

Métodos de análise da maturação óssea e estimativa da idade

Methods of analysis of bone maturation and estimation of age

Ana Clara Alves de Carvalho¹, Cinthia Coelho Simões², Cristina Pinho¹, Luciana Soares de Andrade Freitas Oliveira¹,
Iêda Crusoé-Rebello³, Paulo Sérgio Flores Campos⁴

¹Mestranda em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas – ICS-UFBA; ²Doutoranda em Processos Interativos dos Órgãos e Sistemas – ICS-UFBA; ³Professora Adjunta III, Disciplina de Radiologia da FO-UFBA; ⁴Professor Adjunto Livre-Docente, Disciplina de Radiologia da FO-UFBA

Resumo

O desenvolvimento ósseo é considerado uma das principais referências para estimar a maturação fisiológica em humanos. A idade cronológica pode sofrer influência de fatores ambientais e genéticos, não sendo considerada fidedigna na previsão de crescimento de crianças e adolescentes. Para aferir a idade óssea, os recursos diagnósticos mais utilizados são a radiografia de mão e punho, a telerradiografia de perfil e a radiografia panorâmica dos maxilares. Assim, através da análise do tamanho e forma dos ossos da mão e do punho, assim como das vértebras cervicais, e do grau de calcificação dentária, é possível sugerir a idade fisiológica. Este trabalho tem por objetivo discutir os principais métodos de análise da idade e maturação óssea, assim como apresentar um relato de caso da aplicação clínica dos índices de Eklof & Ringertz, Martins & Sakima, Greulich & Pyle em radiografias carpais, a análise de Hassel & Farman em telerradiografias laterais e do *software* Scpan para avaliação da mineralização dos dentes permanentes em radiografias panorâmicas.

Palavras-chave: Radiografia de Mão e Punho – Vértebras Cervicais – Radiografia Panorâmica – Desenvolvimento Ósseo.

Abstract

The bone development is considered one of the main references on estimating the physiological maturation in humans. Chronological age can be affected by environmental and genetic influences, and that's why it is not considered a reliable data for children's and adolescents' growth prediction. The main diagnostic tools for bone age's estimation are hand-wrist's radiography, the lateral cephalometric and the jaws' panoramic radiographies. Thus, through analysis of the hand's and wrist's bones' size and shape, as well as the cervical vertebrae's, besides their calcification stages, it is possible to suggest physiological age. The aim of this work was to review the literature concerning the most important methods to estimate bone age and maturation, discussing its advantages and disadvantages.

Keywords: Hand-Wrist Radiography – Cervical Vertebrae – Panoramic Radiography – Bone Development.

INTRODUÇÃO

Os profissionais de saúde, na sua prática clínica, por diversas vezes são solicitados a determinar a idade óssea ou cronológica do seu paciente, seja para permitir um melhor planejamento do tratamento, seja na prática forense, contribuindo na determinação da idade de criminosos ou de cidadãos sem documentos de identificação.

Na medicina, essas informações são de extremo valor na avaliação, preservação e tratamento de crianças com distúrbios de crescimento, como atraso no crescimento constitucional e deficiência nos hormônios de crescimento, assim como doenças endocrinológicas¹.

O exame radiográfico representa uma ferramenta valiosa neste processo. O tecido ósseo mineralizado é um tecido dinâmico, com potencial para crescer e remodelar-se, permanecendo ativo durante toda a vida². O seu crescimento está relacionado aos centros de ossificação,

a partir dos quais irá sofrer processos de maturação, até que o crescimento cesse com a fusão das epífises. Esse processo pode ser acompanhado pelos profissionais de saúde através de radiografias, permitindo a comparação de métodos para identificação da sua cronologia, possibilitando, assim, a estimativa da idade³.

Na prática forense, a radiografia pode ser utilizada tanto na identificação *post-mortem* como na estimativa da idade de indivíduos vivos. O primeiro caso está diretamente relacionado com acidentes nos quais a identificação pode ser realizada a partir da análise de radiografias *ante-mortem* e *post-mortem* e registros dentários. Os primeiros registros do uso da radiografia na identificação de cadáveres datam de 1896 (ano seguinte à descoberta da radiação X)³.

Ainda sob a aplicação forense, existe a necessidade de determinar a idade de indivíduos sem provas válidas de registro de nascimento⁴, seja por motivos criminais, civis ou mesmo para garantir pensão a idosos⁵. Nestes casos, alguns exames devem ser realizados: exame físico geral, radiografia carpal da mão esquerda, além de exames realizados por dentistas, incluindo a avaliação da denteição e análise por radiografia panorâmica⁵.

Recebido em 05 de janeiro de 2010; revisado em 30 de abril de 2010.

Correspondência / Correspondence: Universidade Federal da Bahia. Av. Reitor Miguel Calmon, s/n, Vale do Canela. 40.110-100 Salvador Bahia Brasil.

Na prática clínica, uma importante aplicação da determinação da idade óssea se faz na odontologia, especialmente na ortodontia e ortopedia facial, já que o diagnóstico, o plano de tratamento e o prognóstico dos tratamentos em pacientes jovens fundamentam-se no grau de maturação esquelética e no potencial de crescimento, uma vez que a idade cronológica e a esquelética podem não coincidir⁶. O crescimento e a maturação esqueléticos ocorrem marcadamente durante a infância e a puberdade, quando períodos de aceleração são observados, os chamados surtos de crescimento⁷. Este fenômeno pode variar entre os indivíduos e entre os gêneros, ocorrendo cerca de dois anos antes nas meninas⁸.

Os principais métodos radiográficos para esta análise consistem da radiografia panorâmica, que permite avaliar a cronologia da mineralização dentária, a radiografia carpal e a análise do grau de maturação das vértebras cervicais C2 a C4 pela telerradiografia lateral, permitindo estimar o período de crescimento em que o paciente se encontra^{6,8}.

