

UNICAMP

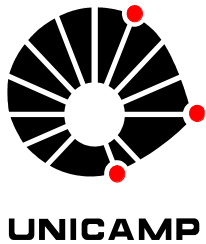
LUCIANA JÁCOME LOPES

**AVALIAÇÃO DA MATURIDADE ESQUELÉTICA ATRAVÉS DOS
ESTÁGIOS DE MINERALIZAÇÃO DENTÁRIA EM INDIVÍDUOS
BRASILEIROS**

**EVALUATION OF SKELETAL MATURITY USING DENTAL
MINERALIZATION STAGES IN BRAZILIAN SUBJECTS**

Piracicaba

2015



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba

LUCIANA JÁCOME LOPES

**AVALIAÇÃO DA MATURIDADE ESQUELÉTICA ATRAVÉS DOS
ESTÁGIOS DE MINERALIZAÇÃO DENTÁRIA EM INDIVÍDUOS
BRASILEIROS**

**EVALUATION OF SKELETAL MATURITY USING DENTAL
MINERALIZATION STAGES IN BRAZILIAN SUBJECTS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Radiologia Odontológica, na Área de concentração em Radiologia Odontológica

Dissertation presents to the Piracicaba Dental School of the University of Campinas in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master in Oral Radiology, in Oral Radiology Area.

Orientadora: Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França

Este exemplar corresponde à versão final da dissertação defendido pela aluna Luciana Jácome Lopes e orientada pela Profa. Dra. Deborah Queiroz de Freitas França.

Assinatura do orientador

Piracicaba

2015

iii

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba
Heloisa Maria Ceccotti - CRB 8/6403

L881a Lopes, Luciana Jácome, 1986-
Avaliação da maturidade esquelética através dos estágios de mineralização dentária em indivíduos brasileiros / Luciana Jácome Lopes. – Piracicaba, SP : [s.n.], 2015.

Orientador: Deborah Queiroz de Freitas França.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Crescimento e desenvolvimento. 2. Radiografia panorâmica. I. Freitas, Deborah Queiroz de, 1977-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Evaluation of skeletal maturity using dental mineralization stages in brazilian subjects

Palavras-chave em inglês:

Growth and development

Radiography, panoramic

Área de concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestra em Radiologia Odontológica

Banca examinadora:

Deborah Queiroz de Freitas França [Orientador]

Luis Antônio Nogueira dos Santos

Christiano de Oliveira Santos

Data de defesa: 11-02-2015

Programa de Pós-Graduação: Radiologia Odontológica



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Dissertação de Mestrado, em sessão pública realizada em 11 de Fevereiro de 2015, considerou a candidata LUCIANA JÁCOME LOPES aprovada.

Deborah Queiroz de Freitas

Prof. Dra. DEBORAH QUEIROZ DE FREITAS FRANÇA

Luis Antônio Nogueira dos Santos

Prof. Dr. LUIS ANTÔNIO NOGUEIRA DOS SANTOS

Christiano de Oliveira Santos

Prof. Dr. CHRISTIANO DE OLIVEIRA SANTOS

RESUMO

Diversos fatores influenciam o crescimento e desenvolvimento de crianças e adolescentes, dentre eles fatores ambientais e étnicos, o que faz com que distintas populações apresentem diferentes padrões de desenvolvimento. O escasso conhecimento da relação entre o desenvolvimento dentário e a maturação esquelética na população brasileira até o momento justifica a realização de pesquisas que avaliem a referida relação em indivíduos brasileiros. Portanto, o presente estudo teve como objetivo investigar a relação entre os estágios de mineralização dos dentes e os estágios de maturação esquelética da mão e punho na população brasileira. Foram selecionadas radiografias panorâmicas e carpais de 491 indivíduos (222 do sexo masculino e 269 do sexo feminino) com idades entre 7 e 17 anos. Dois radiologistas avaliaram as imagens juntos, chegando a um consenso final. Os estágios de mineralização dentária nas radiografias panorâmicas foram determinados de acordo com Demirjian e a maturação esquelética nas radiografias carpais de acordo com Grave & Brown. A média e o desvio padrão das idades cronológicas foram determinados para as três fases do surto de crescimento puberal (SCP) e a associação entre os estágios foi obtida através da análise de regressão logística multinomial ordinal. O percentual de distribuição dos dentes estudados dentre as fases de maturação também foi calculado. O segundo molar (Odds Ratio (OR) = 4,34, 95% intervalo de confiança (IC): 2,64-7,68) e primeiro pré-molar (OR = 2,45, 95% IC: 1,40-4,28) foram os melhores preditores de crescimento para o sexo feminino. Para o sexo masculino, que apresentou a mineralização dos dentes em estágios mais avançados, o segundo molar (OR = 6,80, 95% IC: 3,48-13,27), o segundo pré-molar (OR = 2,41, 95% IC: 1,24-4,43) e o canino (OR = 3,21, 95% IC: 1,38-7,50) foram os melhores indicadores. Os estágios D e E para o sexo feminino e os estágios E e F para o sexo masculino do segundo molar corresponderam aos eventos que ocorrem no início do surto de crescimento puberal. O estágio F para o sexo feminino e G para o sexo masculino do segundo molar corresponderam aos eventos que ocorrem durante o pico do SCP. No final do SCP, a maior parte dos dentes apresentaram os ápices fechados, com exceção do segundo molar no sexo feminino em que a maioria estava no estágio G. Foi possível concluir que existe associação entre os estágios de mineralização dentária e as fases de maturação esquelética em indivíduos na população brasileira e que a avaliação desses estágios é útil para estimar em que fase do SCP o paciente se encontra.

