

# Desenvolvimento de um programa computacional para implementação do método de leitura de idade óssea de Tanner e Whitehouse

## Development of a software to bone age assessment by Tanner and Whitehouse method

Nattan R. Caetano<sup>1</sup>, Thomaz G. Netto<sup>2</sup>, Inês Tomita<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) – Rio de Janeiro (RJ), Brasil

<sup>2</sup>Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (USP) – Ribeirão Preto (SP), Brasil

### Resumo

O presente trabalho teve como objetivo principal a otimização do processo de leitura de idade óssea. Os diversos métodos existentes consistem na análise da maturidade esquelética, baseada nos detalhes dos ossos da mão e do punho. Os métodos abordados neste estudo são os propostos por Tanner e Whitehouse (TW) e por Greulich e Pyle (GP). O método TW não é utilizado atualmente, pois, apesar de gerar resultados mais precisos, apresenta grande complexidade no procedimento de leitura. Assim, um programa computacional foi desenvolvido, com o intuito de viabilizar a implementação em serviços de Pediatria, nos quais a precisão na medida de idade óssea é importante. O programa assemelha-se ao Atlas TW, contendo as imagens dos estágios de maturidade esquelética dos ossos em análise envolvidos, seguidas dos textos explicativos. Além disso, os processos de leitura e os cálculos são automatizados pelo programa. Desta forma, os diagnósticos baseados em idade óssea são produzidos com maior rapidez e segurança, considerando-se que 19% das leituras realizadas utilizando GP apresentam desvios de cerca de 30% em relação ao método TW. O método TW gera resultados com precisão cinco vezes maior que o GP e, com a utilização do programa desenvolvido neste trabalho, a leitura de idade óssea torna-se igualmente simples. A automatização dos processos de leitura de idade óssea traz maior dinâmica ao método TW, possibilitando sua utilização sem interferir no valor das medidas.

**Palavras-chave:** Método Tanner e Whitehouse, método Greulich e Pyle, método TW computacional, leitura de idade óssea.

### Abstract

The aim of the present work was to optimize the process of bone age reading. Several methods existent nowadays consist of skeletal maturity analysis, based on the bone details of the hand and wrist. The most effective method is proposed by Tanner & Whitehouse (TW), which produces results about five times more accurate than the other methods like the Greulich & Pyle (GP) one, which is widely used due the simplicity of the reading processes. However, the TW method is not often used at most hospitals because it presents high complexity degree. Thus, a computational program was developed to implement it in pediatric services, where the precision in bone age measurement is important. The program is similar to TW atlas, presenting images of skeletal maturity stages of analyzed bones, followed by explanatory texts. Besides, the reading processes and the calculations are automated by the program. Therefore, the diagnosis based on bone ages is produced faster and safely, taking into account that 19% of readings by means of GP present deviations of about 30% in comparison to TW. The TW method produces results with a precision five times greater than GP and with the program developed in this work, bone age reading becomes simple. The automation of bone age reading turns TW method more dynamic, enabling its use without interference in measurement values.

**Keywords:** Tanner and Whitehouse method, Greulich and Pyle method, computational TW method, bone age reading.

### Introdução

Na rotina diária em ambulatórios de Pediatria, bem como em serviços especializados em Ortodontia, é de fundamental importância a leitura de idade óssea do paciente para

complementar as informações necessárias para produção de um diagnóstico. Em caso de resultados indicando desvios da normalidade além do aceitável, novas leituras de idade óssea devem ser feitas no decorrer dos meses para acompanhar o desenvolvimento do paciente, seguindo-se

**Correspondência:** Nattan R. Caetano – Rua Marquês de São Vicente, 225 – Gávea – Rio de Janeiro (RJ), Brasil – CEP: 22453-900 – Tel: (21) 8890-2004 – E-mail: nattancaetano@gmail.com

os critérios demonstrados por resultados experimentais apresentados na literatura<sup>1</sup>. A taxa de crescimento, o ganho de peso e as informações sobre as idades ósseas no espaço de tempo de acompanhamento do paciente produzem o diagnóstico sobre a maturidade esquelética e a estimativa de sua altura, o qual permite que o médico tome a conduta de tratamento adequado para ajustar o crescimento do paciente<sup>2</sup>.