O objetivo deste trabalho é apresentar um relato de caso clínico da aplicação clínica dos índices de Eklof & Ringertz, Martins & Sakima, Greulich & Pyle em radiografias carpais, a análise de Hassel & Farman em telerradiografias laterais e a avaliação dentária em radiografia panorâmica pelo *software* Sspan desenvolvido por Moraes *et al.*⁸, assim como discutir os principais métodos de análise da idade e maturação óssea, baseados na radiografia carpal, na radiografia cefalométrica de perfil e na radiografia panorâmica, enfatizando a importância, vantagens e desvantagens de cada um deles como meio confiável para o planejamento de tratamento nas variadas áreas da saúde.

RELATO DE CASO

Paciente do gênero masculino, de 9 anos e 9 meses de idade, procurou o nosso serviço de Radiologia para a realização de uma documentação ortodôntica. Dentre os exames realizados, estavam a radiografia carpal (Figura 1), a telerradiografia lateral (Figura 2) e a radiografia panorâmica (Figura 3). Um único radiologista, com mais de 5 anos de experiência, avaliou as imagens e aplicou os índices descritos a seguir, não sendo informado quanto à idade do paciente.

Na radiografia carpal, aplicou-se a análise do Cálculo da Maturação Óssea segundo Martins e Sakima (MS) (Figuras 4), o Índice de Eklof & Ringertz (ER) (Figura 5) e o método visual utilizando atlas proposto por Greulich & Pyle (GP) (Figura 6). Os resultados obtidos foram que o paciente encontrava-se na faixa de 1 a 2 anos antes do pico de crescimento, que tinha 7 anos e 4 meses e 11 anos de idade, respectivamente.

Na telerradiografia lateral, foi aplicado o Índice de Maturação das Vértebras Cervicais segundo Hassel e Farman (HF) (1995) pelo qual constatamos que, pela

avaliação da vértebra C3, o paciente encontrava-se na fase de aceleração (Figura 7).

A partir da análise da cronologia dentária em radiografias panorâmicas, pelo *software* de domínio público desenvolvido pela UNESP (Sspan), observou-se que o paciente encontrava-se com 9 anos e 1 mês (Figura 8).

Figura 1. Radiografia carpal.



Figura 2. Telerradiografia lateral.



Figura 3. Radiografia panorâmica.

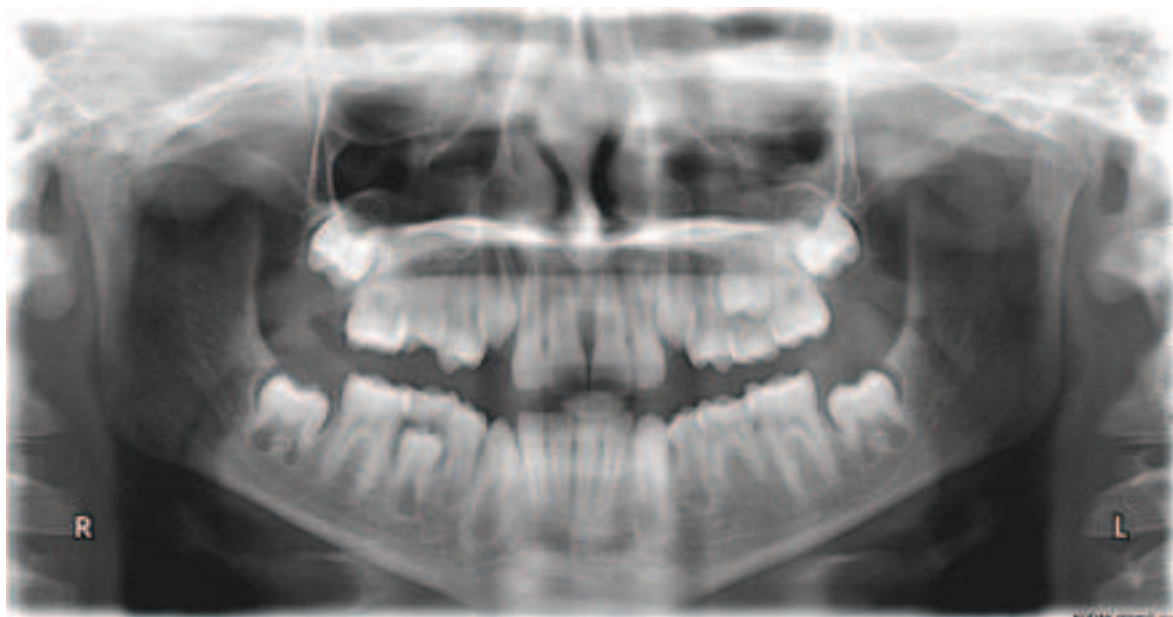
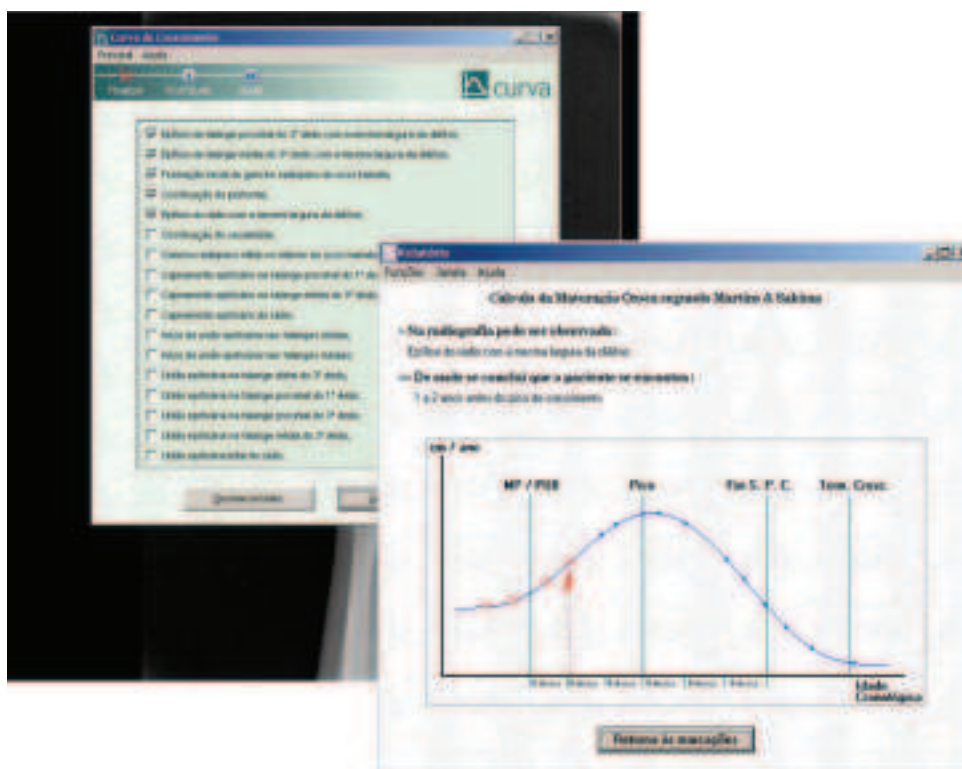