Palavras chave: Radiografia Panorâmica; Desenvolvimento Ósseo, Crescimento & Desenvolvimento.

ABSTRACT

Several factors influence the growth and development of children and adolescents, including environmental and ethnic factors, so different populations show different patterns of development. The poor knowledge of the relationship between tooth development and skeletal maturity in the Brazilian population justify the need for studies to evaluate this relationship in Brazilian subjects. Panoramic and carpal radiographs of 491 subjects (222 males and 269 females), between 7 and 17 years of age were selected. Two radiologists jointly evaluated the images and reached a final consensus. The stages of tooth mineralization in the panoramic radiographs were determined according to Demirjian, while the skeletal maturity in carpal radiographs was evaluated according to the method described by Grave and Brown. The mean and standard deviations of chronological ages were determined for the three periods of pubertal growth spurt (PGS), and the association between the stages was obtained by ordinal multinomial logistic regression. The percentage distribution of the studied teeth was also calculated. The second molar (odds ratio (OD) = 4.34, 95% confidence interval (CI): 2.64-7.68) and first premolar (OD = 2.45, 95% CI: 1.40-4.28) were the best predictors of growth for females. For males with a more advanced trend in tooth mineralization, the second molar (OD = 6.80, 95% CI: 3.48-13.27), second premolar (OD = 2.41, 95% CI: 1.24-4.43), and canine (OD = 3.21, 95% CI: 1.38-7.50) proved to be the best predictors. Stages D and E for females, and stages E and F for males, of the second molar corresponded to the events that occur at the beginning of PGS. Stage F, for females, and stage G, for males, of the second molar corresponded to events that occur during the peak of the PGS. At the end of the PGS, most teeth had closed apices, with the exception of the second molar in females in which the majority was in stage G. It could, therefore, be concluded that there is an association between dental mineralization stages and skeletal maturity periods in the Brazilian population and the evaluation of these stages is useful to estimate the period of skeletal maturity.

KEY WORDS: Panoramic Radiograph; Bone Development; Growth & Development.

Sumário

DEDICATÓRIA	xiii
AGRADECIMENTOS ESPECIAIS.....	xv
AGRADECIMENTOS.....	xvii
INTRODUÇÃO	1
PROPOSIÇÃO	5
CAPÍTULO 1 (inglês): EVALUATION OF SKELETAL MATURITY USING DENTAL MINERALIZATION STAGES IN BRAZILIAN SUBJECTS	6
CONCLUSÃO	22
REFERÊNCIAS.....	23
APÊNDICE 1 – Material e Métodos detalhados.....	26
APÊNDICE 2 – CAPÍTULO 1 (português): AVALIAÇÃO DA MATURIDADE ESQUELÉTICA ATRAVÉS DOS ESTÁGIOS DE MINERALIZAÇÃO DENTÁRIA EM INDIVÍDUOS BRASILEIROS.....	34
ANEXO 1 – Comprovação de submissão do artigo.....	51
ANEXO 2 – Declaração de não infração de direitos autorais.....	52
ANEXO 3 – Certificação do comitê de ética	53

DEDICATÓRIA

*A **Deus**, por sempre atender as minhas orações e trilhar os melhores caminhos em minha vida. Obrigada, Senhor por me presentear com pessoas e momentos tão especiais.*

*Aos meus queridos pais, **Marcus** e **Sônia**, meus amores. Muito obrigada pelo cuidado, carinho e incentivo sempre. Por serem a minha base, os mestres da minha vida e por fazerem isso tudo possível. Amo vocês!*

*À minha irmã, **Marcela**, minha melhor amiga. Obrigada por me fazer sempre presente, por ser minha cúmplice, por ser meu colo...*

*Aos meus avós, **Vovô Babau** e **Vovó Branca**, por serem meus pais 2 vezes! Obrigada ao meu vô (*in memoriam*), meu maior exemplo de garra e a minha vizinha querida por todo cuidado durante esses anos.*

*À minha **Vó Lêda** pelo amor, pelo carinho e por sempre me colocar nas suas orações.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À minha orientadora, Professora Doutora Deborah Queiroz de Freitas França, muito obrigada pelo carinho, pelos ensinamentos e principalmente pela preocupação com o meu aprendizado. Agradeço pelas portas sempre abertas, pela dedicação e pela preciosa orientação durante a realização deste trabalho. Muito obrigada por tudo, Professora!

Ao amigo e Professor Doutor Sergei Rabelo, por ser meu grande incentivador desde a época da faculdade, por acreditar em mim e pelos conselhos preciosos durante nossas conversas.

Ao Professor Doutor Luis Nogueira dos Santos, muito obrigada por todo incentivo em ingressar no mundo acadêmico da Radiologia e pela disponibilidade desde sempre.

Ao Professor Doutor Francisco Haiter Neto, agradeço pelos ensinamentos transmitidos diariamente, pelo incentivo e principalmente pelo cuidado desde o nosso primeiro dia de aula.

Ao Professor Doutor Frab Norberto Bóscolo, exemplo de caráter e dedicação. Muito obrigada pelo carinho e alegria transmitida em seus beijos de bom dia. É uma honra ter sido sua aluna!

À Professora Doutora Solange Maria de Almeida, pela sua tranquilidade e ensinamentos transmitidos.

À Professora Doutora Gláucia Maria Bovi Ambrosano, pela disposição e preciosa disponibilidade em realizar as análises estatísticas.

AGRADECIMENTOS

À **Dra. Cláudia Haiter** por abrir as portas de sua clínica e colaborar com a realização deste trabalho.