Existem diversos métodos que são utilizados pelos especialistas para atender as necessidades das rotinas hospitalares. Dentre os métodos de leitura de idade óssea, o mais eficaz é o proposto por Tanner e Whitehouse (TW), o qual permite alcançar resultados mais precisos que os outros métodos utilizados pela maioria dos ambulatórios que dependem desse tipo de informação<sup>3</sup>.

Atualmente, especialistas utilizam o método proposto por Greulich e Pyle (GP) em ambulatórios de Pediatria<sup>4</sup>. Considerando-se que a aplicação do método visa diagnosticar anormalidades quanto ao crescimento, através de detalhes contidos em imagens radiográficas de mão e punho, há necessidade de otimizar as imagens obtidas de estruturas ósseas. Desta forma, a precisão do método depende não só da qualidade da imagem, mas também da reprodutibilidade de seus processos, para que possa ser comparada no estágio de maturidade óssea, bem como com as imagens padronizadas em Atlas de referência. Outro ponto básico que deve ser levado em conta é a dose de radiação nos pacientes, principalmente pelo fato de os diagnósticos realizados por essa especialidade envolverem pacientes jovens em fase de desenvolvimento corporal, considerando-se ainda que células jovens são mais vulneráveis aos efeitos nocivos causados pelas radiações ionizantes<sup>5,6</sup>.

O método GP atribui uma ordem de importância na análise dos ossos da mão e punho, sugerindo uma sequência na avaliação. Assim, o Atlas GP apresenta imagens de mãos inteiras, com idades ósseas variando em intervalos de seis meses.

Visando dinamizar o processo de leitura de idade óssea, seguindo-se a especificidade do método TW, propõe-se uma metodologia mais adequada, assistida por programas computacionais, para interpretar e auxiliar o processamento da demanda de informações<sup>7,8</sup>. Com esse objetivo, foi desenvolvido um programa computacional com a finalidade de otimizar os diagnósticos no ambulatório de Pediatria. A fim de facilitar a análise, o referido programa possibilita a amostragem da imagem radiográfica, disponibilizando o armazenamento e, automaticamente, o cálculo da idade óssea após a leitura, gerando, assim, uma página de laudo médico. Os resultados obtidos sobre a implementação do método TW e dos equipamentos, bem como as previsões para trabalhos futuros são interpretados e discutidos.

## Metodologia

Com a finalidade de otimizar o método utilizado no ambulatório de Pediatria, foi desenvolvido um programa

computacional que permite mostrar uma imagem digital. A fim de facilitar a análise, o referido programa disponibiliza o armazenamento da imagem após ser visibilizada e indica as direções medial, lateral, proximal e distal da mão (Figura 1). Na tela, são mostrados os esquemas e as imagens dos estágios padronizados de maturidade esquelética de determinadas regiões da mão, contidas em um banco de dados digitalizado diretamente do Atlas, ilustrado na Figura 2.

O objetivo principal do sistema computacional é manter um banco de dados constituído de “seções” de estrutura óssea, as quais são padronizadas e ordenadas para servirem de referência na avaliação da idade óssea. Portanto, uma vez selecionado o estágio em que se encontra a imagem radiográfica, os valores relacionados a estes podem ser automaticamente tratados e comparados com o padrão para obter-se a idade óssea do paciente, a qual não sofre qualquer tipo de alteração, já que é lida por meio do programa.

As imagens obtidas dos exames são primeiramente digitalizadas, a fim de serem comparadas com as imagens padronizadas pelo método TW, fornecidas pelo Atlas. Um esquema ilustrativo de cada osso referente aos estágios de maturidade esquelética também é disponibilizado pela interface gráfica do programa. Os textos explicativos são os principais recursos de verificação do estágio. Em alguns critérios, são necessárias medidas do diâmetro de certos ossos para comparações com as dimensões da imagem da mão, as quais podem ser realizadas por esse programa. A análise por comparação é feita utilizando-se os diagramas e as descrições.

As imagens padronizadas são utilizadas apenas para meras comparações. O conteúdo dos textos explicativos é que permite determinar, definitivamente, os estágios de maturidade esquelética. Aos estágios são atribuídos valores, e a soma dos valores dos estágios encontrados em cada osso da mão e do punho é usada para comparar com um padrão relacionado à idade óssea<sup>9</sup>. Os valores são diferentes para meninos e meninas, mas os desvios das médias apresentam uma perfeita simetria. Os casos de pacientes com valores de desvios absolutos maiores que os estipulados pelo método precisam de tratamentos específicos.

