

# Análise comparativa da maturação óssea determinada pelo método de Grave-Brown entre imagens convencionais e digitalizadas

Marcia Spinelli Casanova\*, Ana Isabel Ortega\*\*, Francisco Haiter-Neto\*\*\*, Solange Maria de Almeida\*\*\*

## Resumo

**Objetivo:** o presente estudo teve como objetivo comparar os estágios de maturação óssea estimados pelo método de Grave-Brown em radiografias de mão e punho convencionais e digitalizadas. **Metodologia:** a amostra foi composta por 129 radiografias de mão e punho de indivíduos brasileiros do gênero feminino, com idades cronológicas entre 84 e 199 meses. As radiografias foram digitalizadas e posteriormente analisadas por cinco observadores. **Resultados e Conclusão:** os resultados mostraram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os estágios de maturação óssea estimados, tanto nas imagens radiográficas convencionais como nas digitalizadas. Verificou-se ainda a reprodutibilidade dos observadores, sendo o valor de Kappa de 0,86 para as imagens convencionais e de 0,87 para as imagens digitalizadas. Recomenda-se a utilização de imagens digitalizadas como uma alternativa à imagem convencional para estimar a maturação óssea em radiografias de mão e punho.

**Palavras-chave:** Desenvolvimento ósseo. Radiografias de mão e punho. Radiografia digital.

## INTRODUÇÃO

O grau de desenvolvimento de uma criança é frequentemente avaliado utilizando-se indicadores que refletem as mudanças físicas que se produzem no indivíduo em processo de maturação. Avalia-se, por exemplo, a mineralização dos tecidos dentários, a ossificação das epífises e posterior fusão com as diáfises, o início do pico de velocidade de crescimento e a aparição de caracteres sexuais secundários. Estes indicadores obedecem a uma seqüência razoavelmente constante de aparecimento, porém as idades cronológicas nas quais são atingidos variam consideravelmente entre os indivíduos, sendo também influenciados pelo

gênero, raça, fatores genéticos, ambientais, sócio-econômicos e hormonais.

A avaliação em conjunto destes indicadores fornece uma medida da idade biológica do indivíduo, a qual é de grande utilidade na Odontologia, pois a idade cronológica nem sempre coincide com o estágio de maturação em que o paciente se encontra e por isso a idade cronológica, na maioria das vezes, não é um bom parâmetro para se estimar o estágio de maturação óssea de um indivíduo<sup>1</sup>.

Na Ortodontia, a estimativa do grau de maturação do indivíduo constitui um auxiliar valioso na avaliação do potencial de crescimento do paciente durante o tratamento, sendo importante

\* Doutoranda em Radiologia Odontológica. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas/SP.

\*\* Professora Assistente. Faculdade de Odontologia, Universidad del Zulia. Maracaibo, Estado Zulia, Venezuela.

\*\*\* Professor Associado. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas/SP.

na determinação do pico de velocidade de crescimento puberal (PVCP), da velocidade de crescimento e da previsão de quando ocorrerá o chamado surto. Essas informações significam maior segurança durante o diagnóstico e planejamento mais adequado para o caso. Através da estimativa da maturação óssea e da velocidade de crescimento haverá uma maior possibilidade para que o início do tratamento coincida com o período de máximo crescimento facial e a influência desse crescimento se faça presente de maneira marcada na terapia<sup>2</sup>.

Várias áreas do esqueleto têm sido utilizadas para estimar a maturação esquelética: o pé, o tornozelo, o quadril, o cotovelo, a mão e o punho e as vértebras cervicais<sup>3</sup>. A radiografia de mão e punho tem sido a mais freqüentemente utilizada, devido à grande quantidade de ossos e epífises, que sofrem mudanças em diferentes tempos e velocidades, localizados em uma área não muito extensa<sup>4</sup>.

Entre os métodos desenvolvidos para estimar o grau de maturação do indivíduo em radiografias de mão e punho destaca-se o método de Grave e Brown<sup>5</sup>, o qual analisa 14 eventos de ossificação observados antes, durante e após o pico de velocidade de crescimento puberal. Sendo este método, inclusive, usado por alguns autores no estudo de outras formas para determinação da maturação esquelética como padrão-ouro na determinação da idade óssea do paciente<sup>6</sup>.

