

# Validação de um software para a estimacão da idade óssea por meio das vértebras cervicais

## Validation of software for a bone age patient through the cervical vertebrae

Paulo Eduardo Ferreira<sup>1</sup>, Eliézer Coelho Andrade<sup>2</sup>, Alexandre Fortes Drummond<sup>3</sup>, Esdras de Campos França<sup>4</sup>, Marden de Oliveira Bastos<sup>5</sup>, Leniana Santos Neves<sup>6</sup>

### RESUMO

**Objetivo:** o objetivo deste estudo é a validao de um software (Easy Age) para avaliar a maturao óssea por meio das vértebras cervicais, demonstrando sua aplicabilidade e reproduzibilidade. **Métodos:** a amostra constou de 500 telerradiografias em norma lateral de pacientes de ambos os sexos, dos 7 aos 15 anos de idade, que foram examinadas por 3 avaliadores, duas vezes para o método visual e duas vezes com o software. **Resultados:** para avaliar a concordância inter e intra-examinador, aplicou-se o teste de concordância Kappa, que mostrou um nível substancial de concordância para a avaliao visual das vértebras cervicais, enquanto que para a avaliao das vértebras cervicais por meio do software, mostrou um nível quase perfeito de concordância para todos os avaliadores. No teste de Friedman, aplicado para comparar as avaliaes entre o 1 e o 2 exame visual e entre o 1 e o 2 exame por meio do software, não houve diferenças significativas. Para validao do software foi realizada a comparao entre os resultados obtidos pelo método visual e pelo software, pelo teste de correlao de Spearman, e os valores entre o 1 e o 2 exame visual e entre o 1 e o 2 exame software mostraram correlao forte, estatisticamente significativa, entre as medies dos exames visuais e do software. **Conclusão:** conclui-se assim que o software é válido e melhorou a aplicabilidade e a reproduzibilidade do método de estimacão da idade óssea.

**Descritores:** Validao de programas de computador. Vértebras cervicais. Determinao da idade pelo esqueleto.

*Recebido em: 17 de abril de 2017.*

*Aprovado em: 25 de outubro de 2017.*

### INTRODUO

A determinao do estágio de maturao, velocidade do crescimento somtico e durao do período do surto de crescimento pubescente constituem fatores de essencial importância no diagnóstico ortodôntico, uma vez que, na maioria dos pacientes, a manifestao do crescimento facial influencia diretamente no prognóstico dos casos, bem como nos seus resultados<sup>1-5</sup>.

A idade óssea, a idade dentária, a idade cronológica e as manifestaes das características

sexuais secundárias constituem alguns dos parâmetros mais utilizados para a identificao dos estágios de crescimento de um indivíduo<sup>1-6</sup>.

Em 1959, com a publicao do atlas de Greulich e Pyle, iniciou-se a utilizao da radiografia da mão e do punho como estimador da idade óssea<sup>1-4</sup>. Em 1972, Lamparski<sup>1</sup> notou que as vértebras cervicais observadas na telerradiografia lateral, que já constava da documentao ortodôntica de rotina, sofrem alteraes no decorrer da maturao óssea. Estas alteraes que ocorrem entre a segunda e a sexta vértebra cervical podem ser empregadas na avaliao de maturao óssea, de forma confiável

<sup>1</sup> Mestre em Ortodontia pela Faculdade São Leopoldo Mandic, São Paulo, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Especialista em Ortodontia pelo CETRO (Centro de Especializao e Treinamento de Odontologia), Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>3</sup> Professor Associado, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>4</sup> Doutor em Odontologia, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

<sup>5</sup> Mestre em Ortodontia pela Faculdade São Leopoldo Mandic, Alfenas, MG, Brasil.

<sup>6</sup> Professora Adjunta, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil.

**Autor para correspondência:** Leniana Santos Neves. Rua Tupis 287 apartamento 205. CEP 30190-061. Centro. Belo Horizonte – MG. Telefone: (31) 3226-7276, (31) 99285-1006.