O posicionamento correto da mão e do punho é de grande importância para a técnica radiográfica, pois os ossos podem apresentar aparências diferentes, podendo, dessa forma, comprometer o método. Para este estudo, a radiografia deve ser tratada quantitativamente. No método TW, a distância foco-filme deve ser exata. A radiografia da mão esquerda é usada, a qual deve ser produzida com a palma para baixo em contato com o chassi, carregado com um filme. O eixo do dedo médio deve estar alinhado com o antebraço e ambos posicionados em um plano horizontal. Os dedos não devem se tocar; o polegar deve ser mantido na posição natural, formando um ângulo de, aproximadamente, 30° com o primeiro dedo.

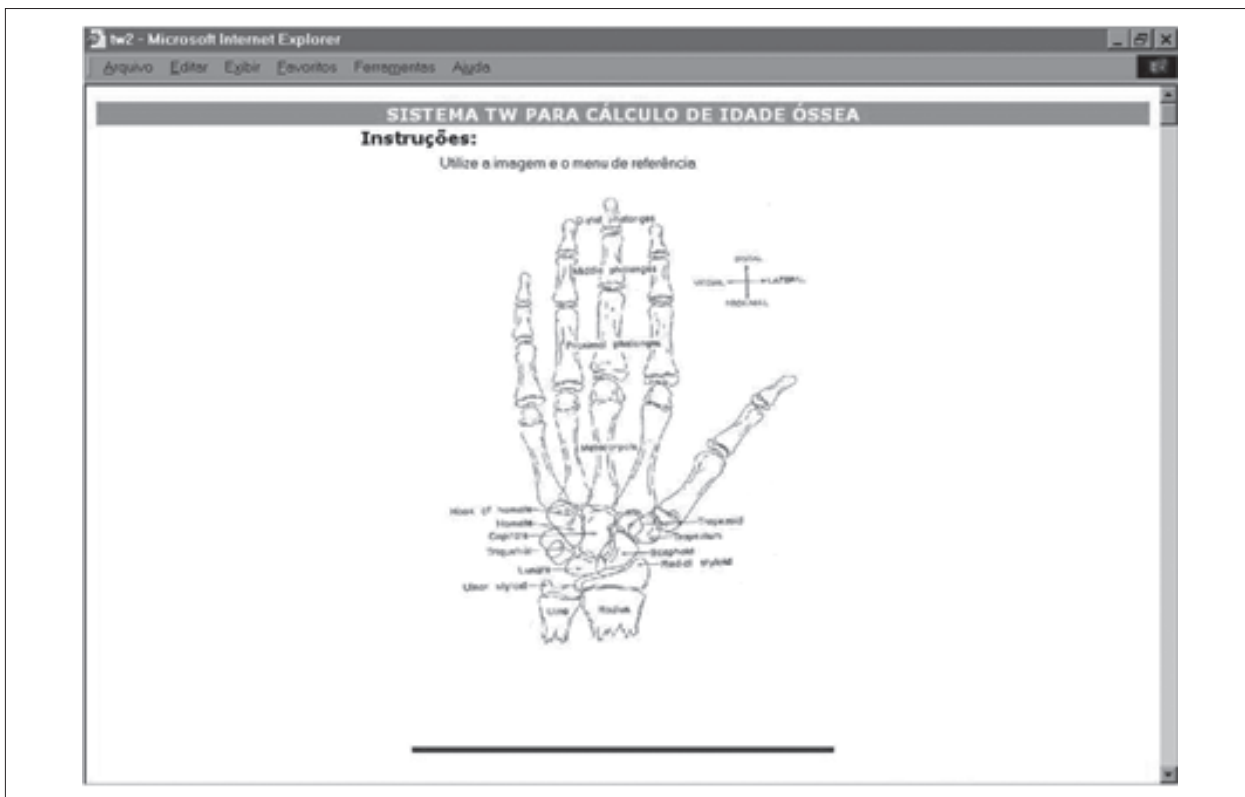


Figura 1. Tela principal do programa computacional, indicando os ossos envolvidos na leitura da idade óssea.