Aos doutores, **Eduardo César Almada dos Santos, Francisco Haiter Neto e Francisco Carlos Groppo** pelo aceite em participar da minha banca de qualificação. Muito obrigada pela valiosa avaliação e considerações realizadas que muito enriqueceram este trabalho.

Aos Professores Doutores, **Luis Nogueira dos Santos, Christiano Oliveira Santos, Deborah Queiroz de Freitas, Eduardo César Almada dos Santos e Matheus Lima de Oliveira** por terem aceito prontamente o convite para participação da banca de defesa desta dissertação.

A minha querida amiga **Dani**, por ter se tornado minha grande amiga, um presente que Piracicaba me deu e que levarei para sempre. Muito obrigada por tudo, Dani Dani! Pelos conselhos, pelo apoio, pelo carinho e pelas nossas aventuras em busca de uma vida saudável. Te adoro!

Ao meu amigão **Thiaguito**, a quem não tenho palavras para descrever o apoio e amizade, inclusive nos momentos mais difíceis. Você é especial! Agradeço também pela ajuda imprescindível na avaliação das imagens deste trabalho.

A minha amiga **Brunna** por além de me receber, abrir as portas de sua casa. Seu carinho e cuidado na minha chegada foram essenciais!

A minha amiga **Manu**, com quem dividi o lar, muitas histórias e uma amizade que se consolidou para o resto da vida. Amiga, obrigada por sempre vibrar com minhas conquistas, saiba que você também faz parte delas!

A minha amiga **Mércia**, que apareceu no momento em que mais precisei. Muito obrigada pela convivência diária, pela amizade e por ser como uma irmã pra mim aqui em Piracicaba.

A minha amiga **Raquel**, a quem tive a sorte de conhecer e conviver. Pela sua meiguice e amizade que fizeram a convivência em nossa casa bastante prazerosa. Muito obrigada por estar sempre disposta a me ajudar e me aguentar, principalmente durante a escrita deste trabalho.

A minha amiga, **Bioca**, muito obrigada pelo seu alto astral, pela sua alegria que fizeram essa jornada bem mais divertida. Agradeço por ser minha amiga e pela disponibilidade. Muito Obrigada, Frifri!

A minha amiga **Pri**, pela amizade, trocas de experiências e pelo constante incentivo. Meu muito obrigada.

As amigas **Fran** e **Guta** por além de sempre me incentivarem, colaborarem com as imagens deste trabalho.

Ao meu amigo **Guga**, por não medir esforços em ajudar seus amigos sempre com um sorriso no rosto. Pela sua amizade e dedicação sempre que precisei.

As minhas **amigas de Natal-RN**, pela amizade verdadeira, que se manteve mesmo com a distância e o tempo.

Aos meus amigos de mestrado, **Danielli Brasil, Mayra Yamasaki, Eliana Dantas, Gustavo Santaella, Leonardo Peroni** pela troca de experiências, pela amizade e apoio em todos esses anos.

Aos meus queridos amigos de pós-graduação **Amanda Farias, Ana Caroline Brito, Anne Oening, Francielle Verner, Priscila Dias Peyneau, Gina Roque Torres, Karla Vasconcelos, Karla Rovaris, Helena Aguiar, Henrique Martins, Laura Sotelo, Liana Ferreira, Maria Beatriz Alonso, Phillipe Nogueira, Rafaela Argento, Raquel Werczler, Thiago Souza, Débora Távora, Yuri Nejaim, Amaro Vespasiano, Fred Sampaio**, agradeço pelos muitos momentos de alegria, por terem me ajudado a enfrentar todos os obstáculos que surgiram e principalmente pelo doce convívio com vocês. Obrigada por tudo!

Aos colegas **Débora Duarte, Gabriella Rezende, Polyane Queiroz, Taruska Ventorini e Thiago Nascimento**, muito obrigada pelo convívio e amizade.

Aos funcionários da Clínica de Radiologia Odontológica, **Waldeck, Fernando e Giselda**, obrigada pela dedicação, pelo carinho e por todo aprendizado nos momentos de trabalho na clínica.

À **Luciane**, a doce Lu, por toda sua dedicação e cuidado. Muito obrigada pelo carinho e pela disponibilidade em nos ajudar.

À Faculdade de Odontologia de Piracicaba-UNICAMP pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Radiologia Odontológica.

À CAPES pelo auxílio financeiro durante todo curso, de fundamental importância para conclusão do mestrado.

*“Sem sonhos, as perdas se tornam insuportáveis.
As pedras do caminho se tornam montanhas.
Os fracassos se transformam em golpes fatais.
Mas se você tiver grandes sonhos...
Seus erros produzirão crescimento.
Seus desafios produzirão oportunidades:
Seus medos produzirão coragem...”*

Augusto Cury

INTRODUÇÃO

O crescimento e desenvolvimento fazem parte das etapas do processo que levam a maturidade dos indivíduos. Maturidade é o produto final, ou seja, o estado acabado de um processo e maturação é o processo pelo qual esse estado é atingido. Até alcançar a maturidade, fatores como diversidade genética, raça e influências ambientais interferem sobremaneira no grau, época e duração da ocorrência dessas etapas (Mittal et al., 2009). Nem todos os sistemas fisiológicos maturam com a mesma velocidade, o que não implica em efeitos deletérios para o desenvolvimento geral, mas, independente disso, é certo que em todos os indivíduos esses processos são progressivos, contínuos e irreversíveis (Morais et al., 1998).

