificações do método de Eklöf & Ringertz chamadas de ER5 e ER3, desenvolvidas pelos autores. Os métodos que são tradicionalmente usados como padrões de referências confiáveis são baseados na análise da radiografia carpal: Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse e Eklöf & Ringertz. Os autores escolheram explorar o método de Eklöf & Ringertz porque além de ser o mais comumente usado e menos subjetivo, ele permite a aplicação de procedimentos computacionais de um modo mais simples que os outros métodos. Baseado nos parâmetros originais do método de Eklöf & Ringertz, um software foi desenvolvido com uma ferramenta chamada *Anacarp*, o qual opera automaticamente de um modo simples, onde os pontos são marcados automaticamente nos centros de ossificação do método, nas imagens radiográficas previamente trabalhadas pelo programa, nas quais os ossos foram isolados do tecido tegumentar, permitindo uma visualização mais acurada dos mesmos. A metodologia proposta foi testada em 909

radiografias provenientes da Clínica de Radiologia da Universidade de Campinas (FOP – UNICAMP) e Bauru (FOB – USP) no Brasil. A amostra era composta de 471 imagens do gênero feminino e 438 do gênero masculino. Os métodos ER5 e ER3 foram comparados com os laudos médicos dos métodos de Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse e Eklöf & Ringertz completo. Como resultado, foi encontrada uma alta correlação com as médias dos laudos médicos dos métodos de GP e TW e as idades estimadas através dos métodos ER5 e ER3, para ambos os sexos. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as médias encontradas pelos métodos ER5 e ER3, quando comparados entre si. Isto indicou que as simplificações do método de Eklöf & Ringertz são adequadas para a análise da estimacão da idade óssea em grandes bancos de dados.

### 3 AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA

A idade óssea ou esquelética é definida como aquela em que crianças consideradas normais, do mesmo sexo, geralmente alcançam um determinado estágio de maturação esquelética em uma determinada idade cronológica. Tem sido considerada o indicador de maturidade biológica mais fiel e o mais utilizado nos estudos de crescimento e desenvolvimento de um indivíduo, e é determinada através da avaliação do estágio em que se encontram os diferentes centros de ossificação do organismo como ombro, cotovelo, joelho, punho, mão, pé, quadril, vértebras cervicais e outros.

As áreas da mão e punho e do pé e tornozelo apresentam diversos centros de ossificação, mais que as demais áreas. Além disso, estas duas áreas mostram os três tipos de ossos – longos, curtos e chatos ou arredondados – que apresentam diferentes tipos de ossificação. Para fazer a avaliação do pé e tornozelo, são necessárias duas radiografias, uma lateral e uma anteroposterior, devido ao grande número de superposições encontradas nestas áreas. Neste sentido, a avaliação da mão e do punho é vantajosa pelo fato de exigir apenas um registro radiográfico de fácil execução.

Pelo exame dos 30 centros de ossificação da mão e punho, é possível verificar a sequência de aparecimento e subseqüentes alterações na formação dos ossos, assim como a fusão das epífises com as diáfises, permitindo uma boa avaliação da predição do crescimento e desenvolvimento de um indivíduo desde o nascimento até a sua maturidade.

#### 3.1 ANATOMIA DA MÃO E DO PUNHO

A mão e o punho (conforme Figura 1) são divididos em três regiões: carpo, metacarpo e falanges.

Flanges são os ossos dos dedos, propriamente ditos. Cada dedo é formado por três falanges, denominadas de falanges distal, média e proximal. A exceção é o polegar (ou primeiro dedo) que só apresenta duas, a distal e a proximal. Cada falange apresenta uma epífise correspondente, situada na base de sua diáfise, a qual se fusionará a esta após o nascimento. O início da ossificação das falanges ocorre durante o terceiro ou quarto mês antes do nascimento.

O metacarpo é o conjunto de cinco ossos (do primeiro ao quinto metacarpiano, contados a partir do polegar) que formam a palma da mão. Eles unem o carpo às falanges. O início da ossificação dos metacarpos se dá no terceiro mês antes do nascimento.

O carpo são os ossos do punho. É o conjunto de oito ossos dispostos em duas fileiras de quatro. No sentido lateromedial os ossos da fileira proximal são: escafóide, semilunar, piramidal e pisiforme. Os da fileira distal são: trapézio, trapezóide, capitato e hamato. O osso capitato é o maior osso do carpo e o primeiro a se ossificar e o pisiforme é o menor e o último a sofrer ossificação. O início da ossificação do carpo geralmente ocorre após o nascimento.

Por fim, a epífise distal dos ossos do rádio e da ulna são as epífises dos ossos do ante-braço. Estes dois centros de ossificação também são avaliados para estimar a idade óssea, apesar de não fazerem parte dos ossos da mão e do punho.

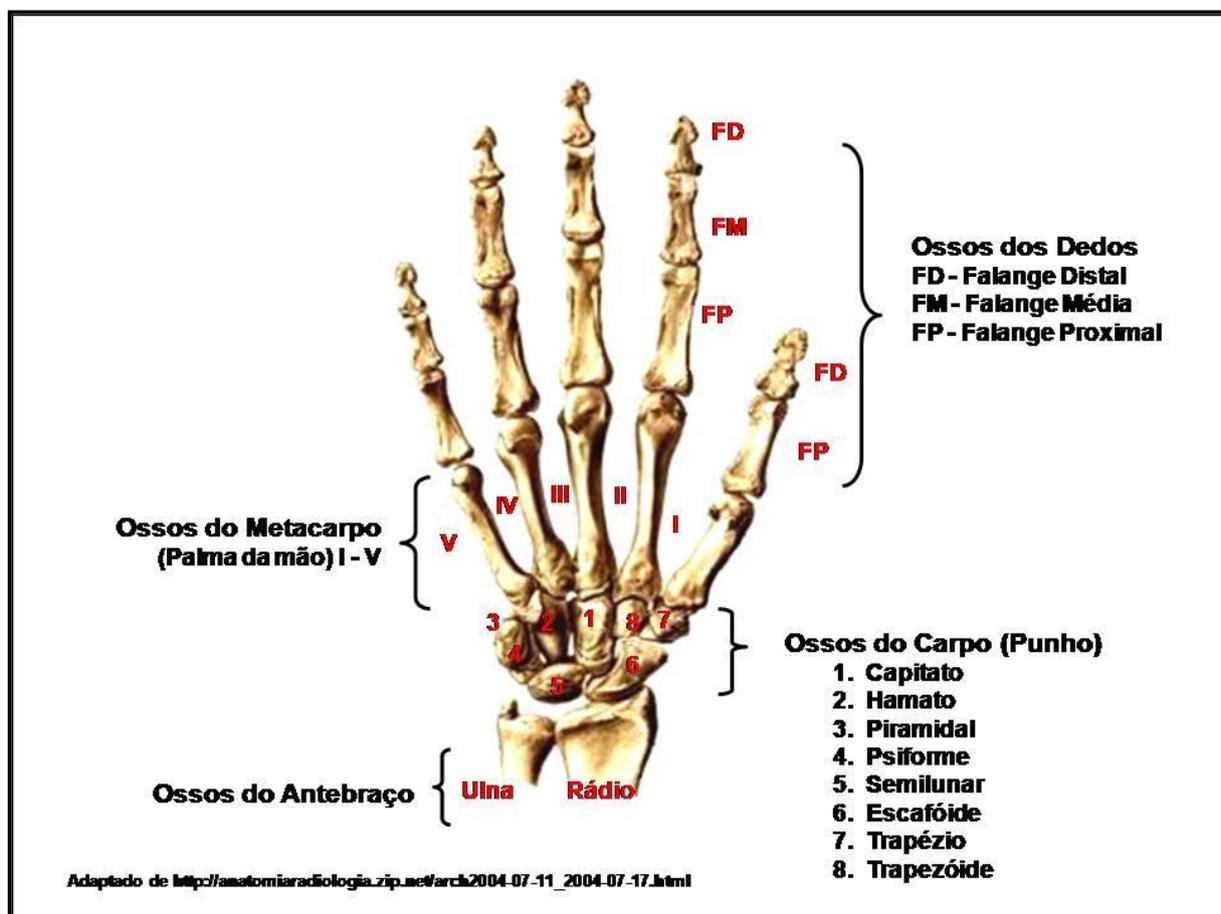


Figura 1: Anatomia da mão e do punho

### 3.2 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA

Atualmente existem vários métodos para a estimativa da idade óssea. Os métodos clássicos mais difundidos no Brasil são: Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse e Eklöf & Ringertz. Nos próximos itens serão descritos os métodos de Greulich & Pyle, Eklöf & Ringertz e atlas digital de Gilsanz e Ratib, os quais foram utilizados nesta pesquisa.

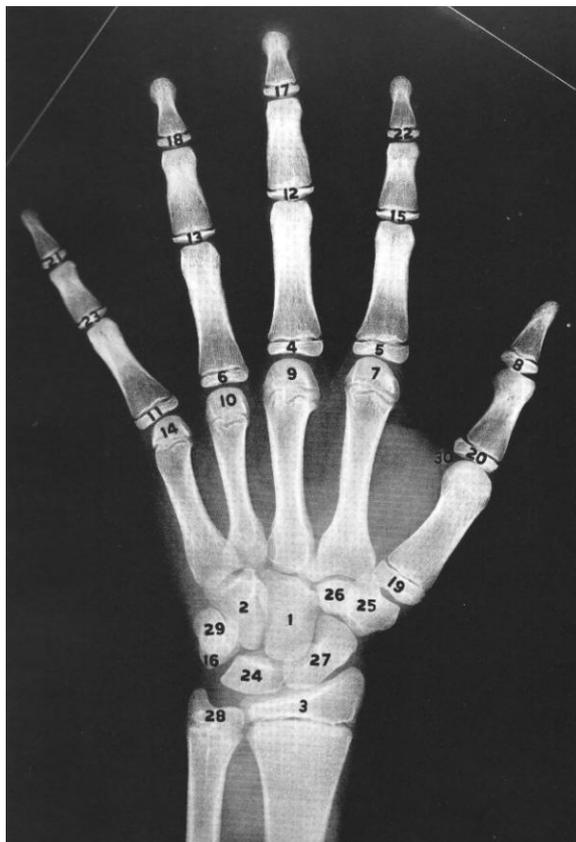
#### 3.2.1 Método de Greulich & Pyle

O sistema de Greulich & Pyle (1959) é um método do tipo inspeccional e baseia-se na comparação da radiografia carpal da criança em estudo com 58 pranchas radiográficas contidas em um atlas, com padrões separados para cada

gênero: “Radiographic Atlas of Skeletal Development of the Hand and Wrist”. Ele foi elaborado a partir de um estudo longitudinal de crianças norte americanas, brancas, descendentes de europeus, com nível socioeconômico médio-alto. Cada padrão contido no atlas foi selecionado de uma amostra de 100 radiografias de crianças do mesmo sexo e idade. O atlas apresenta padrões radiográficos em intervalos de 3 em 3 meses de idade nos primeiros 18 meses, 6 em 6 meses até os 5 anos e, a partir daí, anualmente até os 18 anos para o gênero feminino e 19 para o gênero masculino, exceto por alguns intervalos semestrais durante a puberdade. A medida esquelética designada para cada padrão corresponde à idade cronológica sobre a qual o padrão foi baseado.

Quando se usa este método, a radiografia do paciente a ser avaliada é comparada com a série das radiografias contidas no atlas e, através da observação visual dos 30 centros de ossificação presentes, escolhe-se o padrão que mais se assemelha, tendo-se o cuidado de verificar o padrão anterior mais jovem e o posterior mais velho, obtendo-se assim a idade esquelética do indivíduo, que pode ou não coincidir com a idade cronológica. A seguir, é feita a comparação destes centros de ossificação individualmente, em uma seqüência padronizada, iniciando pelas epífises distal do rádio e da ulna, seguida pelos ossos carpais (em ordem de aparecimento: capitato, hamato, piramidal, semilunar, escafoide, trapézio, trapezóide e pisiforme), os metacarpos e, por fim, as falanges. A cada centro analisado é atribuída uma idade óssea e, ao seu final, é feita a totalização e retirada a média.