Todavia, para uma correta estimativa do estágio de maturação óssea, uma boa qualidade radiográfica é imprescindível. No mercado odontológico, inovações foram realizadas a fim de melhorar a qualidade da imagem, dentre elas o uso de imagens digitais. As mesmas oferecem vantagens sobre o método tradicional como, por exemplo, a aplicação de uma menor dose de radiação ao paciente, a facilidade de arquivamento das imagens, a aplicação de ferramentas de *software*, como brilho, contraste e mensuração, e a possibilidade de transmissão das imagens via internet, todos esses

aspectos associados têm levado a uma assimilação dos sistemas digitais.

A imagem digital pode ser obtida de forma direta, utilizando sensores CCD (*charge coupled device*) ou CMOS (*complementary metal oxide semiconductor*) conectados ao computador, os quais fornecem uma imagem radiográfica de forma quase instantânea na tela do computador. Já a forma semi-direta consiste de placas de armazenamento de fósforo (PSP - *phosphor storage plate*) que uma vez expostas aos raios X captam uma imagem latente que necessita de um escaneamento da placa para a visualização da imagem no computador. Existe ainda a possibilidade de se digitalizar a radiografia convencional por meio de *scanners*, câmeras digitais ou câmeras de vídeo, sendo esta uma alternativa acessível e prática a ser utilizada pelo clínico no armazenamento das imagens radiográficas no consultório.

Com a finalidade de determinar se as imagens digitalizadas são uma alternativa confiável na avaliação do grau de desenvolvimento do paciente, este trabalho se propôs a comparar os estágios de maturação óssea estimados em radiografias de mão e punho convencionais e digitalizadas utilizando o método de Grave e Brown<sup>5</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização deste estudo foram avaliadas 129 radiografias de mão e punho de indivíduos brasileiros do gênero feminino, residentes na região de Piracicaba, estado de São Paulo, com idades entre 84 e 199 meses (Fig. 1). As radiografias foram selecionadas dos arquivos da Disciplina de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas. Cada radiografia foi digitalizada por meio de um *scanner* com adaptador de transparência (HP Scanjet 4C series, Hewlett Packard Company, Palo Alto, California, USA) com 300 dpi, e posteriormente armazenadas, sendo nomeadas de acordo com o código impresso na película radiográfica.

As radiografias foram avaliadas por cinco radiologistas sem conhecimento da idade cronológica do paciente. O objetivo da avaliação era, a partir do método de Grave e Brown<sup>5</sup>, estimar o grau de maturação óssea. Os observadores examinaram as imagens em sua forma convencional e posteriormente na forma digitalizada. O método aplicado analisa catorze mudanças que ocorrem nos centros de ossificação da mão e punho. Cada mudança corresponde a um estágio (estágio 1 ao estágio 14) que são posicionados na curva de crescimento da Björk e Helm<sup>7</sup> (Fig. 2), determinando o grau de maturação e conseqüentemente o potencial de crescimento do paciente. Os estágios são divididos em três fases: antes, durante e após o pico de velocidade de crescimento puberal (PVCP).

- Estágios que ocorrem antes do PVCP (Fig. 3): estágio 1 (A) - falange proximal do segundo dedo - epífise apresenta a mesma largura que a diáfise (FP<sub>2</sub>); estágio 2 (B) - falange média do terceiro dedo - epífise apresenta a mesma largura que

a diáfise (FM<sub>3</sub>); estágio 3 (C) - gancho do hamato - estágio 1 (G-1); estágio 4 (D) - aparecimento do Pisiforme (Pisi); estágio 5 (E) - rádio - epífise apresenta mesma largura que a diáfise.

- Estágios que ocorrem durante o PVCP (Fig. 4): estágio 6 (A) - aparecimento do sesamóide ulnar na articulação metacarpofalangiana (S); estágio 7 (B) - gancho do hamato - estágio 2 (G-2); estágio 8 (C) - falange média do terceiro dedo - capeamento epifisário (FM<sub>3</sub>cap); estágio 9 (D) - falange proximal do primeiro dedo - capeamento epifisário (FP1cap); estágio 10 (E) - rádio - capeamento epifisário (Rcap).

- Estágios que ocorrem após o PVCP (Fig. 5): estágio 11 (A) - falange distal do terceiro dedo - completada união epifisária (FD<sub>3</sub>u); estágio 12 (B) - falange proximal do terceiro dedo - completada união epifisária (FP3u); estágio 13 (C) - falange média do terceiro dedo - completada união epifisária (FM3u); estágio 14 (D) - rádio - completada união epifisária (Ru).