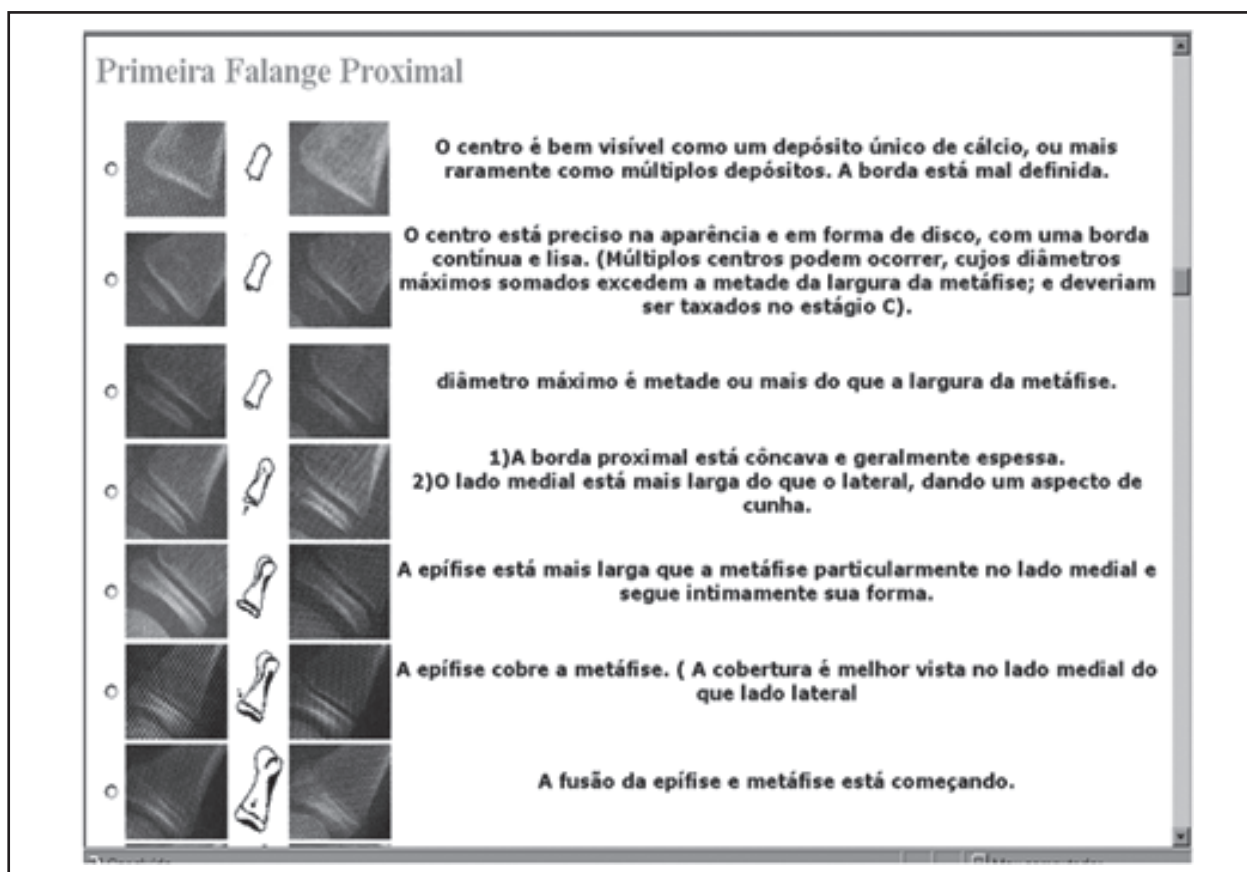


Figura 2. Seção do programa semelhante ao Atlas, contendo as imagens dos estágios de maturidade esquelética do osso em análise, seguidas dos textos explicativos. A lacuna circular localizada ao lado esquerdo das figuras destina-se à seleção do estágio.

Os estágios de maturidade adequados para cada osso do exame têm os valores somados, e o resultado é comparado com padrão estipulado pelo método. Por meio da análise de diversas radiografias, os autores do Atlas TW relacionaram os possíveis valores de soma dos fatores biológicos dos ossos envolvidos no método com a idade cronológica da maioria dos exames, bem como os desvios aceitáveis dependentes da proporção de ocorrência de casos<sup>9-13</sup>.