Figura 4. Curva de expectativa de crescimento pelo método de Martins & Sakima.



DISCUSSÃO

A mensuração do desenvolvimento físico para determinar a idade óssea pode ser realizada por meio de estudos radiográficos de diversas regiões do corpo, como tornozelo, bacia, cotovelo e coluna cervical, embora a radiografia de mão e punho seja a mais utilizada atualmente^{7,9,10}. Considera-se que o desenvolvimento ósseo da região da mão e do punho processa-se paralelamente ao das demais regiões do corpo humano,

sendo conveniente a sua escolha¹¹. Isso se deve ao grande número de centros de ossificação em uma área relativamente pequena, associado à facilidade da técnica radiográfica, adequada proteção do indivíduo e do profissional contra as radiações ionizantes e o baixo custo do procedimento^{10,12}. A estimativa da idade óssea por intermédio da radiografia carpal é frequentemente utilizada para avaliar distúrbios no crescimento em pacientes pediátricos, identificando-

Figura 5. Idade óssea estimada pelo método de Eklof & Ringertz.

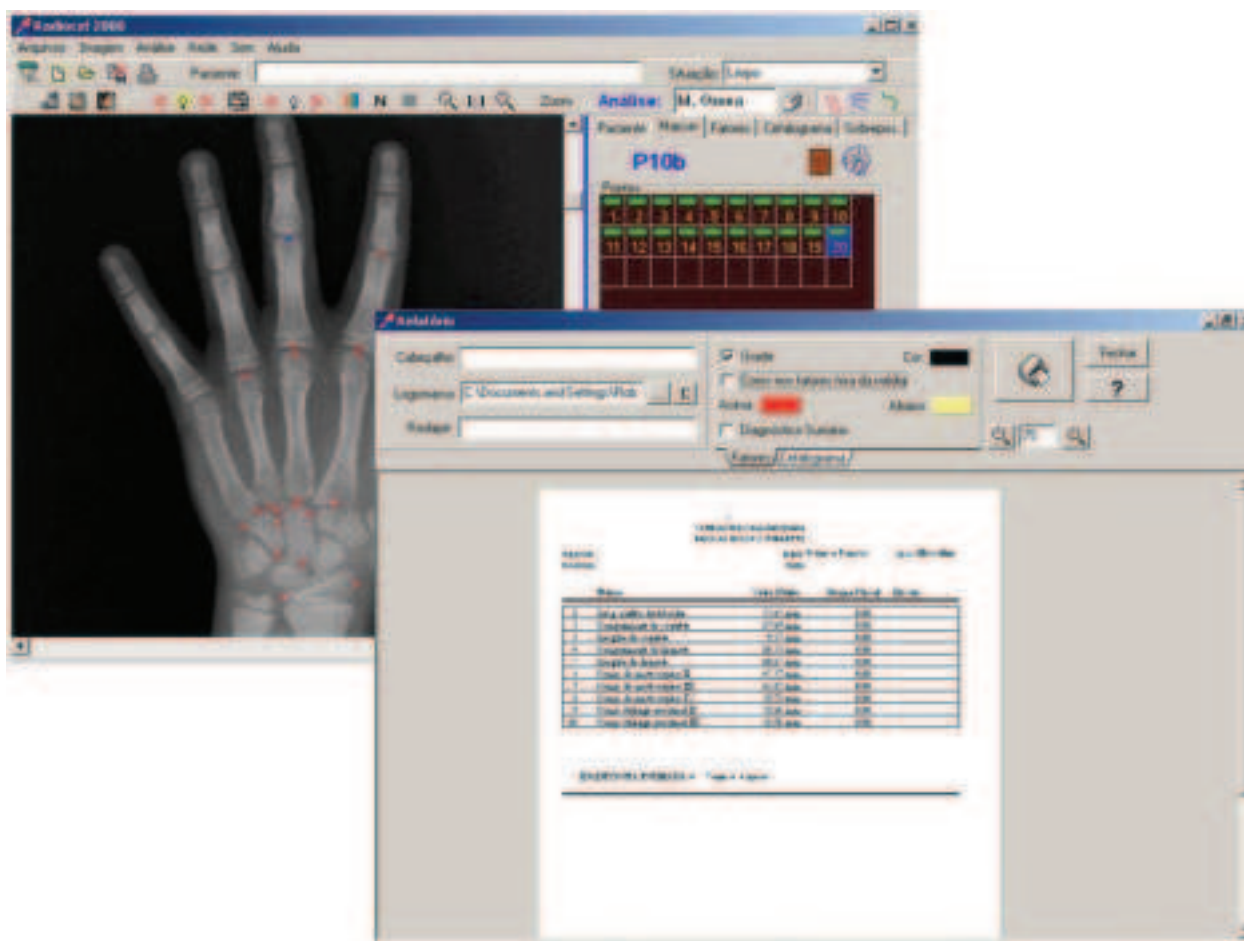


Figura 6. Idade óssea estimada pelo Atlas de Greulich & Pyle.



se quanto o crescimento evolui em relação a sua maturidade^{9,13}.