**Contatos:** pauloferreira71@ig.com.br, eliezerandrade@yahoo.com.br, afdorto@googlemail.com, esdrasodonto@gmail.com, marden@mardenbastos.com, leniananeves@gmail.com

e com o mesmo valor clínico da avaliao da região da mão e do punho. Propôs seis estágios de maturaco das vértebras cervicais (CVM)<sup>1</sup>. Com isso, pode-se diminuir a incidência de radiao X no paciente, simplificando os recursos disponíveis de diagnóstico<sup>1-4</sup>.

O método preconizado por Lamparski<sup>1</sup> foi simplificado por Hassel e Farman<sup>2</sup> em 1995, reduzindo a avaliao para trs vértebras cervicais, mais precisamente o processo odontóide da vértebra C2, as vértebras C3 e C4, excluindo as vértebras C5 e C6, por estas vértebras não serem visualizadas com o uso do colar de proteo para a tireóide<sup>2</sup>.

Em 2002, Baccetti et al.<sup>3</sup> propuseram uma modificao do método de Lamparski<sup>1</sup>, reduzindo de seis estágios para cinco, propondo assim mais de um formato para o mesmo estágio<sup>3</sup>.

Inúmeros trabalhos realizados comprovaram que os métodos de determinao da maturaco esquelética por meio da avaliao das vértebras cervicais são capazes de informar a idade óssea de um indivíduo de forma confiável comparada com a radiografia da mão e do punho, com a vantagem da reduo da exposio de radiao X nos pacientes<sup>1-3,6-17</sup>.

Porém, alguns autores afirmaram que o método das vértebras cervicais apresenta grande dificuldade para classificar os corpos vertebrais em seus formatos e também memorizar os eventos que identificam os estágios, e por isso, gera uma dificuldade para a execuo e baixa reprodutibilidade do método<sup>11,18,19</sup>.

Santiago et al.<sup>20</sup> realizaram uma revisão sistemática da literatura buscando identificar e analisar a confiabilidade do método das vértebras cervicais (CVM) como forma de prever a época de ocorrência do surto pubescente. Os autores observaram que os estudos sobre o método CVM sofrem falhas metodológicas, e sugeriram o desenvolvimento de estudos mais criteriosos, com precisão adequada, reprodutibilidade, utilizando análise de correlao, incluindo estudos com análise de sensibilidade e especificidade adequadas<sup>20</sup>. Alguns softwares foram desenvolvidos para melhorar a performance do método CVM, melhorar a sua reprodutibilidade, facilitar a marcao dos eventos característicos dos estágios<sup>16,17,21-24</sup>.

Partindo-se do pressuposto de que as alteraes morfológicas das vértebras cervicais presentes nas telerradiografias laterais podem ser utilizadas como indicativos do desenvolvimento ósseo, o objetivo deste estudo  a validao de um software Easy Age<sup>25</sup> para avaliao da maturaco óssea por meio da análise visual das vértebras cervicais. Pretende-se demonstrar a aplicabilidade e reprodutibilidade deste método de avaliao por meio dos testes de validao do software Easy Age<sup>25</sup> para a distribuo gratuita via internet.

## MATERIAL E MÉTODOS

O software Easy Age<sup>25</sup> a ser validado foi previamente idealizado por um dos pesquisadores e desenvolvido por um analista de sistema, e posteriormente foi submetido ao Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), com o número BR 51 2014 000370 1, para registro.