Na Odontologia, o conhecimento da maturação de um indivíduo é de fundamental importância para o diagnóstico, planejamento e tratamento ortodôntico para a decisão sobre a necessidade e época ideal da realização de procedimentos cirúrgicos, bem como para o fornecimento de dados em perícias para a Odontologia Legal (Camerieri et al., 2007, Mittal et al., 2009, Panchbhai, 2011). Assume ainda papel importante na área da saúde coletiva, na comparação entre populações distintas para determinar se existe algum fator ambiental que explique as diferenças entre elas (Tanner et al., 2001); e na Pediatria, especialmente em crianças com alterações endócrinas e desordens de crescimento (Uysal et al., 2004).

O desenvolvimento individual pode ser dividido em estágios que compreendem a infância, a adolescência e a fase adulta. Após o final do período gestacional, inicia-se a infância que termina com o início da puberdade. Esse período compreende a primeira infância, de zero a três anos com uma elevada taxa de crescimento e a segunda infância caracterizada em seu final, por uma taxa de crescimento decrescente até um estágio de crescimento mínimo pré-puberal que marca o início da adolescência. A adolescência é marcada por alterações hormonais e sexuais, com um considerável aumento na taxa de crescimento, o qual é chamado de surto de crescimento puberal (SCP), fase de interesse particular quando se trata do crescimento craniofacial. Ao final do desenvolvimento tem-se a fase adulta que é marcada pelo alcance da maturidade esquelética e se estende por um longo período subdividido em maturidade e senilidade (Interlandi, 1999).

As fases do SCP compreendem o início do surto, fase pré-puberal em que o indivíduo cresce até atingir o máximo de crescimento puberal, sendo este ápice do crescimento a fase do pico de velocidade de crescimento puberal (PVCP) e finalmente a fase pós-puberal que decresce

INTRODUÇÃO

até o indivíduo atingir o término do crescimento (Grave e Brown, 1976). No sexo feminino, o SCP inicia-se em média dois anos antes em relação ao sexo masculino e duram em média o mesmo tempo em ambos os sexos.

O período em que o SCP ocorre é determinado através dos estágios de maturação, os quais permitem a avaliação do potencial de crescimento durante a pré-adolescência e a adolescência, fase de grande importância no diagnóstico ortodôntico, uma vez que na maioria dos pacientes, o crescimento que ocorre ou está para ocorrer é fundamental no prognóstico dos casos (Uysal et al., 2004). Pois, quando se possui uma informação sobre o SCP, pode-se determinar se o pico de velocidade de crescimento é iminente, presente ou completo (Chertkow, 1980).

A idade cronológica, o desenvolvimento esquelético e dentário, a altura, o peso e o aparecimento das características sexuais secundárias constituem alguns dos parâmetros mais frequentemente utilizados para a identificação dos estágios de crescimento de um indivíduo. Porém, devido às diversas variações no desenvolvimento infantil, a idade cronológica tem pequena ou nenhuma influência nos estágios de maturação (Mittal et al., 2009; Perinetti et al., 2012; Kumar et al., 2012), pois além das diferenças determinadas pelo sexo, existem variações individuais, como influências genéticas, ambientais e nutricionais (Mittal et al., 2009; Kumar et al., 2012).

O indicador mais comumente utilizado nos estudos sobre crescimento e desenvolvimento é a idade óssea ou esquelética, considerada o verdadeiro registro da idade biológica. A idade biológica representa o progresso da maturidade que pode ser estimada pela maturação somática, sexual, esquelética e/ou dentária (Kumar et al., 2012). A avaliação da maturidade esquelética consiste na inspeção visual do desenvolvimento dos ossos através da aparência inicial dos centros de ossificação e subseqüentes mudanças na sua forma e tamanho, as quais podem ser visualizadas e avaliadas em radiografias de áreas selecionadas do corpo, durante o período de crescimento. Dessa forma, o crescimento puberal vem sendo correlacionado com os eventos específicos de ossificação (Uysal et al., 2004), os quais ocorrem em uma seqüência progressiva. Qualquer parte do esqueleto pode ser utilizada para analisar os centros de ossificação, tais como joelho, vértebras cervicais, quadril e pelve, mão e punho e crânio (Krailassiri et al., 2002). Sendo assim, eventos específicos que ocorrem em uma seqüência progressiva, passaram a ser correlacionados com o crescimento puberal.

INTRODUÇÃO

A região da mão e punho é mais conveniente por possuir trinta centros de ossificação, tornando possível observar suas diferentes modificações ao longo do desenvolvimento, além da facilidade da técnica radiográfica dessa região, do baixo custo e da pequena dose de radiação a que o paciente é exposto (Haite-Neto e Tavano, 1997). Essas modificações são suficientes para fornecer informações a respeito de, praticamente, todo o período de maturação esquelética de um indivíduo. Dessa forma, as radiografias de mão e punho ou carpais são largamente utilizadas para estimar o estágio de maturação óssea e também a idade esquelética através dos diversos métodos existentes. Dentre eles, destacam-se os métodos que se baseiam na comparação de centros de ossificação, da radiografia obtida, com as de um atlas padrão (Todd, 1937; Greulich e Pyle, 1959), os que se baseiam na atribuição de escores para cada estágio de maturação de certos ossos (Tanner e Whitehouse, 1962, 1975 e 2001), aqueles que utilizam medidas de comprimento e largura de alguns ossos (Schmid e Moll, 1960; Eklöf e Ringertz, 1967) e ainda aqueles que através do aparecimento de ossos específicos no carpo e metacarpo e da observação da união epifisária das falanges definem o grau de maturação esquelética do paciente (Hunter, 1966; Bowden, 1971; Brown, 1970; Fishman, 1982; Grave e Brown, 1976; Hägg e Taranger, 1982).