Existem diversas análises que utilizam a radiografia de mão e punho na tentativa de estimar a idade óssea do paciente. Dentre elas, destacam-se métodos que utilizam um atlas padrão com radiografias carpais como referência, os métodos inspeccionais. Outro método baseia-se na atribuição de escores para cada estágio de maturação de ossos específicos e ainda aquele que estima a idade óssea utilizando medidas do comprimento e da largura dos ossos da mão e do punho^{11,12}. Os métodos mais difundidos são o de Greulich & Pyle, Tanner & Whitehouse, Martins & Sakima e o método Eklof & Ringertz. Também existem os métodos de Schid & Moll e o de Sakima & Toledo^{6,9,13}.

Em 1950, Greulich & Pyle publicaram um atlas radiográfico de desenvolvimento ósseo da mão e do punho. Buscava-se criar um método que fornecesse informações mais precisas acerca do desenvolvimento de um indivíduo e não apenas informações como estatura, peso e idade cronológica. Neste método inspeccional, designado Método de Greulich & Pyle Visual, a idade óssea é determinada comparando-se a radiografia em estudo com as radiografias padrão do atlas¹¹. O outro método Greulich & Pyle consiste em

Figura 7. Telerradiografia lateral com a respectiva classificação das vértebras cervicais pelo método de Hassel & Farman.

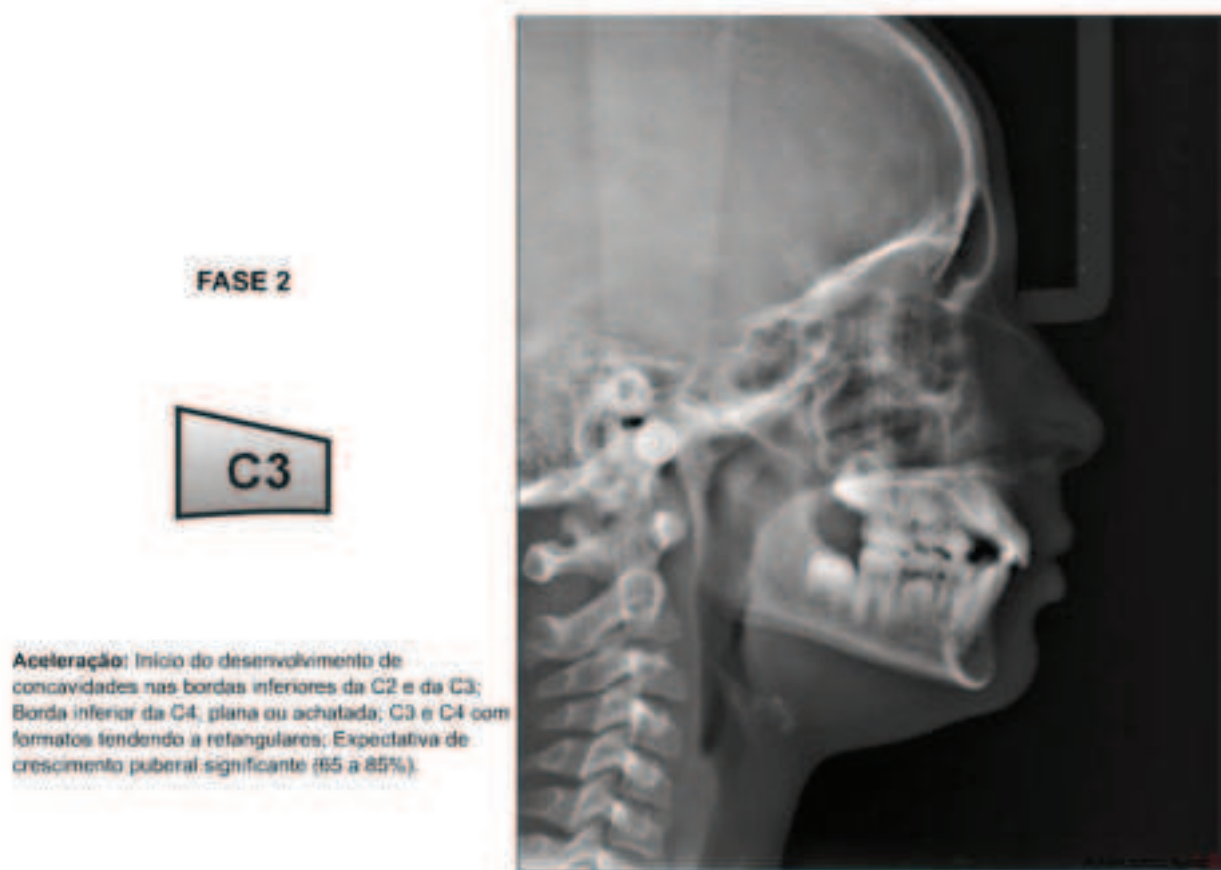
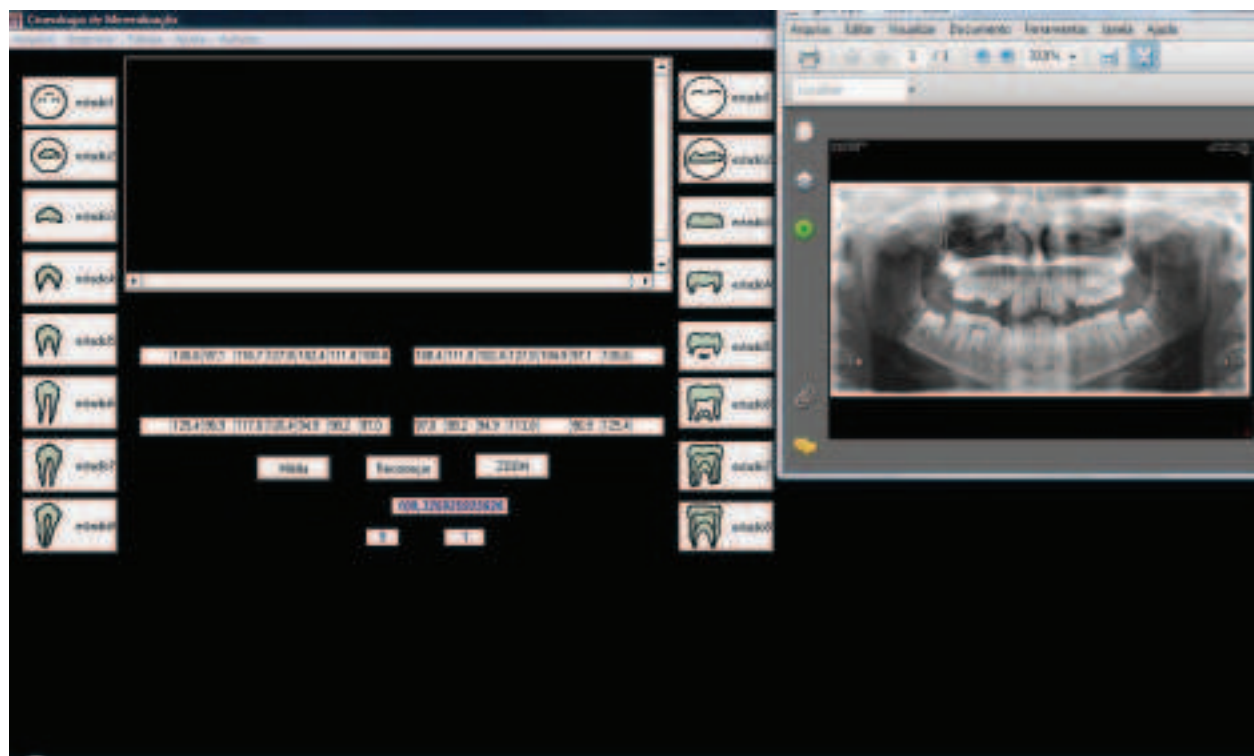