O cálculo amostral teve por base a utilizao do Teste não paramétrico de Friedman. A estimacão da dimensão necessária foi feita com o software G\*Power<sup>26</sup>. Dado que este software não tem implementados procedimentos para a estimacão de amostra para o Teste de Friedman, foi seguida a recomendao de Lehmann<sup>27</sup> que refere que a dimensão de amostra necessária para testes não paramétricos  15% superior  dos testes paramétricos correspondentes. Assim, foi estimada a dimensão necessária para a ANOVA de medidas repetidas (teste paramétrico correspondente ao Teste de Friedman). A estimacão da amostra para o caso da ANOVA de medidas repetidas, considerando 3 medidas (medidas de cada avaliador), um erro máximo do Tipo I de 5% e uma potência do teste de 90%, levou  obteno de um n de 423. Esta amostra permite detectar diferenças de pequena magnitude ( $d = 0.1$ ) entre variáveis com correlaes superiores a 0.4. Seguindo a recomendao de Lehmann<sup>27</sup>, o valor obtido foi aumentado em 15%, obtendo-se 486 como dimensão necessária para o teste não paramétrico utilizado (Teste de Friedman). Este valor foi arredondado para 500 para precaver eventuais erros no processo de coleta de dados.

Para os testes de validao do software, foi utilizada uma amostra constituída de 500 telerradiografias de paciente de ambos os sexos, abrangendo a faixa etária dos 7 anos aos 15 anos. As telerradiografias foram obtidas dos arquivos da Clínica Ortodôntica de um dos autores, de onde foram selecionadas somente radiografias digitais obtidas do mesmo centro de radiologia.

Como critério de inclusão, foram selecionadas para o estudo as telerradiografias que permitirem a visualizao das vértebras cervicais C2, C3 e C4 em toda a sua extensão. Para a avaliao dos estágios de maturaco óssea por meio das telerradiografias laterais, será utilizado o método descrito por Hassel e Farman<sup>2</sup>, por sua simplicidade e facilidade. Um dos autores laudou todas as telerradiografias consultando a idade cronológica, o sexo, desenhando as vértebras em uma folha de papel de acetato Tracing Ultraphan® (RMO) para melhor visualizao. Quando havia dvida sobre o estágio, consultou-se a sequência de eventos para determinar com maior precisão o estágio vertebral. Para

a avaliao foram vedados o nome, a idade e o sexo dos pacientes para não influenciar os examinadores, atribuindo um código a cada radiografia.

Todas as telerradiografias foram avaliadas por três examinadores ortodontistas, com o auxílio de um negatoscópio em uma sala escurecida. Os três examinadores foram calibrados anteriormente para o estudo. O primeiro examinador era experiente com o método de Hassel e Farman<sup>2</sup>, o segundo conhecia o método, mas não o usava rotineiramente e o terceiro foi apresentado ao método na calibraem.

### Análise estatística

*Teste intra-examinadores com o método visual:* As telerradiografias foram avaliadas inicialmente pelo método visual por cada examinador. Após 4 semanas, as avaliaes foram repetidas na íntegra para cada examinador para todas as 500 telerradiografias. A concordância entre as avaliaes iniciais e após 4 semanas, para cada examinador, foi avaliada pelo teste do coeficiente de correlao Kappa.

*Testes inter-examinadores com o método visual:* As avaliaes dos estágios de maturao óssea pelas vértebras cervicais, iniciais e após 4 semanas dos 3 examinadores foram comparadas entre si, afim de testar a reprodutibilidade do método. Essas medies iniciais dos 3 examinadores foram comparadas pelo teste estatístico não paramétrico de Friedman. Da mesma forma, foram comparadas as avaliaes realizadas após 4 semanas da primeira avaliao.

*Teste intra-examinador com o software Easy Age<sup>25</sup>:* As telerradiografias foram avaliadas por cada examinador utilizando o software Easy Age<sup>25</sup> após um período de

8 semanas da última avaliao realizada pelo método visual. Após 4 semanas, as avaliaes foram repetidas na íntegra para cada examinador para todas as 500 telerradiografias. A concordância entre as avaliaes iniciais e após 4 semanas, para cada examinador, foi avaliada pelo teste do coeficiente de correlao Kappa.