O método TW apresenta nove estágios de maturidade esquelética, variando de A até I, para cada um dos 20 ossos da mão e punho analisados no processo de leitura. São associados valores para cada estágio, dependendo do fator biológico do osso. Cada osso é analisado individualmente, por meio de textos explicativos, em que são descritas as características de determinado osso para definir cada estágio. Para determinar alguns estágios, é necessário o uso de medidas qualitativas em simples comparações; para isso, o programa oferece figuras com graduação nas direções horizontal e vertical. Os estágios selecionados têm os respectivos valores somados. Ao término da análise, os resultados podem ser interpolados de acordo com as características dos indivíduos. Assim, a partir dos valores relacionados, é possível explicitar a idade óssea do paciente. A Figura 3 ilustra a janela contida no programa que disponibiliza lacunas para preenchimento com informações a respeito do paciente, a fim de auxiliar a identificação e servir de base para os cálculos da idade óssea.

O programa foi construído na linguagem html para o sistema operacional Windows. Dessa forma, é executável em computadores convencionais sem necessidade de aquisição de novos softwares. Os cálculos para a atribuição da idade óssea são realizados na linguagem Java, sendo o algoritmo idêntico ao procedimento seguido pelo Atlas<sup>9</sup>. Para tanto, o programa associa um valor ao estágio de idade óssea selecionado pelo operador, soma esses valores para todas as “seções” e, no final, compara com valores estabelecidos pelo método TW, associando, assim, uma idade óssea ao paciente.

**Figura 3.** Base de entrada de dados para gerar os resultados da leitura da idade óssea.

## Resultados

As leituras de idade óssea têm mostrado divergências nos resultados obtidos com os métodos GP e TW. Para tanto, foram realizadas leituras de idade óssea utilizando-se os dois métodos. Os resultados apresentados na Tabela 1 foram obtidos com o uso do programa desenvolvido neste trabalho. A Tabela 1 relaciona a idade cronológica com exemplares dos casos nos quais ocorrem diferenças que comprometem o diagnóstico médico. A diferença entre os métodos é considerável nos resultados de idade óssea, podendo chegar a 40%. Tais diferenças vêm ocorrendo em diversos serviços de Pediatria<sup>14,15</sup>.

Os casos em questão apresentam grandes desvios nas leituras em mais de um exame, indicando a imprecisão do método GP quanto à relação entre os ossos dos dedos e os carpais, os quais são analisados por meio da mão de maneira geral. Dessa forma, 19% das leituras feitas utilizando GP apresentam erros graves. A implementação do método TW nas leituras de idade óssea gera um ganho na precisão dos resultados em, aproximadamente, 5 vezes, pois o método GP apresenta valores como resultado da leitura de idade óssea com intervalos de 6 meses, enquanto o método TW possui intervalos de 1,2 meses. A incerteza apresentada pelas medidas realizadas com o método TW é de 0,91 anos, e o limite de normalidade obedece à margem de dois desvios padrão em relação à média padronizada, cujo valor é de, aproximadamente, 2,7 anos.

O programa gera uma página para o laudo médico, contendo informações importantes para o diagnóstico. O tempo do processo de leitura de idade óssea pelo método TW, de modo computacional, equivale ao tempo de leitura pelo método GP<sup>16</sup>. Portanto, a implementação do método TW é perfeitamente viável, podendo propiciar os benefícios para os diagnósticos que necessitem desse tipo de informação.

A idade óssea lida por meio do programa, é comparada com a idade cronológica do paciente, permitindo, assim, avaliar o caso em relação aos padrões estipulados

**Tabela 1.** Comparação entre a idade cronológica e as respectivas leituras de idade óssea pelo método de Greulich e Pyle (GP) e pelo método de Tanner e Whitehouse (TW). Os desvios relativos entre as leituras são apresentados pelos índices  $\sigma_{C-GP}$ ,  $\sigma_{C-TW}$  respectivamente.

Caso	Idade cronológica (anos)	Idade óssea GP (anos)	Óssea TW (anos)	$\sigma_{C-GP}$ (%)	$\sigma_{C-TW}$ (%)
1	8,25	10	8,1	21	2
2	11,58	9-10	10,8	22-13	7
2	16,0	11	16,0	31	0
3	9,7	5-6	8,7	49-38	11
3	12,0	9-11	12,1	25-8	1
4	8,0	5,0	7,2	38	10
4	13,9	13	15,1	7	8



**Figura 4.** Amostragem dos resultados obtidos pelo programa computacional desenvolvido para auxiliar na leitura da idade óssea.

pelo Atlas. O sistema analisa o resultado e, após comparar os limites de aceitação, apresenta as condições do paciente em uma página de laudo mostrada na Figura 4. Desse modo, o programa gera um diagnóstico mais rápido e preciso, que permite ao médico tomar a conduta com maior segurança.