Uma grande preocupação reside, atualmente, na simplificação dos recursos disponíveis de diagnóstico e, principalmente, na redução de exposições radiográficas indicadas aos pacientes. Assim, esforços têm sido empregados no sentido de se utilizar as radiografias que fazem parte da documentação ortodôntica de rotina, como é o caso das teleradiografias em norma lateral e das radiografias panorâmicas para estimar o estágio de maturação óssea. Os métodos que utilizam as teleradiografias em norma lateral (Lamparski, 1972; Hassel e Farman, 1995; Baccetti et al., 2002, 2005) são considerados válidos e confiáveis, apresentando o mesmo valor clínico de métodos que utilizam as radiografias carpais para determinar o estágio de maturação dos indivíduos (Basaran et al., 2007).

A relação entre idade óssea e SCP já é conhecida. Entretanto, pouco se sabe da relação entre SCP e desenvolvimento dentário. Estudos que correlacionaram a mineralização dos dentes e o SCP mostram que é possível a associação das fases de mineralização dentária como indicadoras da adolescência (Chertkow, 1979, 1980). Outros estudos (Coutinho, et al., 1993; Krailassiri et al., 2002; Uysal et al., 2004; Basaran et al., 2007; Mittal et al., 2009; Kumar et al., 2012) têm indicado o desenvolvimento dental como um potente indicador da maturidade esquelética, o qual pode ser avaliado através das fases de erupção ou dos estágios de mineralização, sendo esse último

INTRODUÇÃO

proposto como o critério mais confiável (Nolla, 1960; Demirjian et al., 1973; Perinetti et al., 2012; Kumar et al., 2012). Em contraste, há estudos que não demonstraram correlação significativa (Lewis e Garn 1962; Garn et al., 1962; Tanner, 1962; Saglam e Gazilerli, 2002) ou que consideram seu uso limitado (Perinetti et al., 2012).

A possibilidade de associação positiva entre a maturação esquelética e os estágios de mineralização dentária faz com que as radiografias panorâmicas ou intra-orais possam ser utilizadas como uma útil ferramenta de diagnóstico para o SCP. A facilidade em reconhecer os estágios de desenvolvimento dentário, a disponibilidade desses exames nos consultórios odontológicos e o conseqüente menor custo para o paciente são razões práticas para avaliar a maturidade esquelética sem recorrer às radiografias de mão e punho (Krailassiri et al., 2002; Uysal et al., 2004), havendo ainda diminuição da exposição dos pacientes à radiação, como preconizado pelo princípio ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*). Os estágios de mineralização dos dentes podem variar de acordo com fatores raciais (Uysal et al., 2004). De acordo com Mappes et al. (1992), a origem étnica da população, o clima, a nutrição, os níveis socioeconômicos e a urbanização são fatores causadores dessas variações. Dessa forma, a relação entre o desenvolvimento dental e o SCP tem sido estudada em diferentes populações: tailandeses (Krailassiri, et al., 2002), turcos (Uysal et al., 2004, Mittal et al., 2009), italianos (Perinetti et al., 2012), indianos (Kumar et al., 2012) e chineses (Chen et al., 2010).

Em consequência do número de fatores que podem alterar o desenvolvimento e crescimento do indivíduo, o uso de métodos baseados em diferentes populações podem resultar em diferentes padrões de referência. Considerando que, pouco se sabe sobre a relação entre desenvolvimento dental e SCP em crianças e adolescentes brasileiros, fazem-se necessárias pesquisas que avaliem a relação entre estágios de mineralização dentária obtidos em radiografias panorâmicas e os estágios na curva do SCP que crianças e adolescentes brasileiros se encontram, visto que pode ser oferecido aos profissionais da área de saúde um método mais simples, de fácil acesso e com menor exposição do paciente à radiação.

PROPOSIÇÃO

Os objetivos no presente estudo foram: avaliar a associação entre os estágios de mineralização dos dentes e as fases de maturação esquelética do SCP; e, se presente a associação, determinar os dentes, dentre os que foram avaliados, que apresentaram maior associação com as fases de maturação esquelética do SCP.

CAPÍTULO 1 (inglês): EVALUATION OF SKELETAL MATURITY USING DENTAL MINERALIZATION STAGES IN BRAZILIAN SUBJECTS

A versão em inglês deste artigo, intitulado *Evaluation of skeletal maturity using dental mineralization stages in brazilian subjects*, foi submetida à apreciação (Anexo 1 e Anexo 2), visando publicação, pelo periódico *The Angle Orthodontist*, considerado Qualis A2 pela CAPES, com fator de impacto de 1,18. A estruturação do artigo baseou-se nas “Instruções aos Autores” preconizadas pela editora do periódico. A versão em português deste artigo encontra-se no Apêndice 2.

Luciana Jácome LOPES^a, Thiago de Oliveira GAMBA^b, Gláucia Maria Bovi AMBROSANO^c, Francisco HAITER-NETO^d, Deborah Queiroz FREITAS^d

^aDDS, MSc student in Oral Radiology, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas

^bDDS, DSc student in Oral Radiology, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas

^cDDS, MSc, PhD, Division of Biostatistics, Piracicaba Dental School, University of Campinas

^dDDS, MSc, PhD, Division of Oral Radiology, Piracicaba Dental School, University of Campinas

Corresponding author:

Luciana Jácome Lopes

Faculdade de Odontologia de Piracicaba – Universidade de Campinas – Departamento de Diagnóstico Oral

Avenida Limeira, 901, Caixa Postal 52

13414-903

Piracicaba, São Paulo, Brazil

Phone: (+55) 19 32106-5321

E-mail: lu_jacome@hotmail.com

ABSTRACT

Objective: To investigate the association between dental mineralization stages and the stages of skeletal maturation.