*Testes inter-examinadores com o software Easy Age<sup>25</sup>:* As avaliaes dos estágios de maturao óssea pelas vértebras cervicais por meio do software Easy Age<sup>25</sup> iniciais e após 4 semanas dos 3 examinadores foram comparadas entre si, afim de testar a reprodutibilidade do método. Essas medies iniciais dos 3 examinadores foram comparados pelo teste estatístico não paramétrico de Friedman. Da mesma forma foram comparadas as avaliaes após 4 semanas.

*Validao do software:* Para a validao do software Easy Age<sup>25</sup> foi realizada a comparao entre os estágios de maturao obtidos pelo método visual e o informatizado (software Easy Age<sup>25</sup>) por meio do teste de Correlao de Spearman.

## RESULTADOS

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software estatístico SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, EUA). Foi adotado o nível de significância de 5%.

*Teste intra-examinadores com o método visual:* O teste do coeficiente de correlao Kappa indicou um nível de concordância "Substancial", segundo Landis e Kock<sup>28</sup> (1997) (Tabela 1), para os examinadores 2 e 3 e indicou um nível de concordância "Quase perfeito" para o examinador 1, como mostra a Tabela 2.

**Tabela 1** – Classificao do índice de Kappa conforme Landis e Kock<sup>28</sup>.

Índice de Kappa	Classificao
<0,00	Quase inexistente
0,00 - 0,20	Pequena
0,21 – 0,40	Insatisfatória
0,41 – 0,60	Satisfatória
0,61 – 0,80	Substancial
0,81 – 1,00	Quase perfeita

**Tabela 2** – Resultados da concordância entre a primeira e a segunda avaliao da maturao óssea pelas vértebras cervicais pelo método visual, para cada um dos três avaliadores, por meio do teste do coeficiente de correlao Kappa (teste intra-examinadores com o método visual).

Examinador	% de concordância	Kappa
Examinador 1	86,40	0,83
Examinador 2	74,80	0,69
Examinador 3	78,60	0,74

*Testes inter-examinadores com o método visual:* No 1º exame visual observou-se diferenças estatisticamente significativas entre as pontuações dos 3 avaliadores ( $p < 0,001$ , Teste de Friedman). As diferenças detectadas foram entre o avaliador 2 (pontuações inferiores) e os demais avaliadores, não existindo diferenças entre as pontuações dos avaliadores 1 e 3 (Tabela 3).

**Tabela 3** – Resultados da concordância das primeiras avaliações da maturação óssea pelas vértebras cervicais pelo método visual entre os três avaliadores, por meio do teste não paramétrico de Friedman (teste inter-examinadores com o método visual – primeira avaliação).

Examinador	Medidas descritivas					Teste de Friedman	
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio-Padrão	Média dos Ranks	p
1	1	6	4	3,41	1,64	2,04a	
2	1	6	3	3,32	1,49	1,92	< 0,001
3	1	6	4	3,40	1,66	2,04a	

a - examinadores sem diferenças estatisticamente significativas.

Também observou-se diferenças estatisticamente significativas no 2º exame visual ( $p < 0,001$ , Teste de Friedman). Neste caso, as diferenças apenas foram significativas entre os avaliadores 1 (pontuações mais elevadas) e 3 (pontuações menores). Não existem diferenças significativas entre os avaliadores 1 e 2, nem entre o 2 e o 3 (Tabela 4).

**Tabela 4** – Resultados da concordância das segundas avaliações da maturação óssea pelas vértebras cervicais pelo método visual entre os três avaliadores, por meio do teste não paramétrico de Friedman (teste inter-examinadores com o método visual – segunda avaliação).

Examinador	Medidas descritivas					Teste de Friedman	
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio-Padrão	Média dos Ranks	p
1	1	6	4	3,46	1,66	2,08 a	
2	1	6	4	3,40	1,63	1,99 ab	< 0,001
3	1	6	4	3,36	1,47	1,93 b	

a, b - não existem diferenças significativas entre examinadores com a mesma letra.

*Teste intra-examinador com o software Easy Age<sup>25</sup>:* O teste do coeficiente de correlação Kappa mostrou um nível de concordância “Quase perfeito” em todos os examinadores, conforme a Tabela 5.