As características ósseas que devem ser observadas com mais atenção, para fazer esta seleção preliminar, irão variar de acordo com a idade da criança. Do nascimento à primeira infância, a presença ou ausência de certos centros de ossificação carpais ou epifisários são os melhores indícios. Do início da puberdade até o final da adolescência, o grau de fusão das epífises com suas diáfises, e, durante o período intermediário, a seleção dependerá mais das mudanças na forma e estágios de maturação destes centros de ossificação. Quando a radiografia analisada estiver entre dois padrões, receberá uma idade óssea correspondente intermediária.

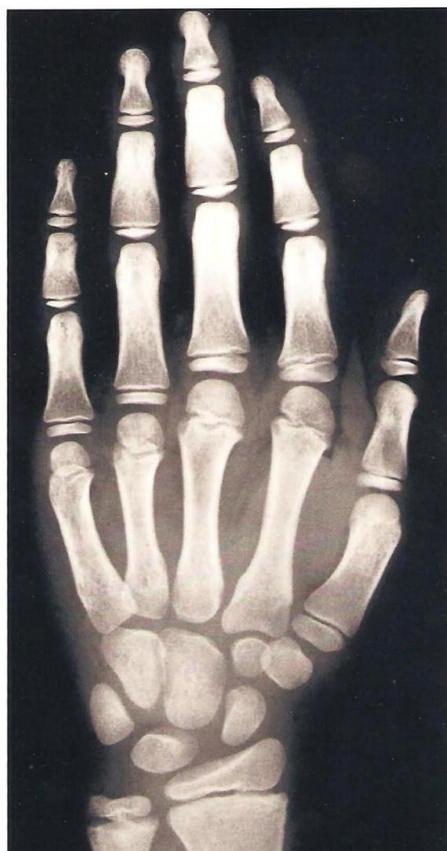


1) capitato; 2) hamato; 3) epífise distal do rádio; 4) epífise da falange proximal do terceiro dedo; 5) epífise da falange proximal do segundo dedo; 6) epífise da falange proximal do quarto dedo; 7) epífise do segundo metacarpo; 8) epífise da falange distal do primeiro dedo; 9) epífise do terceiro metacarpo; 10) epífise do quarto metacarpo; 11) epífise da falange proximal do quinto dedo; 12) epífise da falange média do terceiro dedo; 13) epífise da falange média do quarto dedo; 14) epífise do quinto metacarpo; 15) epífise da falange média do segundo dedo; 16) piramidal; 17) epífise da falange distal do terceiro dedo; 18) epífise da falange distal do quarto dedo; 19) epífise do primeiro metacarpo; 20) epífise da falange proximal do primeiro dedo; 21) epífise da falange distal do quinto dedo; 22) epífise da falange distal do segundo dedo; 23) epífise da falange média do quinto dedo; 24) semilunar; 25) trapézio; 26) trapezóide; 27) escafóide; 28) epífise distal da ulna; 29) pisiforme; 30) sesamóide adutor do polegar.

**Figura 2 – Os 30 centros de ossificação avaliados pelo método de Greulich & Pyle, numerados na ordem mais aproximada em que iniciam sua ossificação.**

Fonte: Greulich & Pyle, (1959, p.187)

Este atlas também apresenta a idade esquelética dos ossos individualmente e uma parte descritiva contendo as principais características da cada estágio de desenvolvimento, em quadros que se encontram junto a cada padrão.



Epífise do Rádio	10a2m	Falange proximal I	10 anos
Epífise da Ulna	10a2m	Falange proximal II	10 anos
		Falange Proximal III	10 anos
Capitato	10 anos	Falange Proximal IV	10 anos
Hamato	10 anos	Falange Proximal V	10 anos
Piramidal	10 anos		
Semilunar	10a3m	Falange Média II	9a6m
Escafóide	10 anos	Falange Média III	9a6m
Trapézio	10 anos	Falange Média IV	9a6m
Trapezóide	10 anos	Falange Média V	9a5m
Metacarpo I	10 anos	Falange Distal I	10 anos
Metacarpo II	10 anos	Falange Distal II	10 anos
Metacarpo III	10 anos	Falange Distal III	10 anos
Metacarpo IV	10 anos	Falange Distal IV	10 anos
Metacarpo V	10 anos	Falange Distal V	10 anos
		Pisiforme	10 anos
		Sesamóide Adutor do Polegar	*
		Sesamóide Flexor do Polegar	*

\* Estes centros ainda estão cartilaginosos neste estágio de desenvolvimento

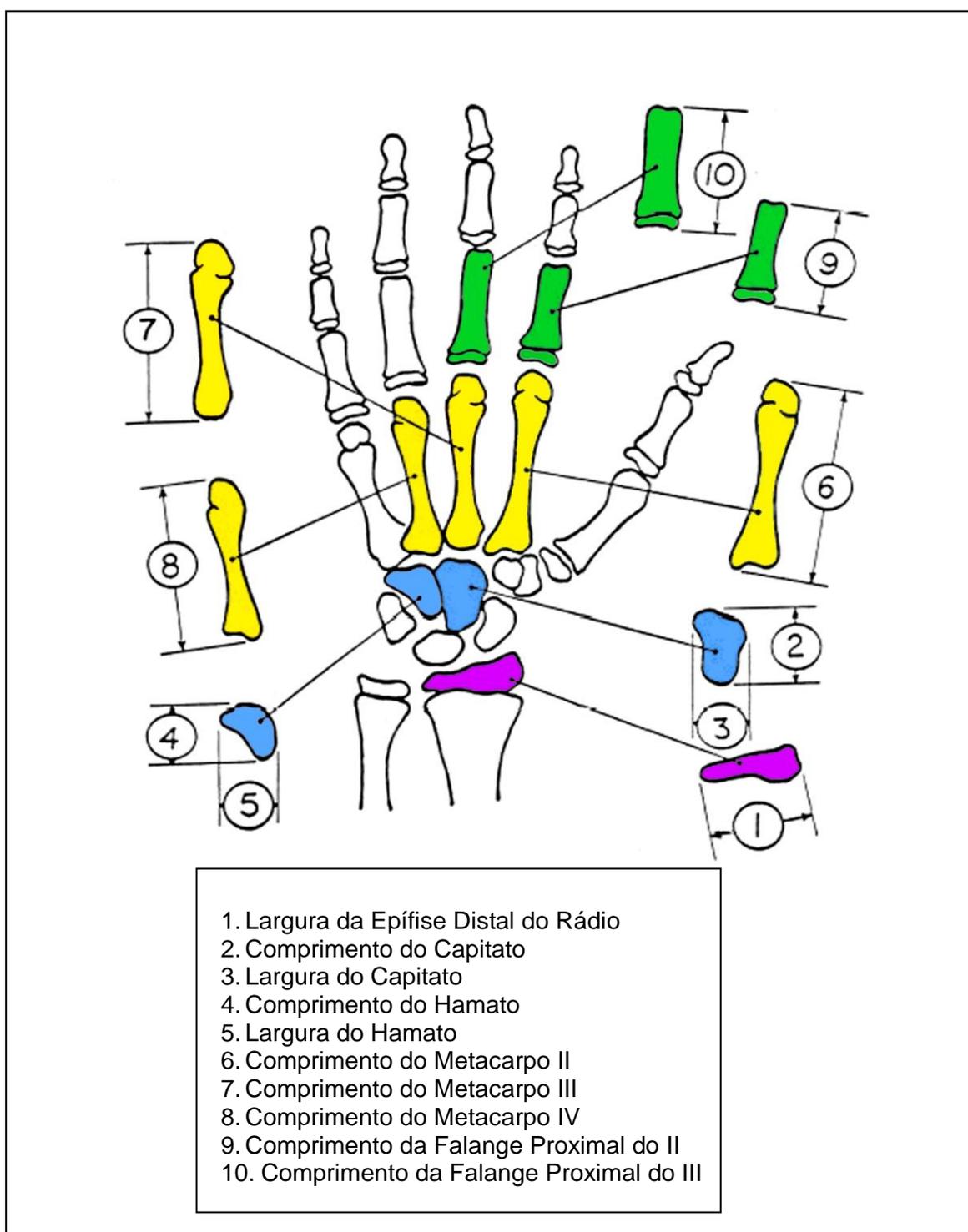
**Figura 3 – Radiografia do atlas de Greulich & Pyle – masculino – 10 anos e idade esquelética individual dos centros de ossificação.**

Fonte: Greulich & Pyle, (1959, p. 98 e 99 )

### 3.2.2 Método de Eklöf & Ringertz

O método de Eklöf & Ringertz (1967), baseia-se nas medidas de comprimento e/ou largura de oito centros de ossificação da mão e do punho, proposta para crianças suecas. A escolha destes ossos foi baseada em testes em que os resultados foram estatisticamente mais precisos na determinação da idade óssea, de 1013 crianças, com idades entre de 1 a 15 anos . Os autores verificaram, também, que nas crianças com idade inferior a 1 ano e meio a regressão não era linear entre a idade cronológica e a idade óssea, o que significava que não poderiam ser incluídas nesta análise. As crianças com mais de 15 anos não foram estudadas pelos autores por não fazerem parte da faixa etária tratada por médicos pediatras. Para determinar padrões normais, foram escolhidos 10 parâmetros dos oito centros de ossificação, que apresentavam os mais altos coeficientes de correlação entre as

idades cronológicas e ósseas que são: (1) largura da epífise distal do rádio, (2) comprimento do capitato, (3) largura do capitato, (4) comprimento do hamato, (5) largura do hamato, (6) comprimento do metacarpo II, (7) comprimento do metacarpo III, (8) comprimento do metacarpo IV, (9) comprimento da falange proximal II e (10) comprimento da falange proximal III, ilustrados na Figura 4.



**Figura - 4: Esquematização dos oito centros ósseos que devem ser medidos segundo o índice de Eklöf & Ringertz**

Usando cálculos estatísticos, os autores apresentaram dois quadros, um para o sexo masculino e outro para o sexo feminino, onde foram estabelecidos valores mínimos e máximos, em milímetros, para cada parâmetro (2 desvios-padrão para cima e para baixo da média), para as idades de 1 a 15 anos, com intervalo de três meses entre eles.

A idade óssea é estimada pela medição dos dez parâmetros, correspondente à maior distância linear obtida pelo eixo longitudinal de cada comprimento e largura dos ossos. Para cada parâmetro medido, é encontrada uma idade óssea na tabela, as quais são somadas e divididas por dez para se obter a idade óssea.