Study design: The sample included panoramic and hand-wrist radiographs from 491 subjects (222 males and 269 females) aged 7 to 17 years. Dental development was rated according to Demirjian's method; skeletal maturation was evaluated according to the method described by Grave and Brown. The relevant associations were investigated by the analysis of ordinal multinomial logistic regression.

Results: The second molar (OR = 4.34) and the first premolar (OR = 2.45) presented the best growth predictors for females. For males, who tended a higher distribution toward more advanced dental developmental stages, the second molar (OR = 6.80), second premolar (OR = 2.41), and canine (OR = 3.21) proved to be the best predictors. Stages D and E of the second molar, for females, and stages E and F, for males, corresponded to the onset of the accelerated growth spurt. Stage F of the second molar, for females, and stage G, for males, corresponded to the peak of pubertal growth spurt (PGS). At the end of PGS, most of the teeth had already attained apical closure. In females, however, most second molars were found at stage G.

Conclusions: An association exists between dental mineralization stages and the periods of pubertal growth spurt, especially for second molars, which show to be the best predictor. The panoramic radiographs can be used as a first diagnostic tool to estimate the pubertal growth period.

KEY WORDS: Skeletal maturation; Pubertal growth period; Hand-wrist radiograph; Panoramic radiograph

INTRODUCTION

It is well-known that treatment timing plays an important role in the results of nearly all dentofacial orthopedic treatments for dentoskeletal disharmonies in growing patients.¹ The skeletal maturation status of a child aids in evaluating how much growth still remains and whether or not the pubertal growth spurt (PGS) has been reached or completed. Because of variations in the timing of the PGS, the chronological age is not a valid indicator of skeletal maturation;^{2,3} however, the concepts of biological or physiological age have been proposed in prior literature. The biological age is based upon the degree of maturation of different tissue systems that can be estimated by somatic, sexual, skeletal and dental maturation.^{2,4}

The assessment of skeletal maturation consists of the visual inspection of developing bones, in which case, various ossification centers of the skeleton, such as the hand and wrist, foot, ankle, hip, elbow, and cervical vertebrae, can be used.⁵ Skeletal development has most commonly been performed using hand-wrist radiographs⁶⁻⁸ and lateral cephalograms.^{1,9} However, the use of such radiographs has been questioned owing to radiation hygiene and safety problems in that patients are required to have additional radiographs.²

Dental maturation detected through radiographic methods has been reported to be a potential predictor of skeletal maturation.^{3,5,14-17} The facility in recognizing dental development stages through the examination of periapical or panoramic radiographs by most orthodontic or pediatric dental practices is one of the key reasons why studies should attempt to assess physiological maturation without resorting to hand-wrist radiographs.³ Moreover, no additional exposure to radiation would be necessary if the periods of pubertal growth spurt were identified through panoramic radiographs (which is a commonly diagnostic radiographs requested), bearing in mind the ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*) principle.

Growth and development of children and adolescents are influenced by ethnic origin, climate, nutrition, socioeconomic levels and urbanization.¹⁸ In spite of all these causative factors of variations in the timing of pubertal growth spurt, high correlations have been reported between dental and skeletal maturation.^{2,3,5,12,14-17} Nevertheless, a high correlation coefficient does not identify the teeth whose mineralization stages are associated with skeletal maturation.

Considering the aforementioned, the aim of the present study was identify the pubertal growth period through dental mineralization stages using panoramic radiographs, which should

lead to a reduction in the number of radiographs used during the treatment. This would be both an economical and convenient benefit for the patient.

MATERIALS AND METHODS

The present cross sectional research included both panoramic and hand-wrist radiographs of 491 subjects (222 males and 269 females), selected from the database of an Oral Radiology Clinic. All radiographs were obtained using the same equipment.

The selection criteria included:

- Chronological age ranging from 7 to 17 years.
- The subjects were all caucasians who were well-nourished and free of serious illness.
- Absence of abnormal dental conditions, such as impaction, transposition, and congenitally missing teeth.
- Absence of previous history of trauma or disease to the face and the hand-wrist regions.
- Absence of orthodontic treatment.
- No permanent teeth extracted.
- Both images (panoramic and hand-wrist radiographs) were performed at the same occasion.

The subjects who had not started the maturation process were excluded.

All radiographs were assessed, using Windows Photo Viewer on a notebook with an LED 14.0 high definition screen (1366 x 768), by two calibrated oral radiologists under dim light conditions. The observers were allowed to use the “zoom” tool and to change the brightness and contrast of the images. When a consensus could not be reached between the two examiners, a third radiologist assisted making the decision. The assessment of each imaging modality (panoramic and hand-wrist radiographs) was performed separately.

Assessment of Dental Maturation on Panoramic Radiograph

The tooth mineralization was rated according to the method described by Demirjian et al.¹¹ in which one of the 8 stages of mineralization (A to H) was assigned for each tooth (Figure 1). In this study, the examined teeth included the left mandibular canine, first and second premolars

and second molar. In case of any missing left mandibular teeth, the right mandibular teeth, which corresponded to the missing teeth, were examined.