Figura 8. Utilização do *software* Span para avaliação da mineralização dentária.



avaliar cada centro de ossificação presente na mão e no punho, atribuindo-se idade a cada um deles, ao final do que é feita a totalização das idades por meio do cálculo da média aritmética¹¹.

Em 1959, Tanner & Whitehouse desenvolveram um sistema de determinação da idade óssea (TW1) no qual cada osso, dos vinte selecionados da mão e do punho, era classificado separadamente em um dos oito ou nove estágios, aos quais eram atribuídos escores que, somados, definiam a idade óssea correspondente. Este sistema foi revisado, sendo sucedido pelo método TW2, em que foram realizadas alterações no sistema de escores e estabelecidos escores diferentes para cada sexo¹¹.

De maneira semelhante, o método de Martins & Sakima avalia os níveis de maturação dos diferentes centros de ossificação, resultando em curvas de crescimento que representam os diferentes estágios em relação ao pico máximo de crescimento e, com isso, a expectativa de crescimento. Por esse índice, pode-se observar que o paciente encontrava-se em uma fase ascendente de crescimento, cerca de 1 a 2 anos antes do pico máximo de crescimento; resultado este em concordância com o obtido pela análise das vértebras cervicais, correlação que também foi observada em outros estudos^{14,15}.

No método de Eklof & Ringertz, a idade óssea é avaliada através de medidas de comprimento e largura dos centros de ossificações⁹. Diversos *softwares* de computação foram desenvolvidos para facilitar a sua aplicação¹⁶, tornando-o um método simples e rápido. Porém só tem aplicabilidade para crianças entre 1 e 15 anos de idade¹⁷.

A idade óssea é considerada um método confiável de estudo sobre crescimento e desenvolvimento, sendo a análise carpal um indicador de idade biológica e de prognóstico de crescimento⁹. Os métodos que analisam radiografias de mão e punho foram considerados um parâmetro mais consistente do que a idade cronológica para avaliar o estágio de desenvolvimento do indivíduo e, com isso, sua maturação esquelética¹³.

Pela análise da radiografia carpal, observou-se grande discrepância entre os valores fornecidos pelos índices de Greulich & Pyle e o de Eklof & Ringertz, pois enquanto o primeiro superestimou a idade do paciente, o segundo subestimou este dado. Em estudo realizado por Haiter-Neto *et al.*¹⁸, observou-se uma maior concordância entre os achados de Greulich & Pyle e a idade cronológica do paciente, enquanto, para o Eklof & Ringertz, isto só foi observado para as faixas etárias intermediárias, que compreendiam a faixa dos 9 anos de idade. Apesar de este estudo ter sido realizado em uma população do Nordeste do Brasil, como neste relato de caso, variações individuais, relacionadas a hábitos comportamentais, alimentares e genéticos, podem interferir no desenvolvimento¹⁹, o que pode ter contribuído para a discrepância entre estes resultados.