Para a aplicação do método, as radiografias de mão e punho foram colocadas em um negatoscópio, sobre o qual foi adaptada uma máscara de cartolina preta que forneceu a blindagem da luz adicional. A avaliação das radiografias digitalizadas foi efetuada na tela de um monitor S-VGA, tela plana de 17 polegadas, com memória de vídeo de 2Mb. O *software* utilizado para a exibição



FIGURA 1 - Exemplo de radiografia de mão e punho.

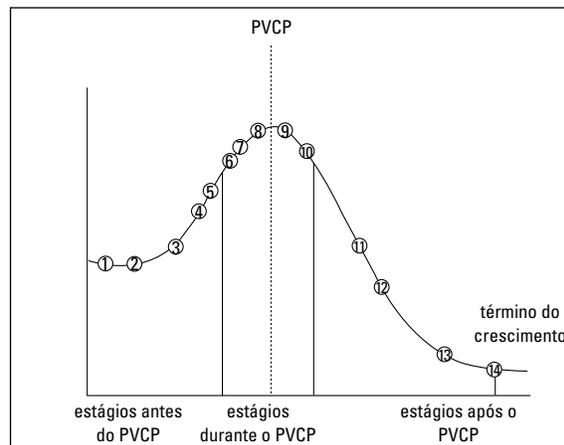


FIGURA 2 - Curva de crescimento aplicada ao método Grave-Brown<sup>5</sup>.

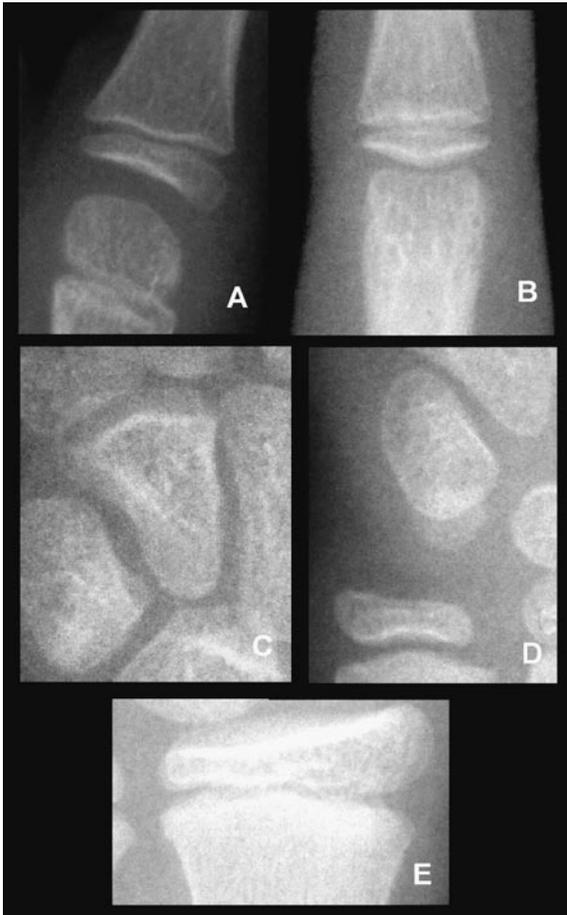


FIGURA 3 - Estágios que ocorrem antes do PVCP: estágio 1 (A); estágio 2 (B); estágio 3 (C); estágio 4 (D); estágio 5 (E).



FIGURA 4 - Estágios que ocorrem durante o PVCP: estágio 6 (A); estágio 7 (B); estágio 8 (C); estágio 9 (D); estágio 10 (E).