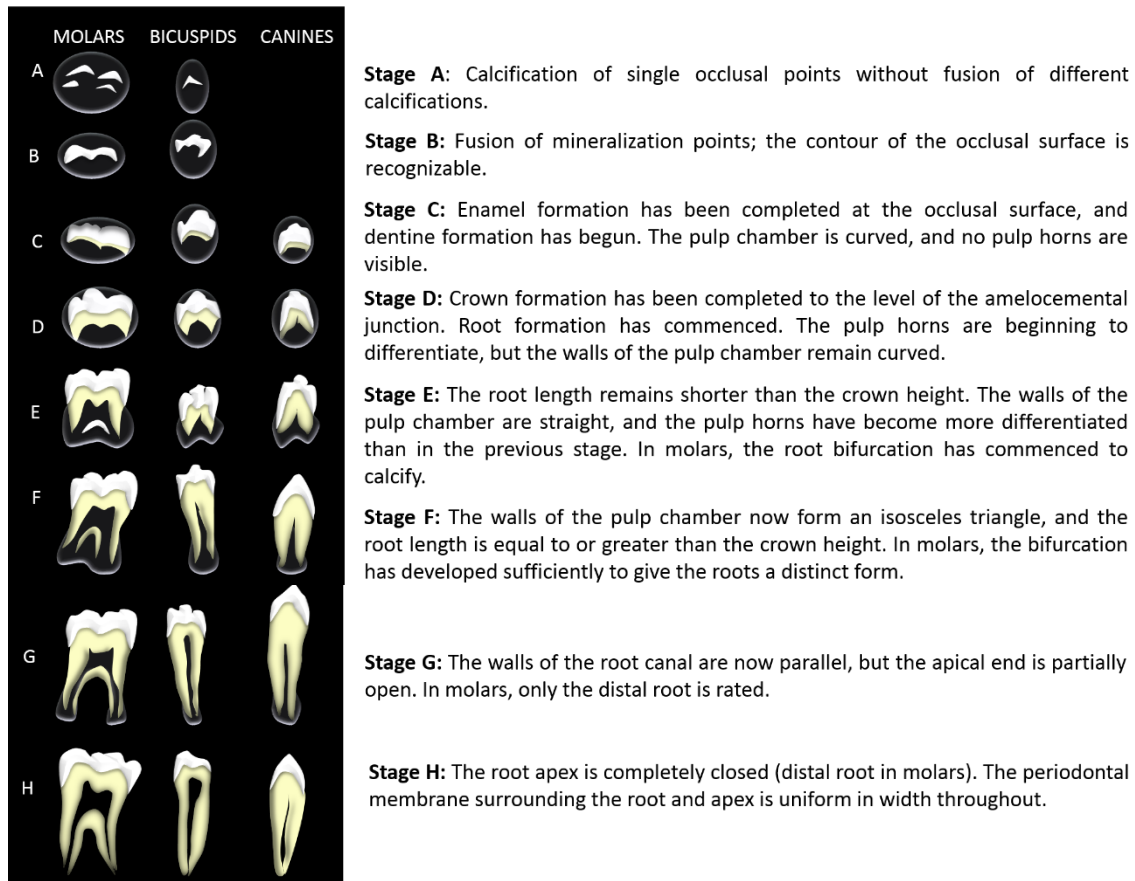


Figure 1 - Dental mineralization stages (adapted from Demirjian et al.¹¹)

Assessment of Skeletal Maturation in Hand-wrist Radiograph

The skeletal maturation was assessed according to the method described by Grave and Brown.⁶ This method includes 14 stages of bone ossification, which represents three growth periods: the onset, the peak and the end of PGS (Table 1).

Table 1 - Description of the ossification events

OSSIFICATION EVENTS		
ONSET	1 (PP2)	Proximal phalanx of second finger; epiphysis is as wide as its diaphysis
	2 (MP3)	Middle phalanx of third finger; epiphysis is as wide as its diaphysis
	3 (H-1)	Hooking of hamate - Stage 1
	4 (Pisi)	Appearance of pisiform
	5 (R)	Radius; epiphysis is as wide as its diaphysis
PEAK	6 (S)	Appearance of ulnar sesamoid at metacarpophalangeal joint of first finger
	7 (H-2)	Hooking of hamate - Stage 2
	8 (MP3cap)	Middle phalanx of third finger; epiphysis caps its diaphysis
	9 (PP1cap)	Proximal phalanx of first finger; epiphysis caps its diaphysis
	10 (Rcap)	Radius; epiphysis caps its diaphysis
END	11 (DP3u)	Distal phalanx of third finger; complete epiphyseal union
	12 (PP3u)	Proximal phalanx of third finger; complete epiphyseal union
	13 (MP3u)	Middle phalanx of third finger; complete epiphyseal union
	14 (Ru)	Radius; complete epiphyseal union

Statistical Analyzes

The statistical analyzes were performed using SAS software (SAS System Release 9.2 TS Level 2M0, SAS software, Cary, NC). Significance level was set to 5%. The analysis were:

- The means and standard deviations of the chronological ages for both sexes in the 3 periods of skeletal maturation were compared by analysis of variance (two-way ANOVA) and with the post-hoc Tukey test.

- The analysis of ordinal multinomial logistic regression evaluated wich teeth that presented their mineralization associated with skeletal maturation.
- The percentage distribution of the stages of mineralization for each tooth was calculated to study the relationship between the stage of mineralization of the teeth and the stage of skeletal maturation.

RESULTS

Table 2 shows the distribution of the mean chronological age and sex of the sample. The ANOVA showed differences between the sexes ($p < 0.05$) and between the skeletal maturation periods ($p < 0.05$). A consistently earlier occurrence for each skeletal maturation stage was observed more in females than in males. The mean chronological age of the female subjects was approximately 1.8 years (range, 1.7 years through 2.0 years) younger than that of the males.