O método de análise da radiografia de mão e punho é o mais antigo. Porém, com a grande preocupação

relacionada à simplificação dos recursos de diagnóstico desse método e a busca por redução de exposições radiográficas do paciente, pesquisadores foram motivados à análise da maturidade esquelética utilizando-se de outras radiografias, dentre elas a radiografia cefalométrica lateral, que permite visualização das vértebras cervicais, realizada com frequência em casos em que intervenções ortodônticas e ortopédicas serão necessárias. A avaliação da idade esquelética por meio deste método mostrou-se válida e confiável, apresentando o mesmo valor clínico que a avaliação por meio do método carpal⁶. Porém há de se considerar uma maior dificuldade na visualização das vértebras pela qualidade de imagem e possível sobreposição pelos protetores da tireóide⁶.

O tamanho e a forma das vértebras cervicais ganharam interesse em diversas pesquisas como indicadores biológicos de maturação esquelética individual. A telerradiografia lateral é um tipo de radiografia habitualmente utilizada no diagnóstico ortodôntico que possibilita a análise da idade óssea pelas vértebras cervicais, o que elimina a necessidade de outra tomada radiográfica, diminuindo a dose de radiação recebida pelo paciente e o custo do exame^{6,7,13,14,20,21}.

A aplicabilidade do método de avaliação da maturação esquelética por meio de telerradiografia lateral foi descrita primeiramente por Lamparski em 1972, que examinou o crescimento e a maturação das vértebras cervicais com a finalidade de verificar se as alterações encontradas nas vértebras poderiam ser utilizadas na avaliação da idade óssea, em lugar da radiografia da mão e do punho. Para isto, Lamparski estabeleceu um padrão composto por 6 estágios de maturação óssea, utilizando as vértebras C2, C3, C4, C5 e C6. Este estudo conclui que as alterações maturacionais que ocorrem entre a segunda e a sexta vértebra cervical podem ser utilizadas para avaliar a idade óssea de um indivíduo, sendo que os indicadores de maturação das vértebras para ambos os sexos são os mesmos²¹.

Hassel e Farman (1995) modificaram o método proposto por Lamparski, analisando apenas as segunda, terceira e quarta vértebras cervicais, estabelecendo um Índice de Maturação das Vértebras Cervicais (IMVC) em seis estágios (iniciação, aceleração, maturação, transição, desaceleração e finalização), sendo que cada uma dessas fases representaria uma provável porcentagem de crescimento esquelético geral, apresentando características distintas²².

A partir da avaliação da maturação das vertebrais cervicais, vários estudos surgiram com o objetivo de avaliar este novo método, estabelecendo comparações com a idade óssea de mão e punho. Estes estudos relatam que houve correlação positiva entre os dois métodos, demonstrando que a avaliação dos estágios de maturação das vértebras cervicais é um método adicional útil e confiável na determinação do estágio de

crescimento facial nas crianças em crescimento puberal. Além disso, pesquisas comprovam que os estágios de maturação das vértebras cervicais e de idade óssea carpal se relacionam às mudanças no crescimento mandibular durante a puberdade^{6,7,14,23,24}. Além disso, ao se compararem as alterações morfológicas das vértebras cervicais C2, C3 e C4 com a idade cronológica, verifica-se que há um aumento da idade cronológica com o avanço proporcional dos estágios de maturação óssea^{14,24,25}. Verificou-se que o coeficiente de correlação entre a idade óssea vertebral cervical e a idade óssea carpal foi significativamente mais alta do que a correlação entre a idade óssea vertebral cervical e a idade cronológica. Estes resultados sugerem que a idade óssea vertebral cervical é um método mais confiável para se avaliar a maturação esquelética do que a idade cronológica²⁶.

O pico de crescimento entre os meninos, como no caso relatado, normalmente ocorre entre os 11 e 12 anos de idade¹³. Pelo resultado obtido a partir da análise das vértebras cervicais, foi possível observar que ele se encontrava em uma fase de aceleração, na qual se observa o início deste fenômeno, com uma expectativa de 65% a 85% de crescimento²². Entretanto, em estudo envolvendo 220 pacientes, de ambos os gêneros, com idades entre 9 e 16 anos, Paiva et al.¹⁴ observaram que mais de 50% dos meninos aos 9 anos de idade encontravam-se no estágio de aceleração. Como o paciente deste caso encontrava-se na fase de aceleração e sua idade óssea, pelo método de Greulich & Pyle, era de 11 anos, provavelmente seu pico máximo de crescimento está bem próximo.

Outra medida fisiológica sugerida para estimar o crescimento ósseo é a maturidade dentária, que pode ser determinada pelo estágio de erupção ou de formação dentária. No entanto, o grau de calcificação dentária parece ser um dado menos variável e, portanto, mais confiável que a erupção dentária, susceptível a influências ambientais como anquilose, esfoliação adiantada ou atrasada dos dentes decíduos ou até barreiras físicas como o apinhamento dentário^{1,27}, assim como a doenças sistêmicas e hábitos nutricionais danosos²⁸.

Diversos estudos vêm tentando relacionar a idade óssea com estágios de calcificação dentária. No consultório odontológico, em especial, esta possibilidade seria muito interessante em função da alta frequência com que radiografias panorâmicas e periapicais são solicitadas, além da facilidade técnica de identificar os estágios de calcificação dentária^{1,29,30}. Assim, um mesmo recurso diagnóstico poderia ser usado para diferentes fins, como por exemplo para diagnóstico de cárie e ainda para orientar quanto à melhor época para um tratamento ortodôntico ou ortopédico³⁰. Esta possibilidade não só iria reduzir o tempo no diagnóstico e planejamento do tratamento, devido à facilidade de acesso a radiografias dentárias, como também diminuir a exposição desses pacientes à radiação³¹.

Ao analisar os estágios de mineralização dentária pelo uso do *software* Sscan, de domínio público, disponível em: <http://www.fosjc.unesp.br/radiologia/index.htm>, observamos que o paciente encontrava-se com cerca de 9 anos de idade, a qual corresponde com a sua idade cronológica. Moraes et al.⁸ afirmam que este *software* permite uma avaliação rápida e eficiente do surto de crescimento puberal por meio de radiografias dentárias, sejam elas periapicais ou panorâmicas.