### 3.2.3 Método do atlas digital de Gilsanz & Ratib

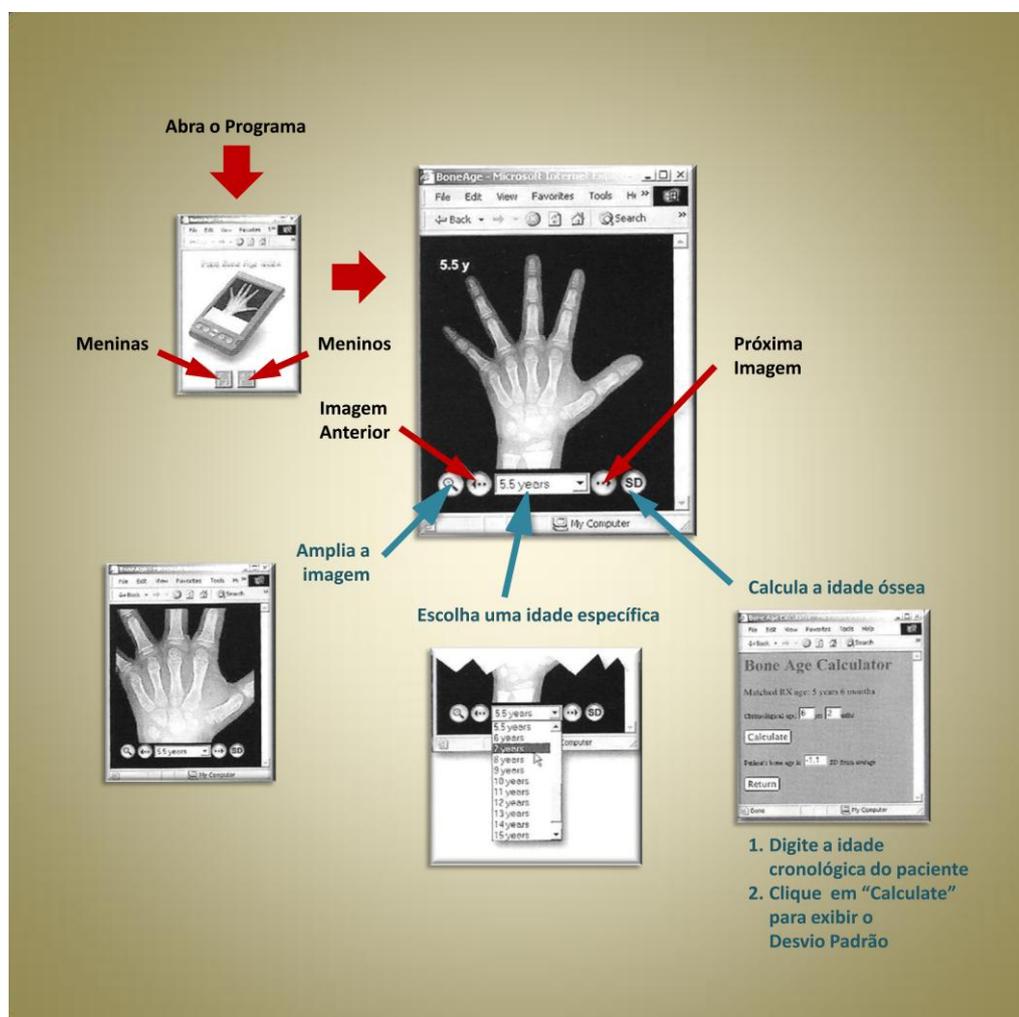
Este método determina a idade óssea através da observação dos estágios de calcificação dos ossos da mão e do punho. Esta avaliação é realizada através da comparação das imagens radiográficas do paciente com as imagens contidas no atlas digital, projetado pelos autores. São imagens idealizadas que foram criadas artificialmente, específicas quanto ao sexo e idade, que se originaram de um composto de várias radiografias da mão e do punho de crianças americanas sem diagnóstico de doenças crônicas e que não estivessem tomando medicação regular, de cor branca e de descendência européia, provenientes da região de Los Angeles.

Um total de 522 radiografias da mão esquerda foram selecionadas como padrões de referência (50% do sexo feminino e 50% do masculino), que foram divididos em 29 grupos de idade, variando de 8 meses a 18 anos. Os intervalos entre os grupos são aproximadamente iguais a um desvio padrão: dois meses dos 8 ao 20 meses; 4 meses entre 20 e 28 meses; 6 meses entre 30 meses e 6 anos. A partir desta idade, os intervalos são anuais até 18 anos. Para cada grupo de idade, nove imagens foram classificadas por dois radiologistas com base no grau de maturidade esquelética em diferentes centros de ossificação. A imagem do meio foi identificada como a imagem média, metade das imagens restantes descreveu mais

maturidade e a outra metade menos maturidade na região examinada. Este processo foi aplicado em seis regiões anatômicas diferentes da mão e do punho: as falanges proximais, medianas e distais, os metacarpos, ossos do carpo, e, por último, a epífise distal do rádio e da ulna. No geral, as imagens medianas selecionadas para as seis regiões anatômicas pertenciam a diferentes crianças dos mesmos grupos de sexo e idade. As combinações das imagens computacionais permitiram a fusão das diferentes imagens médias em uma única imagem idealizada representativa daquele grupo etário. Duas versões de cada imagem foram geradas: uma descrevendo a mão inteira e outra com aumento dos segmentos anatômicos específicos (versão *zoom*), para melhorar a avaliação do observador quanto a detalhes sutis e mudanças nas estruturas dos ossos para cada grupo de idade.

Os componentes básicos do *software* foram desenvolvidos no formato HTML usando a linguagem JAVA padrão. Isto assegura a compatibilidade com a maioria dos computadores portáteis que usam um navegador de rede capaz de exibir documentos HTML. Uma versão especial do *software* foi desenvolvida para sistemas de operação PALM e para PDAs compatíveis com PALM. O padrão HTML permite que o programa possa ser usado em um *laptop* ou em um computador de mesa. Uma interface simples, constituída de três botões e um menu suspenso, permite ao usuário navegar facilmente através das imagens, tanto cronologicamente pelos grupos de idade, quanto pela seleção de uma idade específica no menu.

A primeira página do atlas digital exibe dois ícones distintos para seleção de imagens masculinas e femininas. A figura 5 apresenta um diagrama esquemático descrevendo as principais características do *software* e a interface simplificada que facilita a navegação entre as radiografias cronológicas da mão para selecionar uma imagem compatível com a imagem do paciente que está sendo analisada. O *software* também fornece uma forma simples de obter o desvio padrão estimado em relação ao normal.



**Figura 5 – Diagrama esquemático adaptado do atlas digital de Gilsanz & Ratib**

Fonte: Gilsanz & Ratib (2005, p. 23)

O *software* do atlas digital vem acompanhado de um guia com indicadores da maturidade esquelética, que tem como objetivo descrever os ossos que mais caracterizam determinadas fases do desenvolvimento.

A estimativa da idade óssea usando o programa do atlas digital, foi validada através da comparação da maturidade esquelética usando o método de Greulich & Pyle, por dois radiologistas experientes. Imagens de 200 crianças brancas saudáveis (100 meninos e 100 meninas) foram examinadas. Independentemente do radiologista ou do método empregado para avaliar a maturidade esquelética, fortes correlações foram apresentadas entre a idade esquelética e a idade cronológica, não apresentando diferença estatística entre o atlas digital e Greulich & Pyle.

## 4 PROPOSIÇÃO

### 4.1 OBJETIVO GERAL:

- Determinar o grau de concordância entre diferentes métodos de avaliação da idade esquelética em um grupo de crianças brasileiras nascidas no Rio Grande do Sul.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comparar as idades esqueléticas obtidas pelos métodos de Greulich & Pyle, Eklöf & Ringertz e atlas digital de Gilsanz & Ratib, em crianças de ambos os gêneros, em uma faixa etária entre 7 e 15 anos.
- Verificar se há diferenças estatisticamente significativas entre as idades ósseas obtidas pelos três métodos para os gêneros masculino e feminino.

## 5 METODOLOGIA

Este trabalho foi realizado com delineamento retrospectivo e/ou epidemiológico através de análise de banco de dados. A hipótese desta pesquisa foi baseada no pressuposto de que existe diferença significativa entre os métodos estudados para avaliação da idade óssea.

### 5.1 VARIÁVEIS ANALISADAS

Neste trabalho, foram analisados e comparados os métodos de Greulich & Pyle, de Eklöf & Ringertz e do atlas digital de Gilsanz & Ratib, em relação à:

- Variáveis dependentes: serão os graus de desenvolvimento ósseo obtido pela análise das radiografias de mão e punho dos pacientes.
- Variáveis independentes: serão aferidas segundo os critérios destes métodos sendo analisados de acordo com a interpretação comparativa das radiografias de mão e punho.

### 5.2 SELEÇÃO DA AMOSTRA

A amostra avaliada foi constituída por 80 radiografias escaneadas, de pacientes brasileiros da região metropolitana de Porto Alegre-RS, sendo 50% do gênero masculino e 50% do gênero feminino, com idades entre 7 e 15 anos, provenientes do acervo da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Nenhum indivíduo apresentava malformação congênita ou adquirida, nem alterações de desenvolvimento devido a síndromes ou desordens hormonais.

**Quadro 1 – Distribuição da amostra segundo gênero e faixa etária**

Idade do paciente	Masculino	Feminino	Total
7 anos (84 a 95 meses)	4	4	8
8 anos (96 a 107 meses)	5	5	10
9 anos (108 a 119 meses)	4	4	8
10 anos (120 a 131 meses)	5	5	10
11 anos (132 a 143 meses)	6	6	12
12 anos (144 a 155 meses)	5	5	10
13 anos (156 a 167 meses)	4	4	8
14 anos (168 a 179 meses)	4	4	8
15 anos (180 a 191 meses)	3	3	6
<b>Total</b>	40	40	80

A amostra foi subdividida em grupos com a seguinte constituição:

Grupo 1 – método G&P<sup>1</sup> – 40 pacientes do gênero masculino

Grupo 2 – método G&P – 40 pacientes do gênero feminino

Grupo 3 – método E&R<sup>2</sup> – 40 pacientes do gênero masculino

Grupo 4 – método E&R – 40 pacientes do gênero feminino

Grupo 5 – método G&R<sup>3</sup> – 40 pacientes do gênero masculino

Grupo 6 – método G&R – 40 pacientes do gênero feminino

<sup>1</sup> Abreviação utilizada para designar o método Greulich & Pyle.

<sup>2</sup> Abreviação utilizada para designar o método Eklöf & Ringertz.

<sup>3</sup> Abreviação utilizada para designar Gilsanz & Ratib.

### 5.3 OBTENÇÃO DAS RADIOGRAFIAS

As radiografias foram realizadas no Serviço de Radiologia da Faculdade de Odontologia da PUCRS. As radiografias foram obtidas da mão e punho do lado esquerdo, utilizando o aparelho de Raios-X (Ortophos, Siemens CD®, Munique, Alemanha). Foi utilizada a distância padrão de 1,52m, com tempo de exposição de 0,2 segundos, com o aparelho regulado para 38Kv e 3,2mA.

As radiografias foram obtidas com a mão esquerda em contato com filme e o eixo do dedo médio em linha reta com o eixo do antebraço, os dedos entreabertos e o polegar em um ângulo de aproximadamente 30 graus com o dedo indicador.

As radiografias foram processadas em equipamento automático AT2000 (Air Techniques, Corona, CA, EUA), com tempo de 4,5 minutos de seco a seco, sendo posteriormente armazenadas em local apropriado.

### 5.4 ESCANEAMENTO DAS RADIOGRAFIAS

Para escanear as radiografias foi utilizado um *scanner* de mesa com leitor de transparência (SnapScan 1236, AGFA). Foi selecionado o programa de escaneamento *fotosnap*, específico do equipamento para digitalização das imagens, sendo ajustado conforme as seguintes funções:

Original: *Transparency*

Modo: Escala de cinza

Saída: *75dpi*

Escala: 100%

Tamanho do arquivo: 201Kb por imagem

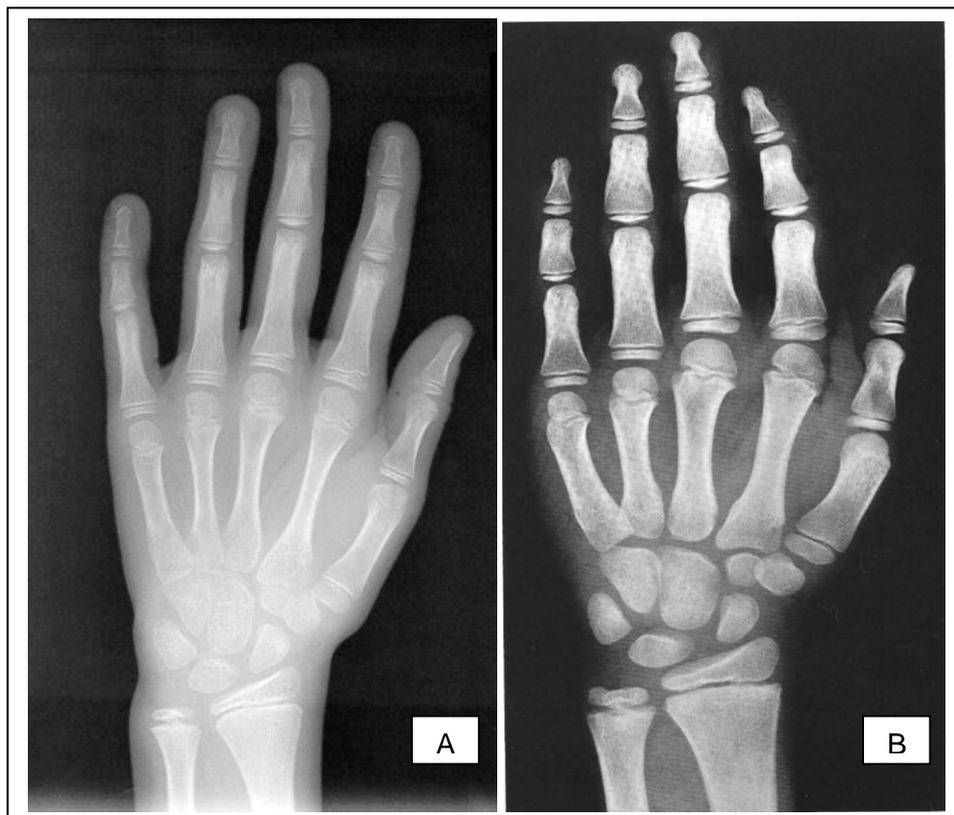
Por fim, através da função *Final* as imagens individualizadas foram arquivadas no disco rígido do computador, de acordo com a idade e gênero do grupo a que pertence. Todas as imagens foram arquivadas em formato tipo TIFF (*Tagged Image File Format*) que proporciona preservação dos valores obtidos durante o escaneamento e apresenta qualidade de resolução adequadas para as leituras dos *pixels*.