**Tabela 5** – Resultados da concordância entre a primeira avaliação e a segunda avaliação da maturação óssea pelas vértebras cervicais por meio do software, para cada um dos três avaliadores, por meio do teste do coeficiente de correlação Kappa (teste intra-examinadores com o software).

Examinador	% de concordância	Kappa
Examinador 1	97,20	0,97
Examinador 2	92,20	0,90
Examinador 3	90,80	0,89

*Testes inter-examinadores com o software Easy Age<sup>25</sup>:* O Teste de Friedman revelou a existência de diferenças significativas no 1º exame software ( $p = 0,011$ , Teste de Friedman). As diferenças apenas são significativas entre os avaliadores 1 (pontuações mais elevadas) e 2 (pontuações mais baixas), não existindo diferenças significativas entre os avaliadores 1 e 3 nem entre os avaliadores 2 e 3 (Tabela 6). No 2º exame pelo software, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os 3 avaliadores ( $p = 0,271$ , Teste de Friedman) (Tabela 7).

**Tabela 6** – Resultados da concordância das primeiras avaliações da maturação óssea pelas vértebras cervicais pelo software entre os três avaliadores, por meio do teste não paramétrico de Friedman (teste inter-examinadores com o software – primeira avaliação).

Examinador	Medidas descritivas					Teste de Friedman	
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio-Padrão	Média dos Ranks	p
1	1	6	4	3,42	1,64	2,03 a	0,011
2	1	6	4	3,38	1,58	1,97 b	
3	1	6	4	3,40	1,65	2,01 ab	

a, b - não existem diferenças significativas entre examinadores com a mesma letra.

**Tabela 7** – Resultados da concordância das segundas avaliações da maturação óssea pelas vértebras cervicais pelo software entre os três avaliadores, por meio do teste não paramétrico de Friedman (teste inter-examinadores com o software – segunda avaliação).

Examinador	Medidas descritivas					Teste de Friedman	
	Mínimo	Máximo	Mediana	Média	Desvio-Padrão	Média dos Ranks	p
1	1	6	4	3,41	1,63	1,99	0,271
2	1	6	4	3,41	1,63	1,99	
3	1	6	4	3,43	1,58	2,02	

*Correlação entre o 1º exame visual e o 1º exame software e entre o 2º exame visual e o 2º exame software:* Os Coeficientes de Correlação de Spearman (Tabela 8) entre o 1º e o 2º exame visual e entre o 1º e o 2º exame software,

são significativos e próximos de 1 nas pontuações dos 3 avaliadores, indicando uma associação positiva muito forte entre as medições dos exames visuais e dos exames software, nos 3 avaliadores.

**Tabela 8** – Resultados da correlação entre os estágios de maturação óssea obtidos pelo método visual e aqueles obtidos pelo software, por meio do teste de Correlação de Spearman.

Correlação	Examinadores		
	1	2	3
1º Exame Visual e 1º Exame Software	r = 0,989 p < 0,001	r = 0,963 p < 0,001	r = 0,993 p < 0,001
2º Exame Visual e 2º Exame Software	r = 0,979 p < 0,001	r = 0,996 p < 0,001	r = 0,947 p < 0,001

## DISCUSSÃO

A literatura consagra que o método das vértebras cervicais informa a idade óssea de um indivíduo de forma confiável<sup>1-3,6-17,23,24</sup>.

Existe uma dificuldade em classificar os corpos vertebrais em seus formatos e memorizar a sequência dos eventos característicos de cada estágio, gerando uma dificuldade para a execução e com isso reduz-se a reprodutibilidade do método<sup>11,18,19</sup>.

Os softwares específicos para o método das vértebras cervicais melhoram, aumentam a performance e reprodutibilidade do método<sup>17,23,24</sup>. Porém esses softwares não se encontram disponíveis para o uso<sup>16,21,22</sup>.