Em grande parte dos estudos que envolvem a mensuração do grau de calcificação dentária é utilizada a técnica de Demirjiyan (1973). Os dentes são classificados de A a H, e cada letra irá indicar um nível de calcificação. Escores diferentes são utilizados para meninos e meninas, sendo que as radiografias podem ser realizadas em qualquer período da infância, permitindo o uso deste método continuamente de acordo com a necessidade^{28,32}. Seus critérios norteiam-se na forma da coroa dentária e na proporção relativa coroa-raiz, ao invés de seu tamanho absoluto, eliminando-se, assim, a influência de projeções alongadas ou encurtadas^{1,29,30}.

Diante da literatura consultada foi possível observar que, apesar de existir uma correlação entre o desenvolvimento dentário e esquelético, ela será diferente para cada unidade dentária utilizada³⁰. Dentre os dentes com maior coeficiente de correlação entre seu grau de calcificação e a maturação esquelética, podem-se citar o segundo molar (amostra da Turquia)¹ e segundo pré-molar (amostra da Tailândia)³⁰. A formação da raiz do canino inferior em sua totalidade, porém com forame apical ainda aberto, também foi fortemente associada ao pico de crescimento puberal^{1,29}, mesmo em indivíduos com crescimento deficiente devido à má nutrição³¹. Este período, também conhecido como fase G, de acordo com a classificação de Demirjiyan (1973), geralmente precede o pico de crescimento puberal nos meninos em um ano e nas meninas em cinco meses²⁹. Já o terceiro molar não parece ser uma boa referência na identificação da idade óssea, obtendo os piores resultados de correlação entre os critérios supracitados^{1,30}.

A diferença nos estágios de calcificação, quando associados à maturação óssea entre sexos, é descrita na literatura, ou seja, para o mesmo estágio de maturação esquelética, os padrões de calcificação dentária feminina serão adiantados em relação aos dos homens^{1,28}. Este achado se repetiu ao se compararem indivíduos de raças diferentes: negros e caucasianos³³. É importante salientar que diferenças devem ser esperadas entre indivíduos de etnias diferentes, devido a alta variabilidade socioeconômica, cultural e genética entre eles^{1,28,30}.

A maior parte dos estudos que buscam avaliar a eficácia da radiografia dentária, em especial da radiografia panorâmica, utiliza como padrão-ouro a radiografia de mão e punho. Contudo, também foi possível encontrar concordância na estimativa da idade

óssea e previsão de crescimento entre as radiografias cefalométrica lateral, nas quais a vértebra cervical é utilizada como parâmetro, e a radiografia panorâmica. Nesta situação, o primeiro molar e o incisivo central obtiveram relação muito próxima com os estágios de desenvolvimento da vértebra cervical. Já o terceiro molar, assim como na radiografia de mão e punho, apresentou os piores resultados²⁸.

Os resultados de pesquisas que buscam avaliar a confiabilidade do uso de radiografias dentárias para interpretar a maturação óssea ainda são inconclusivos. Para que haja uma padronização dos estudos neste campo, deve haver consenso na técnica utilizada para aferir o grau de calcificação dentária, sendo esta talvez a razão para muitos dos resultados divergentes encontrados^{1,30}. A individualização dos estudos em populações diferentes também se faz de extrema importância para que suas peculiaridades não sejam desprezadas e sua aplicação clínica seja otimizada²⁸. Mesmo considerando que muitos estudos reportaram associações importantes entre a idade óssea e o grau de mineralização dentária, a utilização de radiografias odontológicas de forma isolada na estimativa de crescimento ainda apresenta limitações e, portanto, deve ser usada em associação com outros recursos, como, por exemplo, a radiografia de mão e punho ou das vértebras cervicais²⁷.

CONCLUSÃO

Os estudos para a avaliação e determinação da idade esquelética vêm sendo realizados há muito tempo e atualmente podemos contar com vários métodos confiáveis para essa obtenção, a partir de radiografias de várias regiões do corpo humano. Todos os métodos de avaliação da maturação esquelética foram seguramente considerados úteis e confiáveis. Sugere-se, no entanto, que o profissional tenha cautela em considerar determinados exames como método absoluto para avaliação da maturação esquelética de pacientes em crescimento, enquanto não houver familiarização com tais exames.