## 5.5 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DA IDADE ÓSSEA

Para a avaliação da idade óssea foram utilizados três métodos: Greulich & Pyle (1959), Eklöf & Ringertz (1967) e do atlas digital de Gilsanz & Ratib (2005), conforme preconizados pelos autores. Antes de iniciar as aferições, todas as radiografias foram mascaradas de modo que o pesquisador não tivesse acesso aos dados de identificação da criança, com exceção do gênero. Foram escolhidas, aleatoriamente, dez radiografias de cada grupo, masculino e feminino. Estas análises foram repetidas por três vezes, pelo mesmo observador, com intervalo de dez dias entre as leituras, para os três métodos.

### 5.5.1 Método de Greulich & Pyle

Este método avalia a idade óssea através da observação, em radiografias, das fases de mineralização dos ossos da mão e do punho. Para estimar a idade óssea, cada imagem radiográfica digitalizada foi buscada do arquivo e aberta na tela do computador, a qual estava separada apenas pelo gênero, para que o observador não tivesse acesso à idade cronológica do indivíduo. Esta imagem foi comparada com o padrão do mesmo gênero mais aproximado do atlas, com o cuidado de verificar com os padrões mais velhos e mais jovens do que os da idade cronológica encontrada no atlas, a fim de contemplar o padrão que realmente tivesse maior proximidade com a imagem radiográfica em estudo (fig. 6).



**Figura 6 – Radiografia digitalizada masculino 10a2m da amostra (A) e radiografia do atlas de Greulich & Pyle masculino 10 anos (B)**

Após a análise e conforme o desvio padrão correspondente aos limites de variação individual, elaborado para as idades esqueléticas por Greulich & Pyle (1959), estabeleceu-se uma escala de valores numéricos correspondentes ao critério de avaliação deste método. Consequentemente, quando se comparou as imagens radiográficas digitalizadas da amostra com as existentes no Atlas de Greulich & Pyle, determinaram-se três situações distintas: a idade esquelética com um valor inferior à idade cronológica, atribuiu-se o valor 1; quando fosse compatível, determinou-se o valor 2 e, quando a idade óssea demonstrasse uma idade cronológica superior a da estabelecida pelo método, determinou-se o valor 3.

### 5.5.2 Método Eklöf & Ringertz

Este método determina a idade óssea através da medição de dez parâmetros, selecionados pelos autores por fornecerem elevados coeficientes de correlação entre as idades cronológica e óssea, para as idades entre 1 a 15 anos. Estes parâmetros correspondem à maior distância obtida do eixo longitudinal de cada comprimento e ou largura de oito centros de ossificação da mão e do punho, a partir dos quais foram elaborados dois quadros, um para o gênero masculino e outro para o gênero feminino, contendo valores máximos e mínimos para cada um dos dez itens. Os parâmetros utilizados são: (1) largura da epífise distal do rádio, (2) comprimento do osso capitato, (3) largura do osso capitato, (4) comprimento do osso hamato, (5) largura do osso hamato, (6) comprimento do segundo metacarpo, (7) comprimento do terceiro metacarpo, (8) comprimento do quarto metacarpo, (9) comprimento da segunda falange proximal, (10) comprimento da terceira falange proximal vista na Figura 4.

Para a análise através do método de Eklöf & Ringertz, esta pesquisa foi realizada em duas etapas. Na primeira, todas as radiografias de mão e punho foram escaneadas e, numa segunda etapa, as imagens obtidas foram analisadas pelo programa *Image Tool*, versão 3.00 (UTHSCSA, Texas, U.S.A), disponibilizado pela Internet que requer a seguinte configuração :

Processador Intel 870486 ou superior

Mínimo de 8MB de memória RAM sendo recomendado 16MB

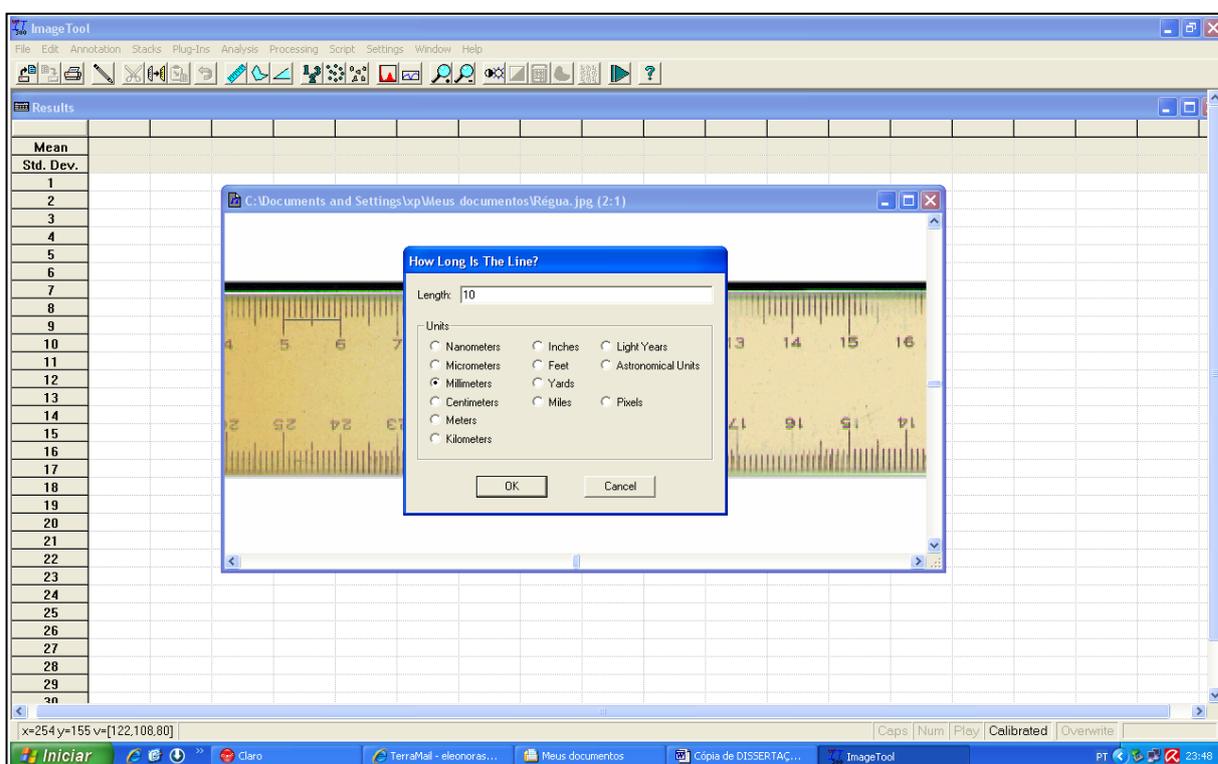
Monitor com capacidade para 256 cores ou mais e com resolução de no mínimo 800 x 600 *pixels*

Microsoft Windows 95™ ou Microsoft Windows NT™ versão 3.51

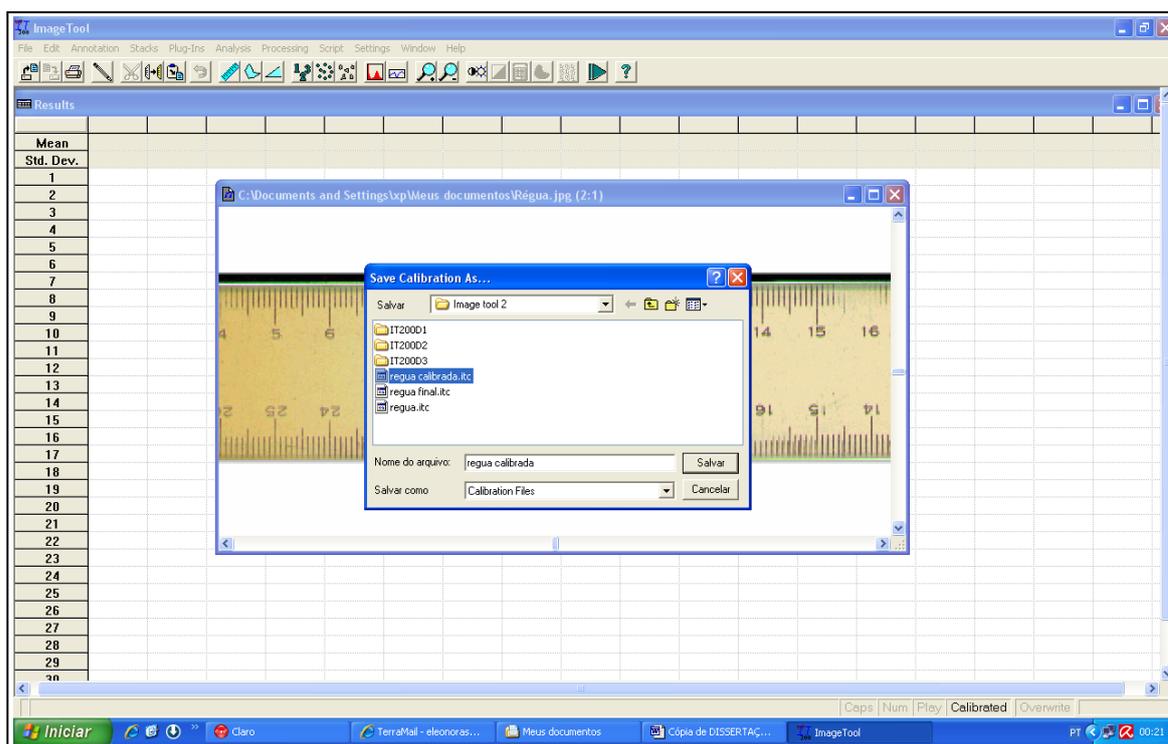
*Pixels* com 8 bits (1 *byte*) para escala de cinza

Para a realização das mensurações lineares, utilizando o programa *Image Tool*, foram utilizados os parâmetros de Eklöf & Ringertz (1967). Inicialmente foi

realizada calibração através do escaneamento de uma régua milimetrada, em uma escala de 1:1, possibilitando a conversão das medidas lineares em *pixels*, pré-determinadas pelo programa. Para isto, selecionou-se a opção *File* na barra de ferramentas e, a seguir, foi solicitado o arquivo da imagem correspondente à régua escaneada por meio da função *Open Image*. Na continuidade, a imagem foi exibida e, então, selecionou-se a função *Settings* na barra de ferramentas que, após acionada, apresentou a opção *Calibrate Spatial Measurements*. Então, o programa indicou a realização do desenho de uma linha correspondente a uma distância linear de valor conhecido, que correspondeu à linha desenhada sobre a imagem da régua escaneada. Após delimitar a linha, o programa apresentou uma janela que disponibilizava vários tipos de unidades de medidas lineares. Foi selecionada a unidade de milímetros e digitou-se o valor conhecido da medida, conforme a delimitação da medida linear, realizada na imagem da régua escaneada (fig.7). Em seguida, selecionou-se novamente a função *Settings* e foi marcada a opção *Save Spatial Calibration*, para que a calibração fosse salva como arquivo específico (fig.8).