FIGURA 5 - Estágios que ocorrem após o PVCP: estágio 11 (A); estágio 12 (B); estágio 13 (C); estágio 14 (D).

foi o Adobe Photoshop (versão 6.0 for Windows). Cada imagem foi avaliada individualmente em ambiente escurecido, predominando apenas a luz proveniente do monitor. O examinador fez uso de recursos do *software*, alterando brilho e contraste e usando *zoom* de até duas vezes. O intervalo entre as duas avaliações foi de quatro semanas, para que o examinador não pudesse ser influenciado pela primeira avaliação.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para determinar se existia diferença entre os estágios de maturação óssea estimados em ambos os tipos de imagens, se realizou o teste de Wilcoxon. Os resultados mostraram um valor de  $p=0,07$ , o qual demonstrou que não houve diferença estatística-

**Tabela 1** - Resultados para o teste de Kappa.

teste de Kappa	imagens digitalizadas	imagens convencionais
avaliador 1 X avaliador 2	0,9023	0,8236
avaliador 1 X avaliador 3	0,8764	0,8473
avaliador 1 X avaliador 4	0,8800	0,8977
avaliador 1 X avaliador 5	0,8948	0,8778
avaliador 2 X avaliador 3	0,7464	0,8470
avaliador 2 X avaliador 4	0,7834	0,8473
avaliador 2 X avaliador 5	0,7654	0,8441
avaliador 3 X avaliador 4	0,8949	0,8620
avaliador 3 X avaliador 5	0,9087	0,8939
avaliador 4 X avaliador 5	0,9023	0,9211
média	0,86	0,87

mente significativa entre as estimativas de maturidade óssea realizadas nas imagens convencionais ou digitalizadas. Desde o aparecimento das imagens digitais, com a digitalização das imagens convencionais por meio de *scanners* com adaptadores de transparência ou utilizando câmeras digitais ou filmadoras até o uso de sistemas radiográficos digitais, há o questionamento sobre a influência da digitalização nas imagens convencionais e qualidade das imagens digitais. Diversos estudos avaliando a acurácia na perda óssea periodontal<sup>8</sup>, profundidade e localização de cáries<sup>9</sup>, lesões periapicais<sup>10</sup>, mensurações endodônticas<sup>11</sup>, medidas cefalométricas<sup>12</sup> e na qualidade de diagnóstico<sup>13</sup> foram realizados comparando imagens digitais e convencionais. Wilson et al.<sup>14</sup>, em 1991, realizaram um estudo comparando imagens digitais e convencionais na detecção de pequenas fraturas de extremidades, além de avaliarem outros fatores da imagem. Quando avaliados os diversos fatores combinados, os autores concluíram que não houve diferença estatística entre os dois métodos de aquisição da imagem, todavia na detecção de pequenas fraturas, a radiografia convencional se mostrou mais eficaz que a imagem digital. Wilson e Hodge<sup>15</sup>, em 1995, afirmaram que o sistema digital é inferior ao convencional na avaliação de fraturas, todavia os dois

sistemas foram equivalentes quando apenas deslocamentos foram avaliados. Em 2004, Chen et al.<sup>12</sup> compararam medidas cefalométricas em telerradiografias convencionais e digitalizadas e encontraram variações estatisticamente significantes entre as medidas, todavia clinicamente aceitáveis, visto que as diferenças foram menores que 2 unidades (mm ou grau) e portanto encontravam-se dentro do padrão de variação normal.

Um método de diagnóstico só pode ser aplicado se houver uma boa reprodutibilidade de seus resultados. Uma baixa concordância intra e, principalmente, inter-avaliadores compromete toda a confiabilidade deste método. Com a finalidade de avaliar a reprodutibilidade dos observadores, utilizando o método de Grave e Brown<sup>5</sup> nos dois tipos de imagens, aplicou-se o teste estatístico de Kappa (Tab. 1), obtendo-se um valor de Kappa de 0,86 quando utilizadas as imagens convencionais e um valor de 0,87 quando os estágios de maturação óssea foram analisados em imagens digitalizadas. Esses resultados mostraram que o fator tipo de imagem não influenciou na performance dos observadores e ainda que os valores de Kappa de 0,86 e 0,87, por significarem ótima concordância inter-avaliadores, atribuem ao método uma ótima reprodutibilidade.

## CONCLUSÃO

As imagens digitalizadas podem ser avaliadas com confiabilidade para a estimativa da maturação óssea por meio do método de Grave e Brown<sup>5</sup>, podendo ser utilizadas como alternativa pelo profissional sem perda de credibilidade.