## Conclusões

A implantação do trabalho apresentado tem significância para a melhoria da precisão nos diagnósticos gerados a partir das avaliações de idade óssea realizadas em ambulatórios de Pediatria.

O programa de aquisição acessa as imagens dos exames, realiza os processos de medidas e comparações do método TW, ajusta a imagem, atribui, soma e determina automaticamente a idade óssea do paciente, seguida de indicações para o diagnóstico.

A análise desses resultados justifica a importância do controle de qualidade na formação de imagens radiográficas. Entretanto, devem-se tomar os cuidados exigidos para se aplicar a técnica radiográfica. Dessa forma, a implementação do método TW nas leituras de idade óssea é de fundamental importância para uma maior precisão e garantia de qualidade do diagnóstico.

## Agradecimentos

Os autores vêm mui respeitosamente agradecer à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e à Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Assistência do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo (FAEPA) pelo apoio financeiro e suporte técnico disponibilizado.

## Referências

1. Horst P, Wallin P, Guttman L, Burgess EW, Social Science Research Council (U.S.). Committee on Social Adjustment. The Prediction of Personal Adjustment. A survey of logical problems and research techniques, with illustrative application to problems of vocational selection, school success, marriage, and crime. New York: SSRC; 1941.
2. Healy MRJ, Goldstein H. An approach to the scaling of categorized attributes. *Biometrika*, 1976;63:219-29.
3. Tanner JM. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method Vol. 1). Philadelphia: W.B. Saunders; 2001.
4. Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. 2<sup>nd</sup> ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.
5. Bushong SC. Radiologic science for technologists: physics, biology and protection. 7<sup>th</sup> ed. St. Louis: Mosby-Year Book; 2001.
6. Mountford PJ, Temperton DH. Recommendations of the International

- Commission on Radiological Protection (ICRP). *Eur J Nucl.* 1992;19(2):77-9.
7. Brasil. Ministério da Saúde. Portaria 453, de 01 de junho de 19987. Normas de Proteção Radiológica em Radiodiagnóstico Médico e Odontológico. Brasília: Ministério da Saúde; 1998.
  8. Frisch H, Riedl S, Waldhör T. Computer-aided estimation of skeletal age and comparison with bone age evaluations by the method of Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse. *Pediatric Radiology.* 1996;26(3):226-31.
  9. Vignolo M, Milani S, DiBattista E, Naselli A, Mostert M, Aicardi G. Modified Greulich-Pyle, Tanner-Whitehouse, and Roche-Wainer-Thissen (knee) methods for skeletal age assessment in a group of Italian children and adolescents. *Eur J Pediatr.* 1990;149(5):314-7.
  10. Cox LA. The biology of bone maturation and aging. *Acta Paediatric Suppl.* 1997;423:107-8.
  11. Gilli G. The assessment of skeletal maturation. *Horm Res.* 1996;45(Suppl 2):49-52.
  12. Bosqueiro MR, Wada RS, Daruge RS, Francesquini Junior L, Francesquini MA. Determination of Skeletal Maturity and Estimate of the Age Through Carpal Radiographics, *Rev Cons Reg Odontol Pernambuco.* 2001;4(1):59-66.
  13. Silverman FN, Kuhn JP. *Caffey's Pediatric x-ray diagnosis: an integrated imaging approach.* St. Louis: Mosby; 1993.
  14. Milner GR, Levick RK, Kay R. Assessment of bone age: a comparison of the Greulich na Pyle, and the Tanner and Whitehouse methods. *Clin Radiol.* 1986;37(2):119-21.
  15. Roche AF, Davila GH, Eyman SL. A Comparison Between Greulich-Pyle and Tanner-Whitehouse Assessments of Skeletal Maturity, *Radiology.* 1971;98(2):273-80.
  16. Oestreich AE. Tanner-Whitehouse versus Greulich-Pyle in bone age determinations. *J Pediatr.* 1997;131(1 Pt 1):5-6.