**Figura 7 – Imagem da régua sendo calibrada no programa *Image Tool*, após ter sido acionada a função *Settings* e marcada a opção *Calibrate Spatial Measurements***



**Figura 8 – Calibração sendo salva após ter acionado a opção *Settings* e *Save Spatial Calibration***

Após isto, fechou-se a janela a qual estava a régua e selecionou-se novamente a opção *File* e *Open Image*, para buscar o arquivo das imagens da amostra. Para fazer as medições lineares, pontos anatômicos referenciais foram selecionados de cada parâmetro da análise de Eklöf & Ringertz, conforme as especificações dos autores. Nas imagens exibidas, foi utilizada a função *Zoom*, para que os limites dos ossos se tornassem mais identificáveis. Também se utilizou o recurso de inversão da imagem, fazendo com que as áreas radiopacas se tornassem radiolúcidas e vice-versa, com o mesmo propósito. Em seguida, solicitou-se a função *Analysis*, que apresentava a função *Distance*, que possibilitou medir a maior distância em milímetros, obtida pelo maior eixo longitudinal de cada osso analisado. Ao final de cada medida, o programa exibiu uma janela informando o valor obtido, os quais foram devidamente registrados (fig.9).



**Figura 9 – Medida do primeiro parâmetro de Eklöf & Ringertz realizada**

De posse dos valores de todos os parâmetros, comparou-se com os valores dos quadros dos autores e obteve-se a idade óssea. Da mesma forma que no método de Greulich & Pyle, se elaborou uma escala numérica para a avaliação dos resultados, obtendo-se três situações semelhantes: se o resultado estivesse menor que o estabelecido para a idade cronológica, o valor numérico estipulado era 1, para resultados em que a idade cronológica estivesse compatível, o valor numérico era 2 e, quando o resultado encontrado fosse maior que o preconizado pelos autores, o valor estipulado era 3.

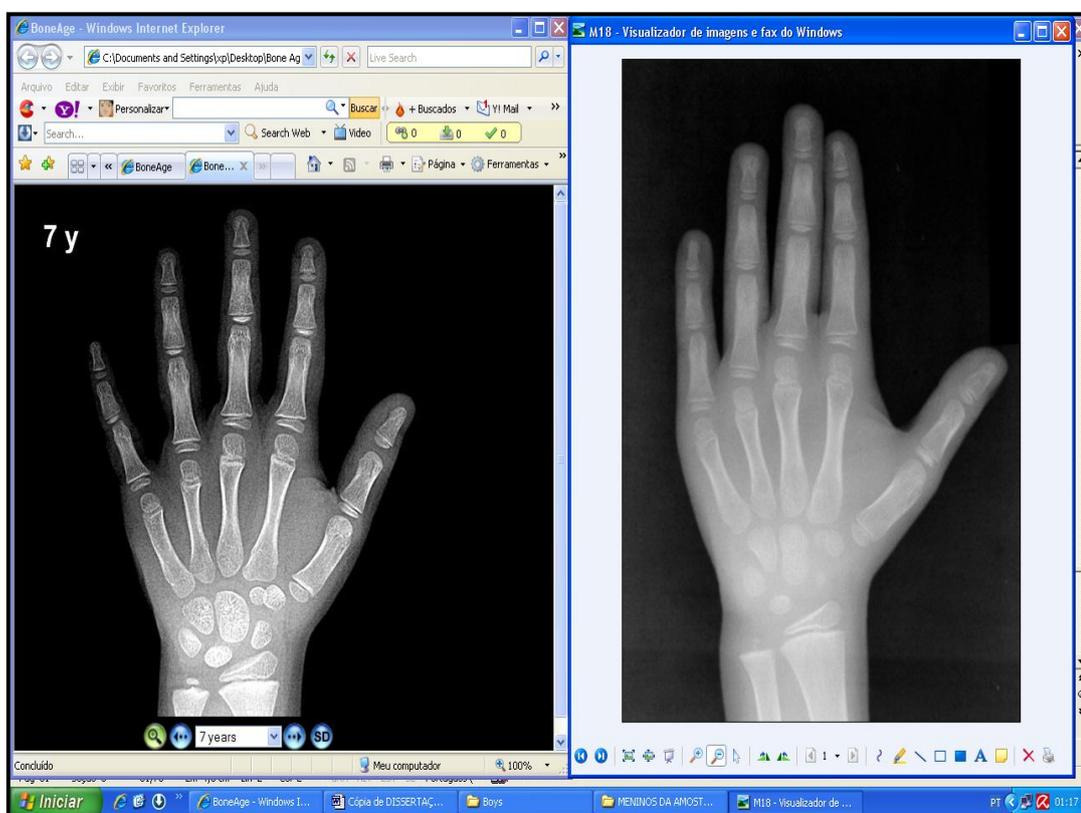
### 5.5.3 Método do Atlas Digital de Gilsanz & Ratib

Este método determina a idade óssea através da observação dos estágios de calcificação dos centros de ossificação da mão e do punho utilizando a radiografia da mão e punho. Para isto, imagens radiográficas dos pacientes são comparadas às imagens contidas no programa computacional do atlas digital, que são imagens idealizadas, construídas artificialmente pelos autores, quanto ao grau de desenvolvimento esquelético de seis regiões anatômicas da mão e do punho: falanges proximais, medianas e distais, os metacarpos, o carpo, e, por último, rádio

e ulna distais. A imagem vista na tela do computador pode ser aproximada, permitindo uma melhor visualização dos detalhes de segmentos anatômicos específicos, utilizando o recurso *Zoom*. O programa também inclui uma fórmula para calcular o desvio padrão.

O atlas digital é constituído por 58 imagens radiográficas, entre as idades de 8 meses a 18 anos, sendo 29 do gênero masculino e 29 do gênero feminino. Os intervalos entre as imagens são de 2 meses, dos 8 meses aos 2 anos, de 6 meses, dos 2 aos 6 anos e, de 1 ano dos 6 aos 18 anos.

A idade óssea foi assim estimada, através deste método: sem ter acesso à idade cronológica dos indivíduos da amostra, foi buscada a imagem do arquivo e exibida na tela do computador. Em seguida, abriu-se o programa do atlas digital ao lado da imagem a ser analisada, e localizou-se a imagem do atlas mais aproximada da imagem do paciente navegando entre os padrões mais velhos e os mais novos para confirmar estes dados. O recurso *Zoom* foi acionado para verificar os ossos mais detalhadamente e, após estes procedimentos, o resultado encontrado foi anotado. Procedeu-se desta forma para todos os componentes da amostra (fig.10).



**Figura 10 – Imagem do atlas digital: gênero masculino 7a (esquerda) e imagem da amostra: gênero masculino de 7a5m**

## 5.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados através de tabelas, gráficos, estatísticas descritivas (médias e desvios-padrão) e pelo teste estatístico destacado a seguir.

- Para a comparação dos escores entre os métodos de estudo utilizou-se o teste não-paramétrico Wilcoxon.
- Para a comparação entre os gêneros utilizou-se o teste não-paramétrico Mann-Whitney.
- Para a comparação entre as faixas de idade utilizou-se o teste não-paramétrico Kruskal-Wallis

Os resultados foram considerados significativos a um nível de significância máximo de 5% ( $p \leq 0,05$ ). O software utilizado para a análise estatística foi o SPSS versão 10.0.

## 6 RESULTADOS

Nas tabelas 1 e 2 estão discriminados os principais dados referentes à descrição da amostra utilizada nesta pesquisa.

**Tabela 1. Idade média geral e para cada gênero**

Idade	Nº casos	Idade Média	Desvio-padrão
Masculino	40	11,3	2,4
Feminino	40	11,3	2,4
Geral	80	11,3	2,4

**Tabela 2. Distribuição dos casos estudados de acordo com a idade e gênero**

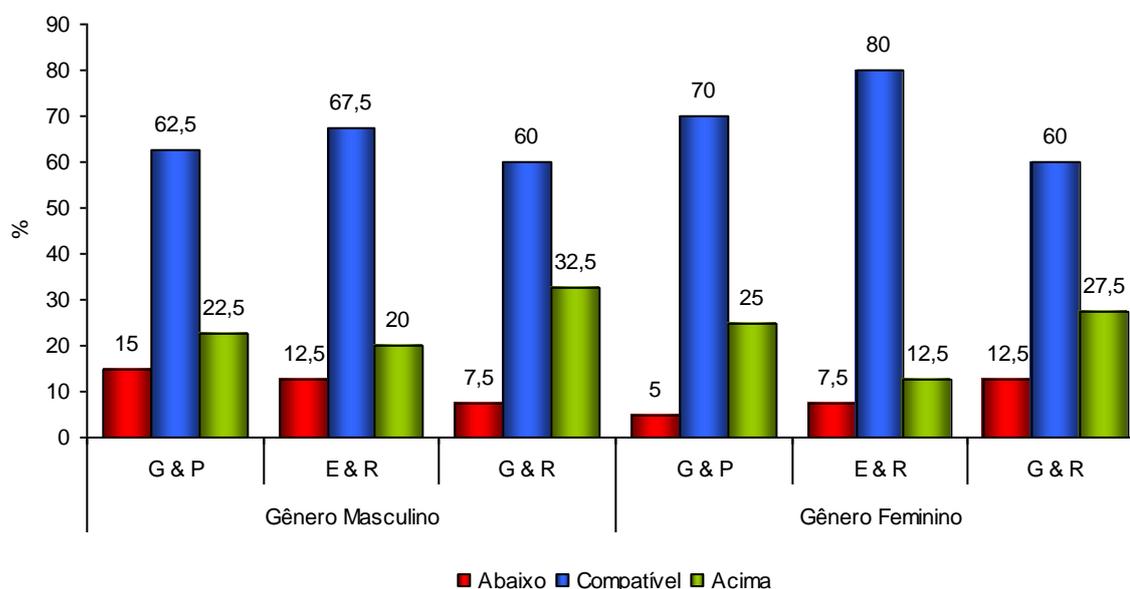
Faixa de Idade	Gênero					
	Masculino		Feminino		Total	
	n	%	n	%	n	%
7 a 9 anos	13	32,5	13	32,5	26	65
10 a 12 anos	16	40	16	40	32	80
13 a 15 anos	11	27,5	11	27,5	22	55
Total	40	100	40	100	80	200

## Comparação para cada gênero

**Tabela 3. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre os gêneros masculino e feminino**

Método	Comparação												p
	Gênero Masculino						Gênero Feminino						
	Abaixo		Compatível		Acima		Abaixo		Compatível		Acima		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
G & P	6	15,0	25	62,5	9	22,5	2	5,0	28	70,0	10	25,0	0,362
E & R	5	12,5	27	67,5	8	20,0	3	7,5	32	80,0	5	12,5	0,798
G & R	3	7,5	24	60,0	13	32,5	5	12,5	24	60,0	11	27,5	0,479

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Mann-Whitney verificou-se que não existiu diferença significativa entre os gêneros masculino e feminino (tabela 3 e gráfico 1).



**Gráfico 1 . Percentuais gerais para cada método**

## Comparação entre os métodos

Tabela 4. Comparação dos escores: G&amp;P X E&amp;R

Comparação dos Escores	Nº casos	%
E & R < G & P	16	20,0
E & R > G & P	10	12,5
E & R = G & P	54	67,5
Total	80	100

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Wilcoxon verificou-se que não existiu diferença significativa para os escores entre os métodos G&P e E&R ( $p=0,239$ ), referidos na tabela 4. Estes dados podem ser melhor analisados no gráfico 2.