Então, para uma melhor performance e reprodutibilidade produziu-se um software de fácil

manejo, utilizando a linguagem Java que possibilita a instalação em qualquer plataforma (Windows ou Macintosh). É disponibilizado para download gratuitamente na página [www.easyage.sourceforge.net](http://www.easyage.sourceforge.net).

Segundo Pressman<sup>29</sup>, para assegurar que um software cumpra com suas especificações técnicas e atenda a necessidade dos usuários, o software precisa ser verificado e validado.

A verificação é o processo que assegura que o software foi desenvolvido de forma apropriada e consistente em relação a sua linguagem de programação<sup>29</sup>.

O software Easy Age foi desenvolvido pela linguagem Java e foi verificado por um analista de sistema, que constatou que o software funciona corretamente para os requisitos específicos no método de Hassel e Farman<sup>3</sup> (1995). Observou-se

que nos dados que foram processados pelo programa, através dos resultados, não foram detectados defeitos, respostas incorretas, saídas incorretas, e/ou qualquer outras anomalias.

A validao é o processo que visa demonstrar se o software satisfaz seu uso pretendido quando testado no ambiente para o qual foi desenvolvido<sup>29,30</sup>. Assim, o software Easy Age foi testado para a avaliao da maturao esquelética pelas vértebras cervicais por meio de comparaes estatísticas entre o método convencional (visual) e o método proposto, e ficou demonstrado que software satisfaz sua finalidade adequadamente.

O método das vértebras cervicais escolhido foi de Hassel e Farman<sup>2</sup> por ser considerado o mais fácil e simples<sup>2,5,24</sup>.

A faixa etária de 7 a 15 anos foi escolhida por abranger diferentes fases do crescimento e visualizar todos os estágios vertebrais.

Os examinadores foram selecionados considerando diferentes experiências com o método das vértebras cervicais, a fim de se investigar a confiabilidade do método independente da experiência do examinador.

Analisando os resultados dos testes estatísticos intra-examinadores verifica-se que no método visual o coeficiente de correlao Kappa indicou um nível de concordância "substancial" em 2 examinadores ( $k=0,69$  e  $k=0,74$ ), sendo que um deles o examinador 3 foi apresentado ao método na calibraem, mostrando que o método é de simples compreensão e fácil execuo independente da experiência do examinador; o examinador experiente (examinador 1) obteve um nível "quase perfeito" ( $k=0,83$ ) porém com uma porcentagem de concordância 86,40%, que está na faixa baixa do índice para o nível "quase perfeito". Quando utilizou-se o software, o nível de concordância foi para "quase perfeito" em todos os examinadores ( $k=0,97$ ,  $k=0,90$  e  $k=0,89$ ) e o examinador 1 obteve uma porcentagem de 97,20%, mostrando uma melhora até no mais experiente, no examinador menos experiente (3) aumentou enormemente de 78,60% para 90,80%.

Nos testes inter-examinadores de Friedman para o 1º exame visual observou-se diferenças estatisticamente significativas entre os escores dos 3 examinadores ( $p < 0,001$ ). As diferenças detectadas ocorreram entre o examinador 2 (1,92) e os outros examinadores (2,04 e 2,04), não existindo diferenças entre as pontuaes dos examinadores 1 e 3, e isso mostra que o método é fácil aprendido pois o menos experiente (examinador 3) obteve o mesmo escore que o mais experiente (examinador 1). Também se observou diferenças estatisticamente significativas no 2º exame visual ( $p < 0,001$ ). E essas diferenças apenas são significativas entre o examinador 1 (2,08)

e 3 (1,93). Não existem diferenças significativas entre os examinadores 1 (2,08) e 2 (1,99), nem entre o 2 (1,99) e o 3 (1,93). Porém essa diferença retrata a realidade do conhecimento de cada examinador sobre o método, e mesmo dando estatisticamente diferente as diferenças não muito pequenas.