REFERÊNCIAS

1. UYSAL, T. et al. Relationships Between Dental and Skeletal Maturity in Turkish Subjects. *Angle Orthod.*, v. 74, n. 5, p. 657-664, jul., 2004.
2. KATCHBURIAN, E.; ARANA, V. *Histologia e Embriologia Oral*. Editorial Medica Panamericana, São Paulo, 1999, 41-74.
3. CARVALHO, S.P.M.; SILVA, R.H.A.; LOPES-JUNIOR, C.; PERES, A.S. A utilização de imagens na identificação humana em odontologia legal. *Radiol. Bras.*, v.42, n.2, p.125-130, mar./apr., 2009.
4. ESPINA-FERREIRA, A. et al. Variables métricas y angulares de la rama mandibular en radiografias panorámicas, como indicadores de la edad cronológica. *Invest. Clin.*, v. 48, n. 4, p. 403-418, jan., 2007.
5. SCHMELING, A et al. Age estimation. *J. Forensic. Sci.*, v. 165, n. 2, p. 178-181, 2007.
6. MORIHISA, O. et al. Avaliação da maturação esquelética: Uma revisão comparativa do método carpal e da imagem das vértebras cervicais. *Ortodontia SPO*, v. 38, n.3, p.70-77, jul./set., 2005.
7. DAMIAN, A.F. et al. Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 11, n. 5, p. 110-120, set./out. 2006.
8. MORAES, M.E.L. et al. Apresentação do software Scpan para avaliação do surto de crescimento puberal. *Ortodontia SPO*. v. 41, n. 3, p. 185-192, 2008.
9. IGUMA, K.E.; TAVANO, O.; CARVALHO, I.M.M. Comparative Analysis of Pubertal Growth Spurt Predictors – Martins and Sakima method and Grave and Brown method. *J Appl. Oral Sci.*, v. 13, n. 1, p. 58-61, jan./mar., 2005.
10. SCARDUA JUNIOR, E.; TAVANO, O.; MONTEBELO FILHO, A. Estimativa de Desenvolvimento Ósseo pelo Método Hassel e Farman e Avaliação do Crescimento dos Maxilares. *RGO.*, v.54, n. 2, p. 144-148, abr./jun., 2006.
11. HAITER-NETO, F.; ALMEIDA, S.M.; LEITE, C.C. Estudo comparativo dos métodos de estimativa da idade óssea de Greulich & Pyle e Tanner & Whitehouse. *Pesqui. Odontol. Bras.*, v. 14, n. 4, p. 378-384, out./nov., 2000.
12. NOBUYASU, LEDA TIEKO. **Estudo comparativo da maturação óssea em radiografia carpal entre indivíduos com IMC normal e baixo peso**. 2008. 90f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Marília, São Paulo, Marília, 2008.
13. MARTINS, E.G.; SIMONE, J.L.; REIS, R.R.B. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da maturação esquelética utilizando radiografias carpais e telerradiografias em norma lateral. *RGO.*, v.54, n.4, p.322-327, out./dez., 2006.
14. PAIVA, G.A.N. et al. Avaliação radiográfica das vértebras cervicais como método para estimativa da maturidade esquelética. *Cienc. Odontol. Bras.*, v.10, n.1, p.54-63, jan./mar., 2007.
15. UYSAL, T.; RAMOGLU, S.I.; BASCIPTCI, F.A.; SARI, Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v.130, n.5, p.622-628, nov., 2006.
16. JUNIOR, C.O.; RODRIGUES, E.L.L. Software automático para determinação da idade óssea baseado no método de Eklof & Ringertz. *Rev. Bras. Física Médica.*, v. 2, n.1, p. 15-19, fev., 2009.
17. OLIVEIRA, H.W. et al. Avaliação radiográfica da idade óssea em crianças infectadas pelo HIV por via vertical. *Radiol. Bras.*, v. 39, n.1, p. 27-31, 2006.
18. 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.*, v.130, n.4, p.e15-20, out. 2006
19. BÜKEN, B.; ERZENGIN, O.U.; BÜKEN, E.; SAFAK, A.A.; YAZICI, B.; ERKOL, Z. Comparison of the three age estimation methods: which is more reliable for Turkish children? *Forensic. Sci. Int.*, v.183, n. 1-7, jan., 2009.
20. ALVES, B.A.; SANNOMIYA, E.K. Avaliação da Incidência dos Índices de Hassel e Farman de maturação óssea por meio de vértebras cervicais aplicadas em indivíduos do sexo masculino e feminino. *Rev. Odonto.*, v.15, n.29, p. 40-49, jan/jun., 2007.
21. LAMPARSKI, DON. **Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae**. 1972. 164f. Dissertation (Master of Dental Science). Pittsburg: Faculty of the School of Dental Medicine, University of Pittsburgh, Pennsylvania, 1972.
22. HASSEL B, FARMAN AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, v.107, n.1, p. 58-66, jan., 1995.
23. CERICATO, G.O. et al. As vértebras cervicais como instrumento para determinação da idade óssea. *RFO.*, v. 12, n. 1, p. 42-46, jan./abr., 2007.
24. CAMARGO, G.T.L.; CUNHA, T.G. E. Estudo do sincronismo entre o índice de maturação das vértebras cervicais, idade dentária e idade carpal com a idade cronológica. *SOTAU R. Virtual Odontol.*, v.2, n.1, p.2-7, 2007.
25. MASCATIello, V.A.M. et al. Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. *R. Dental Press Ortodon. Ortop. Facial*, v. 13, n. 4, p. 92-100, jul./ago. 2008.

26. MITO, T., SATO, K.; MITANI, H. Cervical vertebrae bone in girls. **Am. J. Orthod. Dentof. Orthop.**, v. 122, n. 4, p. 380-385, 2002.
27. SAGLAM, A.M.ª; GAZILERLI, Ü. The Relationship Between Dental and Skeletal Maturity. **J. Orofac. Orthop.**, v. 63, n. 6, p. 454-462, apr., 2002.
28. BASARAN, G.; ÖZER, T.; HAMAMCI, N. Cervical Vertebral an Dental Maturity in Turkish Subjects. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v.131, n4, p 13-20, apr., 200
29. COUTINHO, S.; BUSCHANG P.H.; MIRANDA F. Relationships Between Mandibular Canine Calcification Stages and Skeletal Maturity. **Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.**, v.104, n.3, p. 262-268, sep., 1993.
30. KRAILASSIRI, S.; ANUWONGNUKROH, N.; DECHKUNAKORN, S. Relationships Between Dental Calcification Stages and Skeletal Maturity Indicators in Thai Individuals. **Angle Orthod.**, v.72, n.2, p.155-166, apr., 2002.
31. FLORES-MIR, C. et al. Association Between Growth Stunting with Dental Development and Skeletal Maturation Stage. **Angle Orthod.**, v. 75, n. 6, p. 935-940, jan., 2005.
32. DEMIRJIAN, A.; GOLDSTEIN, H.; TANNER, J. M. A new system of age assessment. **Human Biol.**, v.45, n.2, p. 211-227, may, 1973.
33. CHERKOW S. Tooth Mineralization as an Indicator of the Pubertal Growth Spurt. **Am. J. Orthod.**, v.77, n.1, p 79-91, jan., 1980.