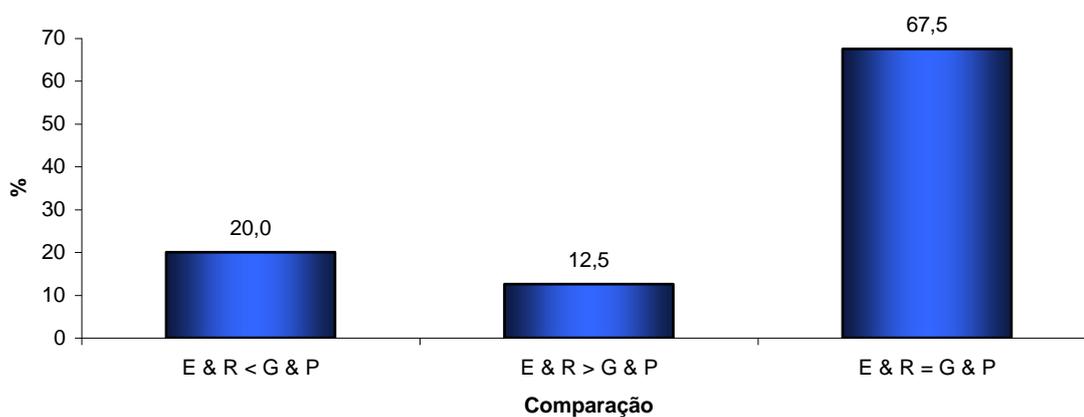
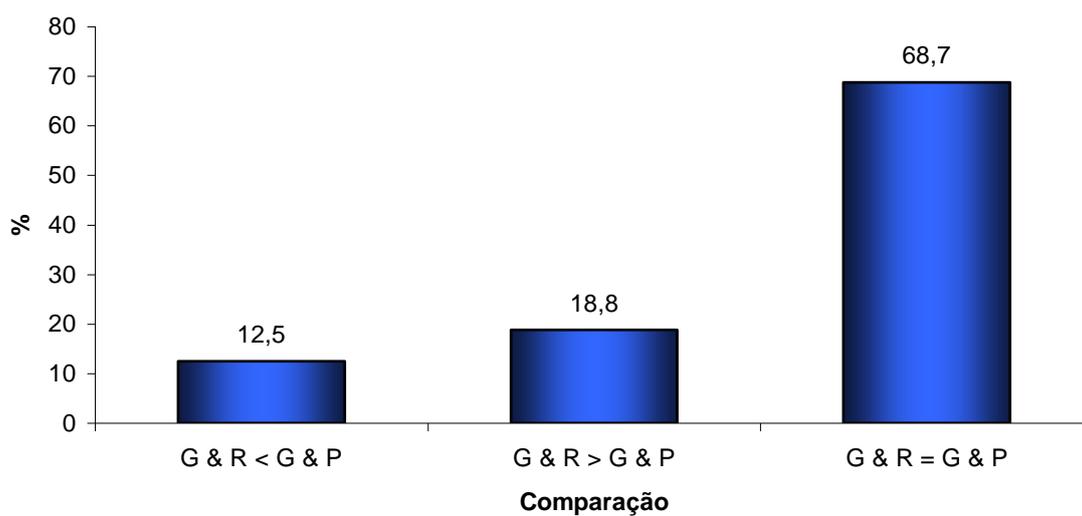


Gráfico 2. Comparação dos escores: G&amp;P X E&amp;R

**Tabela 5. Comparação dos escores: G&P X G&R**

Comparação dos Escores	Nº casos	%
G & R < G & P	10	12,5
G & R > G & P	15	18,8
G & R = G & P	55	68,7
Total	80	100

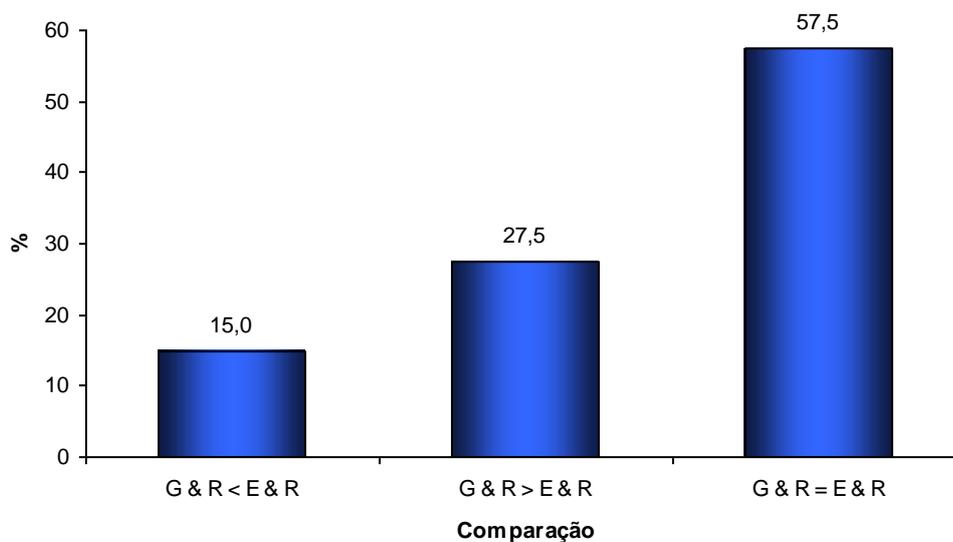
Através dos resultados do teste não-paramétrico de Wilcoxon verificou-se que não existiu diferença significativa para os escores entre os métodos G&P e G&R ( $p=0,317$ ) (tabela 5 e gráfico 3).

**Gráfico 3. Comparação dos escores: G&P X G&R**

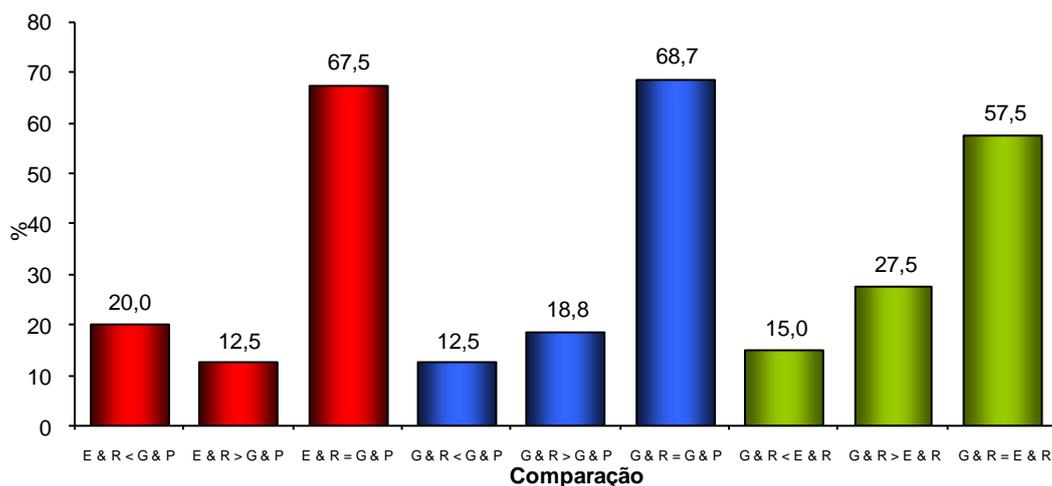
**Tabela 6. Comparação dos escores: E&R X G&R**

Comparação dos Escores	Nº casos	%
G & R < E & R	12	15,0
G & R > E & R	22	27,5
G & R = E & R	46	57,5
Total	80	100

Através dos resultados do teste não-paramétrico de Wilcoxon verificou-se que existiu diferença significativa para os escores entre os métodos E&R e G&R. Observa-se que os escores do método G&R foram significativamente superiores aos escores do método E&R ( $p=0,049$ ) (tabela 6). Estes dados podem ser melhor identificados no gráfico 4.

**Gráfico 4. Comparação dos escores: E&R X G&R**

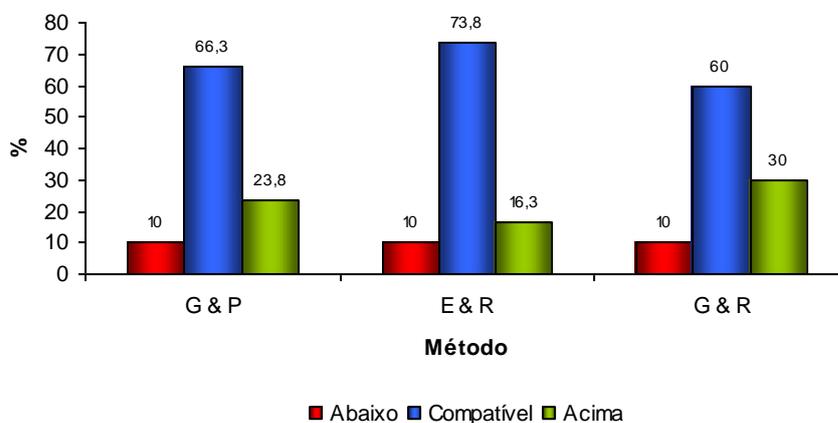
O gráfico 5 abaixo mostra, resumidamente, uma comparação dos escores entre os métodos utilizados neste trabalho. Já, na tabela 7 e gráfico 6, são contemplados os percentuais gerais para cada método, demonstrando que existiu compatibilidade entre os métodos estudados.



**Gráfico 5. Resumo das comparações dos escores entre os métodos**

**Tabela 7. Percentuais gerais para cada método**

Método	Abaixo		Compatível		Acima		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%
G & P	8	10,0	53	66,3	19	23,8	80	100
E & R	8	10,0	59	73,8	13	16,3	80	100
G & R	8	10,0	48	60,0	24	30,0	80	100



**Gráfico 6. Percentuais gerais para cada método**

## Comparação para cada faixa de idade

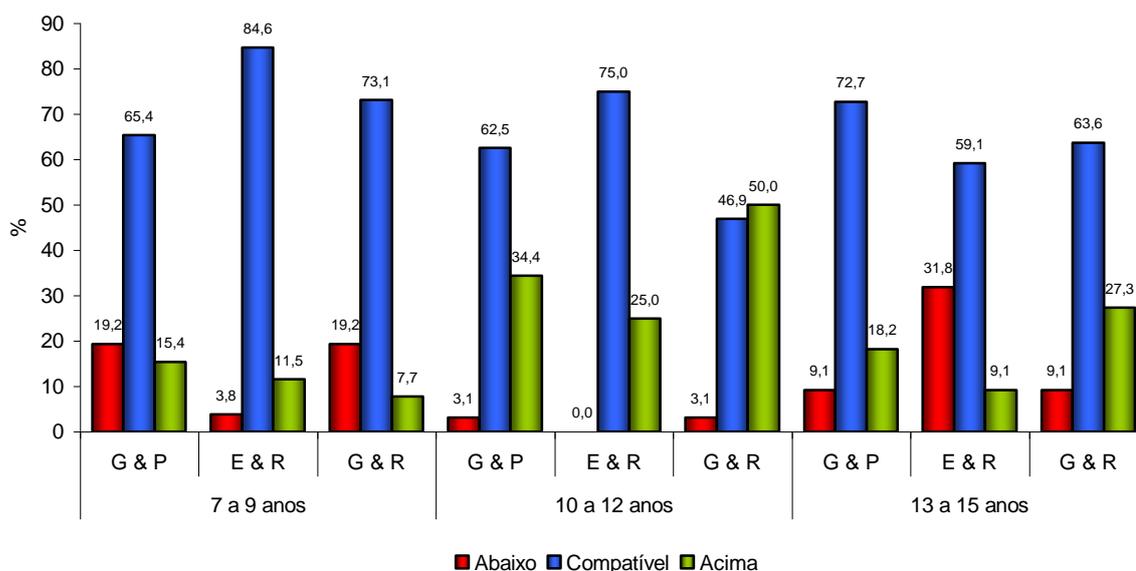
**Tabela 8. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre as faixas de idade**

Método	7 a 9 anos						10 a 12 anos						13 a 15 anos						p
	Abaixo		Compatível		Acima		Abaixo		Compatível		Acima		Abaixo		Compatível		Acima		
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
G & P	5	19,2	17	65,4	4	15,4	1	3,1	20	62,5	11	34,4	2	9,1	16	72,7	4	18,2	0,063
E & R	1	3,8	22	84,6	3	11,5	-	-	24	75,0	8	25,0	7	31,8	13	59,1	2	9,1	0,004
G & R	5	19,2	19	73,1	2	7,7	1	3,1	15	46,9	16	50,0	2	9,1	14	63,6	6	27,3	0,001

Através dos resultados do teste não-paramétrico Kruskal-Wallis verificou-se que existiu diferença significativa entre as faixas de idade para os métodos E&R e G&R, onde (tabela 8 e gráfico 7):

**Método E&R:** A faixa de idade 13 a 15 anos diferiu significativamente das outras, onde se observou uma grande incidência de casos *Abaixo*, ou ainda, escores menores;

**Método G&R:** A faixa de idade 10 a 12 anos diferiu significativamente da faixa 7 a 9 anos, pois se observou uma grande incidência de casos *Acima*, ou ainda, escores maiores. Para a faixa 13 a 15 não foram observadas diferenças significativas.