## Comparative analysis of bone maturation determined by Grave-Brown method in conventional and digitalized images

### Abstract

**Aim:** the purpose of the present study was to compare the skeletal maturation stages estimated using the method of Grave-Brown in conventional and digitalized hand and wrist x-rays. **Methods:** the sample was composed by 129 hand and wrist radiographs of Brazilian girls, with chronological ages between 84 and 199 months. The radiographs were digitalized and analyzed by five observers. **Results and Conclusion:** the results showed no statistically significant difference between the skeletal maturation stages estimated in the conventional or the digitalized images by Grave-Brown's method. The reproducibility of the observers was also verified, the value of Kappa was 0.86 for the conventional images and 0.87 for the digitalized images. Therefore digitalized images are a reliable alternative for skeletal maturation estimation.

**Key words:** Bone development. Hand and wrist radiographs. Digital radiography.

## REFERÊNCIAS

1. ARAÚJO, T. S. S. **Estudo comparativo entre dois métodos de estimativa da maturação óssea**. 2001. Dissertação (Mestrado em Radiologia Odontológica)–Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas. Piracicaba, 2001.
2. PERRY, H. T.; DAMICO, F. Época do tratamento ortodôntico relacionada com o "spurt" de crescimento facial. **Ortodontia**, São Paulo, v. 5, p. 123-131, 1972.
3. LEITE, H. R.; O'REILLY, M. T.; CLOSE, J. M. Skeletal age assessment using the first, second and third fingers of the hand. **Am J Orthod Dentofacial Orthop**, St. Louis, v. 92, no. 6, p. 492-498, 1987.
4. 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. **Clin Pediatr**, Philadelphia, v. 5, n. 6, p. 7-21, Sept./Oct. 1982.
5. GRAVE, K. C.; BROWN, T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. **Am J Orthod**, St. Louis, v. 69, p. 611-619, 1976.
6. ROMÁN, P. S.; PALMA, J. C.; OTEO, M. D.; NEVADO, E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. **Eur J Orthod**, London, v. 24, no. 3, p. 303-311, 2002.
7. BJÖRK, A.; HELM, S. Prediction of the age of maximum pubertal growth in body height. **Angle Orthod**, Appleton, v. 37, p.134-143, 1967.
8. NUMMIKOSKI, P. V.; STEFFENSEN, B.; HAMILTON, K.; DOVE, S. B. Clinical validation of a new subtraction radiography technique for periodontal bone loss detection. **J Periodontol**, Chicago, v. 71, no. 4, p. 598-605, 2000.
9. WENZEL, A. Digital radiography and caries diagnosis. **Dentomaxillofac Radiol**, Houndsfills, v. 27, no. 1, p. 3-11, 1998.
10. FRIEDLANDER, L. T.; LOVE, R. M.; CHANDLER, N. P. A comparison of phosphor-plate digital images with conventional radiographs for the perceived clarity of fine endodontic files and periapical lesions. **Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod**, St. Louis, v. 93, no. 3, p. 321-327, 2002.
11. ALMENAR, G. A.; FORNER, N. L.; UBET, C. V.; MINANA, L. R. Evaluation of a digital radiography to estimate working length. **J Endod**, Chicago, v. 23, no. 6, p. 363-365, 1997.
12. CHEN, Y. J.; CHEN, S. K.; YAO, J. C.; CHANG, H. F. The effects of differences in landmark identification on the cephalometric measurements in traditional versus digitized cephalometry. **Angle Orthod**, Appleton, v. 74, no. 2, p. 155-161, 2004.
13. CASANOVA, M. S.; HAITER NETO, F.; OLIVEIRA, A. E. Avaliação da qualidade de imagens digitais panorâmicas adquiridas em diferentes resoluções. **PGR: Pos Grad Rev Fac Odontol**, São José dos Campos, v. 5, n. 2, p. 23-28, 2002.
14. WILSON, A. J. et al. Photostimulable phosphor digital radiography of the extremities: diagnostic accuracy compared with conventional radiography. **AJR**, Springfield, v. 157, no. 3, p. 533-538, 1991.
15. WILSON, A. J.; HODGE, J. C. Digitized radiographs in skeletal trauma: a performance comparison between a digital workstation and the original film images. **Radiology**, Illinois, v. 196, no. 2, p. 565-568, 1995.

### Endereço de correspondência

Francisco Haiter Neto  
Faculdade de Odontologia de Piracicaba  
UNICAMP - Disciplina de Radiologia  
Av. Limeira, 901. Bairro Areião cx. postal 52  
CEP: 13.414-901 - Piracicaba - SP  
E-mail: haiter@fop.unicamp.br