Como o uso do software Easy Age<sup>25</sup> os testes inter-examinadores pelo método de Friedman no 1º exame ( $p = 0,011$ ), mostrou que existem diferenças significativas e essas diferenças são entre o examinador 1 (2,03) e examinador 2 (1,97), não havendo diferenças significativas entre o examinador 1 (2,03) e examinador 3 (2,01) e nem entre o examinador 2 (1,97) e examinador 3 (2,01). Mesmo mostrando diferenças, a diferenças são pequenas e ainda menores que no exame anterior inter-examinador com o método visual. Indicando que os examinadores estão melhorando a acurácia no método com o uso. E para confirmar isso no 2º exame com o uso do software não houve diferenças entre os três examinadores (1,99, 1,99, 2,02), assim afirmarmos que todos os examinadores se tornaram iguais na acurácia, e isso se deve por que o próprio experimento favorece o treinamento do método e conseqüentemente melhora a acuidade na avaliao.

E para a validao o software Easy Age<sup>25</sup> foram confrontados os dados buscando a correlao entre o 1º exame visual com o 1º exame com o software Easy Age<sup>25</sup> e também a correlao entre o 2º exame visual e 2º exame com o software Easy Age<sup>25</sup> dos três examinadores, utilizamos o coeficiente de correlao de Spearman que varia de  $-1 \leq r \leq +1$  com um  $p < 0,001$ . Observando os resultados verificou-se uma forte correlao positiva, o  $r$  próximo de  $+1$  para todos os examinadores. E isso significa que essa correlao é diretamente proporcional, a medida que um aumenta o outro aumenta também.

## CONCLUSÃO

Conclui-se que o software Easy Age<sup>25</sup> :

- Confiável para fazer a estimacão da idade óssea por meio das vértebras cervicais.
- Fácil aplicabilidade independente da experiência do ortodontista com o método.
- Melhora a reproduzibilidade do método pois o software Easy Age<sup>25</sup> orienta a marcao dos eventos que caracterizam os estágios das vértebras cervicais e a sequência dos eventos.

Com isso o software Easy Age<sup>25</sup> foi considerado vlido.

## ABSTRACT

**Aim:** The present study aimed to validate a software (Easy Age) to assess skeletal maturation by

cervical vertebrae, demonstrating its applicability and reproducibility. **Methods:** For this, the sample consisted of 500 lateral radiographs of patients of both genders, from 7 to 15 years of age, who were examined by three evaluators, twice for the visual method and twice with the software. To evaluate the inter- and intra-examiner agreement, the Kappa test was applied, which showed a substantial level of agreement for the visual assessment of the cervical vertebrae, while the evaluation of the cervical vertebrae through the software showed a level that presented almost perfect agreement for all evaluators. Friedman's test was applied to compare the ratings between the 1st and 2nd visual examinations and between the 1st and 2nd examinations using the software, which presented no significant differences. To validate the software, a comparison was performed between the results obtained by the visual method and those obtained by the software, using the Spearman correlation test. **Results:** The results showed a strong, statistically significant correlation between the measurements from the visual examination and those from the software evaluation. **Conclusion:** It can therefore be concluded that the software is valid and improved the applicability and reproducibility of the method of estimating skeletal age.