**Gráfico 7. Comparação dos percentuais gerais para cada método entre as faixas de idade**

## 7 DISCUSSÃO

Na ortodontia, o conhecimento do estágio de crescimento e desenvolvimento biológico em que um paciente se encontra é essencial na determinação de um correto plano de tratamento. Pesquisas revelam que crianças da mesma faixa etária apresentam diferentes estágios de desenvolvimento, portanto, a idade cronológica não pode ser tomada como um indicador seguro da maturidade biológica. A idade óssea é o indicador mais comumente utilizado e é considerada como o verdadeiro registro da idade biológica. A determinação está baseada nas modificações que ocorrem no esqueleto, durante o crescimento, as quais podem ser visualizadas em radiografias de várias partes do corpo. A avaliação da idade óssea pode ser realizada através da análise da radiografia da mão e do punho. Entre os métodos clássicos, os mais difundidos são os de Greulich & Pyle (1959, E.U.A.), Tanner & Whitehouse (1959, Inglaterra) e Eklöf & Ringertz (1967, Suécia). Estes trabalhos tem grande valor científico, mas devemos ter em mente que foram conduzidos a partir de uma população com características próprias quanto à etnia, e aos padrões socioculturais e econômicos, específicos à população estudada.

Nos dias atuais, a informática e as imagens digitais fazem parte do nosso cotidiano, principalmente na área da saúde, ensino e pesquisa. Trabalhos estão sendo feitos neste sentido, utilizando estes recursos para fornecer métodos que sejam mais práticos, rápidos e precisos, sendo possível, também, interagir em rede com outros centros de diagnósticos, clínicas e profissionais.

Esta pesquisa avaliou a idade esquelética de crianças e adolescentes através dos métodos de Greulich & Pyle, Eklöf & Ringertz e atlas digital de Gilsanz & Ratib conforme preconizados pelos autores em suas versões originais. Foram comparadas as idades esqueléticas obtidas pelos três métodos e determinado o grau de concordância entre elas. A amostra foi composta por 80 pacientes, brasileiros do Estado do Rio Grande do Sul, 40 do gênero masculino e 40 gênero do feminino, pareados quanto a gênero e idade (tabela 1 e 2 dos resultados), atendidos na FOPUCRS, situados nas faixas etárias de 7 a 15 anos. No que se refere ao gênero o teste não-paramétrico de Mann-Whitney verificou que não existiu diferença significativa entre os três métodos utilizados (tabela 3 e gráfico 1). Este resultado

difere do trabalho relatado por Kurita (2004), que encontrou diferença significativa para o gênero feminino quando usou o método de Eklöf & Ringertz e de Moraes et al. (2003), que verificaram pelo método de Eklöf & Ringertz idades ósseas mais adiantadas nas meninas, e idades ósseas mais adiantadas para os meninos pelo método de Greulich & Pyle.

Diversos fatores podem influenciar o desenvolvimento ósseo tais como o genético, racial, climático, socioeconômico, ambiental, entre outros. Devido a isto, existe um grande interesse por parte dos pesquisadores, tanto nacionais como estrangeiros, em determinar se estes métodos podem ser aplicados em diferentes tipos populacionais. Assim, Roche e Johnson (1969) trabalharam com uma amostra de crianças australianas, bem como Roche et al. (1970) e Haavikko & Kilpinen (1973) avaliaram crianças finlandesas e Mora et al. (2001) pesquisaram crianças americanas descendentes de europeus e crianças americanas descendentes de africanos, nascidos após 1980. As crianças brasileiras foram estudadas nas pesquisas de Haiter, Almeida e Leite (2000) e Guzzi e Carvalho (2000). No interior paulista foram descritos resultados nos trabalhos de Tavano (1976); Tavano, Freitas e Lopes (1982); Moraes et al. (1994); Haiter & Tavano (1997); Moraes et al. (2003) e Olivete & Rodrigues (2007), assim como Olivete & Rodrigues (2009). Haiter Neto et al. (2006) pesquisaram crianças de Fortaleza -CE e arredores, já Cerveira et al. (1990) trabalharam com crianças do gênero masculino, da grande Porto Alegre, população de região similar a atual pesquisa, assim como Holderbaum et al. (2005) e Oliveira et al. (2006) pesquisaram as alterações de desenvolvimento ósseo em crianças portadoras de HIV por transmissão vertical em crianças gaúchas .

No método de Greulich & Pyle, a idade óssea é obtida pela análise inspeccional de trinta centros de ossificação, presentes na mão e no punho, cobre até a idade de 18 anos para o gênero feminino e 19 anos para o gênero masculino. Este método é o mais aceito mundialmente, o que facilita a comunicação entre os profissionais. Foi usado na metodologia dos trabalhos de Tavano (1976); Tavano, Freitas e Lopes (1982); Cerveira et al. (1990); Moraes et al. (1994); Haiter et al. Haiter, Almeida e Leite (2000); Guzzi & Carvalho (2000); Mora et al. (2001); Amaral et al. (2002); Moraes et al. (2003); Holderbaum et al. (2005); Haiter Neto et al. (2006); Olivete & Rodrigues (2006); Oliveira et al. (2006); Olivete & Rodrigues (2007). É considerado um método simples, no entanto o caráter subjetivo requer

grande treinamento, para um melhor desempenho e resultados mais confiáveis (ROCHE et al., 1970; HAAVIKKO & KILPNEM, 1973). Também é necessário ter em mãos este atlas, de difícil acesso (cuja edição está esgotada, sem previsão de novas liberações), para as comparações com as radiografias dos pacientes. O método pode ser trabalhoso e cansativo, quando a estimativa da idade óssea é realizada através da média aritmética de todas as idades ósseas individuais de cada centro de ossificação. Para conferir medições mais rápidas, estudos foram feitos excluindo os ossos do carpo neste método, e constataram que a exclusão dos mesmos não afetou o resultado final (ROCHE & JOHNSON, 1969; ROCHE et al., 1970).

O método de Eklöf & Ringertz baseia-se nas medidas lineares de determinados centros de ossificação da mão e do punho, denominados pelos autores de parâmetros, em um total de dez. É considerado de caráter mais objetivo, mas também requer um tempo maior para a execução e obtenção da idade óssea final, quando feito manualmente. Calcula a idade óssea até a idade de 15 anos, devido ao fato de se basear em medidas lineares de crescimento ósseo. A partir dessa faixa etária, os resultados começam a se repetir e, mesmo com a maturação incompleta, o método não registra as modificações que ainda estão por ocorrer até o final do crescimento. O osso pode ter atingido seu comprimento e largura máximos e ainda não ter terminado seu processo de maturação, que é indicado pela completa fusão entre a epífise e a diáfise, limitando assim o seu uso.

Importantes pesquisas se valeram deste método de aferição para seus resultados: Tavano (1976); Haiter & Tavano (1997); Moraes et al. (2003); Holderbaum et al. (2005); Olivete (2005); Haiter Neto et al. (2006); Olivete & Rodrigues (2006, 2007 e 2009) e Oliveira et al. (2006).

Atualmente, para o método de Eklöf & Ringertz, estão disponíveis no mercado programas computacionais, que utilizam imagens digitalizadas, onde os pontos são marcados no início e no final de cada osso a ser medido, fornecendo diretamente a idade óssea estimada, diminuindo assim este trabalho. Isto pode ser observado nos trabalhos de Haiter & Tavano (1997), Moraes et al. (2003) e Kurita (2004).

No presente trabalho, o método de Greulich & Pyle quando comparado com o método de Eklöf & Ringertz obteve resultados similares em 67,5% no teste não-

paramétrico de Wilcoxon ( $p= 0,239$ ), não apresentando diferença significativa (conforme tabela 4 e gráfico 2). Analisando os percentuais gerais para cada método, observou-se que a idade óssea obtida pelo método Eklöf & Ringertz foi o que apresentou maior compatibilidade com a idade cronológica da amostra estudada (73,8%), observada na tabela 7 e no gráfico 6. O desvio padrão intrínseco ao método corresponde a dois logaritmos, o que justifica a tendência à normalidade da amostra (tolerância do intervalo de confiança) em relação aos demais métodos de avaliação deste trabalho. Na comparação entre os métodos deste trabalho, em relação as faixas etárias estudadas, o método de Eklöf & Ringertz subestimou a idade óssea na faixa de 13 a 15 anos, o que também foi relatado no trabalho de Haiter & Tavano (1997), que ressaltaram que este método mostrou ser mais confiável para indivíduos de até 13 anos e que após esta idade, ocorreu uma subestimação. Como citado anteriormente, a partir de uma certa idade, o osso pode ter atingido o seu tamanho máximo e ainda assim não ter completado sua maturação. Isto pode explicar estes resultados.

Tavano (1976) afirma que, apesar dos métodos de Greulich & Pyle e de Eklöf & Ringertz terem sido elaborados para populações de países desenvolvidos, são os mais importantes e consistentes, por apresentarem altos índices de correlação com a idade cronológica durante os estudos feitos usando crianças brasileiras. O autor também sugere que o método de Eklöf & Ringertz deveria ser mais utilizado pelos profissionais brasileiros, sendo necessários apenas pequenos ajustes no resultado. Tais afirmações conferem com os resultados obtidos nesse estudo, no entanto o trabalho de Kurita (2004) encontrou no gênero feminino resultados discordantes, recomendando a utilização de fatores de correção (equação de regressão) para melhor aplicação na população estudada (no caso, a cearense).

Mais recentemente, simplificações do método de Eklöf & Ringertz estão sendo utilizadas, chamadas de E&R5 e E&R3, onde são medidos cinco e três centros de ossificação, respectivamente, ao invés de oito centros (dez parâmetros) utilizados no método original, através de um software que foi desenvolvido pelos autores (OLIVETE, 2005; OLIVETE & RODRIGUES, 2006, 2007, 2009).

Este trabalho se valeu também dos trabalhos de Gilsanz & Ratib que desenvolveram um método recente (2005), que utiliza imagem digital e os recursos

da informática para a determinação da idade óssea o qual é denominado como “Método do Atlas Digital de Gilsanz & Ratib”, que possui padrões para as faixas etárias de 8 meses a 18 anos, de ambos os gêneros. É um método inspeccional, onde a estimativa é feita através da comparação dos estágios de calcificação dos ossos da mão e do punho, semelhante à realizada pelo método de Greulich & Pyle. A imagem radiográfica do paciente, que pode ser digitalizada ou não, é comparada com as imagens contidas no atlas digital. A diferença deste atlas, em relação ao de Greulich & Pyle, é que estas imagens foram criadas artificialmente pelos autores, que as consideraram ideais para cada idade e gênero específico. A grande vantagem deste método é a praticidade e simplicidade. É uma alternativa portátil e versátil, pois pode ser instalada e utilizada em equipamentos computadorizados de uso pessoal e Palm PDA. Pela exiguidade temporal dos trabalhos desses autores, não encontramos outras pesquisas que tenham utilizado esse método para referencial comparativo.

Nesta pesquisa, o resultado do teste não-paramétrico de Wilcoxon demonstrou compatibilidade da metodologia digital com o método de Greulich & Pyle ( $p=0,317$ ) observada na tabela 5 e no gráfico 3; quando o método foi comparado com o de Eklöf & Ringertz houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,049$ ), registrado na tabela 6, gráfico 4, onde se verificou uma superestimativa das idades ósseas, sendo mais predominante na faixa de 10 a 12 anos. Na comparação dos percentuais gerais para cada método demonstrou compatibilidade e, entre eles, foi o que obteve o menor escore (60%). Este resultado pode ser visualizado na tabela 7 e gráfico 6.

Informações relacionadas ao padrão de crescimento ósseo são muito importantes para a coordenação do plano de tratamento ortodôntico. O progresso no desenvolvimento de novas tecnologias na área de imagens digitais tem trazido grandes benefícios para a realização destes estudos. Em função disto, tornam-se necessárias pesquisas para verificar a validade e confiabilidade destes novos métodos quando aplicados em populações brasileiras.

## 8 CONCLUSÕES

De acordo com a proposição do trabalho e da metodologia aplicada neste estudo foram delineadas as seguintes conclusões:

- Na comparação dos métodos entre si, não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes para os escores obtidos entre os métodos G&P e E&R, e entre os métodos de G&P e G&R. Houve diferenças estatisticamente significativas para os escores entre os métodos de E&R e G&R. O método de E&R subestimou as idades ósseas entre 13 a 15 anos e o de G&R superestimou as idades ósseas entre 10 a 12 anos.
- Analisando os percentuais gerais para cada método observou-se que a idade óssea obtida pelo método de E&R foi o que obteve maior compatibilidade com a idade cronológica da amostra estudada e o método de G&R obteve a menor.
- Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os gêneros masculino e feminino, para todos os métodos.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, T.M.P. et al. Estimativa da idade óssea das crianças brasileiras utilizando o atlas de Greulich & Pyle. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v.16, p. 254-254, 2002.

BENEMANN, E.S.; SAMPAIO, R; BERTHOLD, T.B. Idade biológica: indicadores do surto de crescimento. **Ortodontia Gaúcha**, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 62-72, abr. 1997.

CERVEIRA A.R.P. et al.. Avaliação da idade óssea em adolescentes do sexo masculino na faixa etária de 10 a 12 Anos. **Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 10, p. 36-46, 1990.

EKLÖF, O.; RINGERTZ, H. A method for assessment of maturity. **Ann Radiol**, Paris, v. 10, n. 3, p. 330–36, May 1967.

GARN, S.M.; ROHMANN C.G.; BLUMENTHAL, T.; SILVERMAN, F.N. Ossification communalities of hand and other body parts: their implication to skeletal assessment. **Am J Phys Anthropol**, New York, v. 27, n 1, p. 75–82, July 1967.

GARN, S.M.; ROHMANN, C.G. Variability in the order ossification of the bony centers of the hand and wrist. **Am J Phys Anthropol**, Philadelphia, v.18, p. 219–230, 1960.

GERTYCH, A.; ZHANG, A.; SAYRE, S.; POSPIECH-KUKOWSKA, S.; HUANG, H.K. Bone age assessment of children using a digital hand atlas. **Computerized Medical and Graphics**, Marina del Rey, v. 31, p. 322–331, May 2007.

GILSANZ, V.; RATIB, O. **Hand bone age: a digital atlas of skeletal maturity**. New York: Springer-Verlag berlin Heidelberg New York, 2005. 95 p.

GREULICH, W.W.; PYLE, S.I. **Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist**. 2. ed. Stanford: Stanford University Press Stanford, 1959. 256 p.

GUZZI, B.S.S.; CARVALHO, L.S. Estudo da maturação óssea em pacientes jovens de ambos os sexos através de radiografias de mão e punho. **Ortodontia**, São Paulo, v. 33, n. 3, p. 49–58, set./dez. 2000.

HAAVIKKO, K.; KILPINEN, E. Skeletal development of Finnish children in the light of hand – wrist roentgenograms. **Proc Finn Dent Soc**, Helsinki, v. 69, n. 5, p. 182–90, 1973.

HAITER NETO, F.; KURITA L.M.; MENEZES, A.V.; CASANOVA, M.S. Skeletal age assessment: a comparison of 3 methods. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Maringá, v. 130, p. 415–435, 2006.

HAITER NETO, F.; ALMEIDA S.M.; LEITE C.C.; Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, São Paulo, v. 14, n. 4, p. 378–384, 2000.

HAITER NETO, F.N.; TAVANO, O. Análise comparativa da estimativa da idade óssea pelo índice de Eklöf & Ringertz com a idade cronológica pelos métodos manual e computadorizados. **Ortodontia**, São Paulo, v. 30, n. 1, p. 31-38, jan./fev./mar./abr. 1997.

HASSEL, B.; FARMAN, A.G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, Saint Louis, v. 107, n. 1, p. 58–66, Jan. 1995.

HOLDERBAUM R.M.; VEECK, E.B.; OLIVEIRA, H.W.; SILVA, C.L.; FERNANDES, A. Comparison among dental, skeletal and chronological development in HIV – Positive children: a radiographic study. **Braz Oral Res**, São Paulo, v. 19, n. 3, p. 209-215, July/Sept. 2005.

KURITA, L.M. **Aplicabilidade de métodos de estimativa de idade óssea e dentária em brasileiros, cearenses**. 2004. 122 f. Tese (Doutorado em radiologia odontológica) – Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, 2004.

MORA, S.; BOECHAT, M.I.; PIETKA, E.; HUANG, H.K.; GILSANZ V. Skeletal age determinations in children of European and African descent: applicability of Greulich and Pyle standards. **Pediatr Res**, Los Angeles, v. 50, n. 5, p. 624–628, Nov. 2001.

MORAES, L.C. et al.. Idade Óssea: Consideração a Respeito de sua Estimativa. **RGO**, Porto Alegre, v. 42, n. 4, p. 201 – 203, 1994.

MORAES, M.E.L.; MORAES, L.C.; MEDICE, E.F.; GRAZIOSI, M.A.O.C. Fidelidade dos métodos de Greulich & Pyle e Eklöf & Ringertz para avaliação da idade óssea em crianças brasileiras. **R Odontol Unesp**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 9–7, 2003.

OLIVEIRA H.W. et al.. Avaliação radiográfica da idade óssea em crianças infectadas pelo HIV por via vertical. **Radiologia Brasileira**, São Paulo, v. 39, n. 1, p. 27 – 31, jan./fev. 2006.

OLIVETE, C.J. **Estimativa da Idade óssea através da análise carpal baseada na simplificação do método de Eklöf & Ringertz**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

OLIVETE, C.J.; RODRIGUES, E. L. L.. Estimativa da Idade Óssea validação do método E&R3, In: IV LATIN AMERICAN CONGRESS ON BIOMEDICAL ENGINEERING, 2007, Margarita Island. IFMBE Proceedings. Berlin: Elsevier B.V., 2007. v. 18. p. 391–394.

OLIVETE, C.J.; RODRIGUES, E.L.L. Estimador da idade óssea via análise Carpal/Anacarp- software para estimação da idade óssea baseado no método de Eklöf & Ringertz. In: WORK SHOP BRASILEIRO DE INFORMÁTICA MÉDICA – (WIM'2006), 2006, São Carlos. **Anais...** São Paulo: EdUSP, 2006. p. 123-131.

OLIVETE, C.J.; RODRIGUES, E.L.L. ER5 and ER3 – bone age assessment by simplifications of Eklöf and Ringertz method. [**Journal of Dental Science**, v. 24, n. 4, 2009.]

PIETKA, E.; POSPIECH, S.; GERTYCH, A.; CAO, F.; HUANG, H.K.; GILSANZ, V. Computer automated approach to the extraction of epiphyseal regions in hand radiographs. **J Dijit Imaging**, Gliwice, v. 14, p. 165-172, 2001.

ROCHE, A.F.; JOHNSON, J.M.A. Comparison between methods of calculating skeletal age (Greulich & Pyle). **Am J Phys Anthropology**, v. 30, n. 2, p. 221-230, 1969.

ROCHE, A.F.; ROHMANN C.G., DAVILA, G.H.; FRENCH N. Y. Effect or training on replicability of assessments of skeletal maturity (Greulich-Pyle). **Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med**, v. 108, n. 3, p. 511–515, 1970.

SANTOS, E.C.A.; BERTOZ, F.A.; ARANTES, F.M.; REIS, P.M.P. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais. **R Dental Press Ortodon Ortop Facial**, Maringá, v. 10 n. 2, p. 62–68, mar./abr. 2005.

TANNER, J.M.; GIBBONS R.D. A computerized image analysis system for estimating Tanner-Whitehouse 2 bone age. **Horm Res**, Chicago, v. 42, p. 282–287, Apr. 1994.

TANNER, J.M.; WHITEHOUSE, R.H. Standards for skeletal age. **International Children's Centre**, Paris, 1959.

TAVANO, O. A radiografia carpal como estimador da idade óssea. In: FREITAS, A.; ROSA, J.E.; SOUZA, I.F. **Radiologia Odontológica**. 6. ed. São Paulo: Artes Médicas, 2004. p. 603–613

TAVANO, O. **Estudo das principais tabelas de avaliação da idade biológica, através do desenvolvimento ósseo, visando sua aplicação em brasileiros leucodermos da região de Bauru**. 1956. 154 f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, Bauru, 1976.

TAVANO, O.; FREITAS J.A.S.; LOPES, E.S. Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. Comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. **Clinica Pediátrica**, v. 5, n. 6, p. 7–21, set./out. 1982.

URSI, W.J.S. Determinação da maturidade esquelética através de radiografias carpais: sua importância no tratamento ortodôntico – cirúrgico. In: INTERLAND, S. **Ortodontia: Bases Para Iniciação**. 4. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1999. p. 377–392.

ZHANG, A. et al. Automatic bone age assessment for young children from newborn to 7-year-old using carpal bones. **Computerized Medical and Graphics**, Marina del Rey, v. 31, p. 299–310, 2007.

## ANEXO A



*Comissão Científica e de Ética  
Faculdade da Odontologia da PUCRS*

---

Porto Alegre 08 de janeiro de 2009

**O Projeto de: Dissertação**

**Protocolado sob nº:** 0102/08  
**Intitulado:** Comparação entre métodos de estimativa da idade óssea:  
Greulich e Pyle, Eklof e Ringertz e Atlas digital de Gilsanz e  
Ratib  
**Pesquisador Responsável:** Profa. Dra. Rejane Maria Holderbaum  
**Pesquisadores Associados** Eleonora Soares Benemann  
**Nível:** Mestrado

Foi **aprovado** pela Comissão Científica e de Ética da Faculdade de Odontologia da PUCRS  
em 07 de janeiro de 2009.

*Este projeto deverá ser imediatamente encaminhado ao CEP PUCRS*

**Prof. Dr. Eraldo Luiz Batista Júnior**  
Presidente da Comissão Científica e de Ética da  
Faculdade de Odontologia da PUCRS

**ANEXO B**

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

OF.CEP-359/09

Porto Alegre, 06 de abril de 2009.

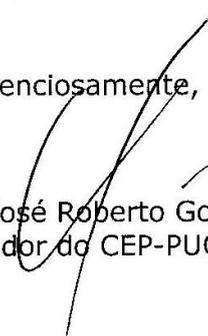
Senhora Pesquisadora,

O Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS apreciou e aprovou seu protocolo de pesquisa registro CEP 09/04596 intitulado: **“Comparação entre métodos de estimativa da idade óssea: Greulich & Pyle, Eklöf & Ringertz e Atlas Digital de Gilsanz e Ratib”**.

Salientamos que seu estudo pode ser iniciado a partir desta data.

Os relatórios parciais e final deverão ser encaminhados a este CEP.

Atenciosamente,



Prof. Dr. José Roberto Goldim  
Coordenador do CEP-PUCRS

Ilma. Sra.  
Profa. Rejane Maria Holderbaum  
FO  
Nesta Universidade

**PUCRS****Campus Central**

Av. Ipiranga, 6690 – 3º andar – CEP: 90610-000  
Sala 314 – Fone Fax: (51) 3320-3345  
E-mail: [cep@pucrs.br](mailto:cep@pucrs.br)  
[www.pucrs.br/prppg/cep](http://www.pucrs.br/prppg/cep)