**Uniterms:** Software validation. Cervical vertebrae. Age determination by skeleton.

## REFERÊNCIAS

- Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. Pittsburg. Dissertação [Mestrado] - University of Pittsburg; 1972.
- Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995;107:58-66.
- Baccetti T, Franchi L, McNamara Júnior J. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72:316-23.
- Baccetti T, Franchi L, Toffol L, Ghiozzi B, Cozza P. The diagnostic performance of chronologic age in the assessment of skeletal maturity. *Prog Orthod.* 2006;7:176-88.
- Kumar S, Singla A, Sarma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation mandibular second molar calcification stages. *Angle Orthod.* 2012;82:501-6.
- Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, et al. Correlation between dental maturity and cervical vertebral maturity. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2010;110:777-83.
- Flores-Mir C, Burgess CA, Chanpney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae hand-wrist evaluations. *Angle Orthod.* 2006;76:1-5.
- Lai EH, Liu JP, Chang JZ, Tsai SJ, Yao CC, Chen MH, et al. Radiographic assessment of skeletal maturation stages for orthodontic patients: hand-wrist bones or cervical vertebrae? *J Formos Med Assoc.* 2008;107:316-25.
- Al Khal HA, Wong RW, Rabie AB. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol.* 2008;37:195-200.
- Stiehl J, Müller B, Dibbets J. The development of the cervical vertebrae as an indicator of skeletal maturity: comparison with the classic method of hand-wrist radiograph. *J Orofac Orthop.* 2009;70:327-35.
- San Róman P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod.* 2002;24:303-11.
- Zhao XG, Lin J, Jiang JH, Wang Q, Ng SH. Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation. *Angle Orthod.* 2012;82:229-34.
- Prasad M, Ganji VSK, George SA, Talapaneni AK, Shetty SK. A comparison between cervical vertebrae and modified MP3 stages for the assessment of skeletal maturity. *J Nat Sci Biol Med.* 2013;4:74-80.
- Gupta G, Mogra S, Shetti VS, Goyal S, Garg S. Hand-wrist radiographs - are you really required as maturation indicators? *Ind J Dent Sci.* 2013;5:30-3.
- Pasciuti E, Franchi L, Baccetti T, Milani S, Farronato G. Comparison of three methods to assess individual skeletal maturity. *J Orofac Orthop.* 2013;74:397-408.
- Caldas MP, Ambrosano GM, Haiter Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res.* 2010;24:120-6.
- Santiago RC, Cunha AR, Júnior GC, Fernandes N, Campos MJS, Costa LFM, et al. New software for cervical vertebral geometry assessment and its relationship to skeletal maturation – a pilot study. *Dentomaxillofac Radiol.* 2014;43:20130238.
- Gabriel DB, Southard KA, Qian F, Marshall SD, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:478.e1-7.
- Nestman TS, Marshall SD, Qian F, Holton N, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;140:182-8.
- Santiago RC, Costa LFM, Vitral RW, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral

- maturation as a biologic indicator of skeletal maturity. *Angle Orthod.* 2012;82:1123-31.
21. Baptista RS, Quaglio CL, Mourad LMEH, Hummel AD, Caetano CAC, Ortolani CLF, et al. A semi-automated method for bone age assessment using cervical vertebral maturation. *Angle Orthod.* 2012;82:658-62.
  22. Sokic E, Tiro A, Sokic-Begovic A, Nakas E. Semi-automatic assesment of Cervical Vertebral Maturation stages using cephalograph images and centroid-based clustering. *Acta Stomatol Croat.* 2012;46:280-90.
  23. Padalino S, Sfondrini MF, Chenuil L, Scudeller L, Gandini P. Reliability of skeletal maturity analysis using the cervical vertebrae maturation method on dedicated software. *Int Orthod.* 2014;12:483-93.
  24. Dzemic V, Sokic E, Tiro A, Nakas E. Computer based assessment of cervical vertebral maturation stages using digital lateral cephalograms. *Acta Inform Med.* 2015;23:364-8.
  25. Ferreira PF. Easy age, versão 2. São Paulo: Freeware; 2014. [acesso em 15 de Março de 2017]. Disponível em: [www.easyage.sourceforge.net](http://www.easyage.sourceforge.net).
  26. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G\*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behav Res Methods.* 2007;39:175-91.
  27. Lehmann EL. Nonparametrics: statistical methods based on ranks. Pearson Education; 1998.
  28. Landis JR, Koch GG. The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics.* 1977;33:159-74.
  29. Pressman RS. Engenharia de software. 7ª ed. Rio de Janeiro: Mc Graw Hill; 2007. 780p.
  30. Sommerville, I. Engenharia de software. 9ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall; 2011. 529 p.