The ordinal multinomial logistic regression between the skeletal maturation stages and the mineralization stages of teeth are presented in Table 3 for females and in Table 4 for males. According to the results of ordinal regression models for females, point estimation for the odds ratio (OR) of the association was highest in the second molar (OR = 4.34, 95% CI: 2.64-7.68). The OR suggests significant association between the skeletal maturation and the mineralization stages of the second molar. However, considering the 95% CI for OR, no significant difference could be identified between the first premolar and the second molar. Hence, the stages of mineralization of these teeth represent the most reliable predictors of skeletal maturation. In males, the second molar presented the highest OR values (OR = 6.80, 95% CI: 3.48-13.27), but canines and second premolars, can also be used as predictors of skeletal maturation.

Table 2 - Distribution of Chronological Ages for all Subjects Grouped by Skeletal Maturation Period

Maturation Events	Sex	Number of Subjects	Chronological Age	
			Mean	SD
Onset	Male	61	11.04	± 0.87
	Female	50	8.99	± 0.78
Peak	Male	92	12.72	± 1.02
	Female	105	11.02	± 1.24
End	Male	69	15.26	± 0.97
	Female	114	13.40	± 1.30
Total		491		

Table 3 - Results of ordinal multinomial logistic regression analysis for female subjects

Variable	Estimate	Standard error	Wald Chi-Square	p-value	Odds ratio	95% CI
1 st Premolar	0.90	0.28	9.88	0.0017	2.45	1.40-4.28
2 nd Molar	1.47	0.29	25.48	<0.0001	4.34	2.46-7.68
intercept (1)	-12.78	1.36	88.43	<0.0001		
intercept (2)	-16.86	1.69	99.76	<0.0001		

Table 4 - Results of ordinal multinomial logistic regression analysis for male subjects

Variable	Estimate	Standard error	Wald Chi-Square	p-value	Odds ratio	95% CI
Canine	1.17	0.43	7.31	0.0069	3.21	1.38-7.50
2 nd Premolar	0.88	0.34	6.64	0.0100	2.41	1.24-4.43
2 nd Molar	1.92	0.34	31.51	<0.0001	6.80	3.48-13.27
Intercept (1)	-30.46	3.45	77.92	<0.0001		
intercept (2)	-26.42	3.18	68.95	<0.0001		

Differences were observed between the sexes in the pattern of mineralization of the various teeth. Tables 5 through 7 show the percentages of the distribution of each tooth in the three skeletal maturation periods.

Table 5 - Percent Distribution of Mineralization Stages of Individual Tooth at the onset of PGS

Mineralization Stages	Canine		First Premolar		Second Premolar		Second Molar	
	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)
D	-	-	2.00	-	4.00	-	32.00	1.64
E	4.00	-	46.00	3.28	58.00	14.75	54.00	26.23
F	62.00	37.70	40.00	42.62	32.00	54.10	10.00	47.54
G	24.00	47.55	10.00	45.90	6.00	27.87	4.00	24.59
H	10.00	14.75	2.00	8.20	-	3.28	-	-

Table 6 - Percent Distribution of Mineralization Stages of Individual Tooth at the peak of PGS

Mineralization Stages	Canine		First Premolar		Second Premolar		Second Molar	
	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)
D	-	-	-	-	0.95	-	3.81	-
E	-	-	6.67	-	11.43	-	16.19	2.17
F	14.28	3.26	20.95	7.61	35.24	21.74	31.43	13.04
G	27.62	18.48	33.33	26.09	35.24	39.13	46.67	76.09
H	58.10	78.26	39.05	66.30	17.14	39.13	1.90	8.70

Table 7 - Percent Distribution of Mineralization Stages of Individual Tooth at the end of PGS

Mineralization Stages	Canine		First Premolar		Second Premolar		Second Molar	
	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)	Female(%)	Male(%)
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	0.88	-	2.64	-	6.14	-
G	2.63	-	9.65	-	35.96	1.45	61.40	26.09
H	97.37	100.00	89.47	100.00	61.40	98.55	32.46	73.91

At the onset, a wide distribution of tooth mineralization stages was seen in all of the teeth from both sexes. Considering the most reliable teeth predictors for skeletal maturation in females, the majority of first premolars were identified in stages E or F; for the second molar they were found in stages D or E. For males, the majority of second molars were observed in stages E or F, while canines and premolars were found in stages F or G.

At the peak, most of the teeth were identified in the advanced stages (G and H) of dental mineralization (Table 6). Again, considering the most reliable teeth predictors for skeletal maturation in females, the mineralization stages F and G appeared mostly in the second molars; in the first premolar, stages G and H were the most common. In males, in the majority of cases, stage G was identified in the second molar; in the second premolar, stages G and H were predominant, while canines were more common in stage H.

At the end of PGS, root formation of the teeth was deemed complete in all males and in the majority of females (Table 7). The second premolar and second molar in males were also predominant in stage H. The development of the second premolar and second molar for females

became highly dense in stages H and G, respectively. In general, the tooth mineralization stages in males tended to appear in more advanced stages when compared to females in the same skeletal maturation period.

DISCUSSION

Establishing an accurate evaluation of the developmental stage is a key element to the proper diagnosis and treatment of pediatric patients. The optimal treatment time for dentofacial orthopedics is intimately related to the identification of periods of accelerated growth that can contribute significantly to the correction of skeletal disharmonies in the individual patient. Due to variations in factors such as gender, race and environment, chronological age is unreliable in the prediction of human growth and development.^{2,13} Thus, dental maturation has been considered to be a useful method in predicting PGS.^{5,14,16}

The facility of recognizing dental development stages and the evaluation of panoramic radiographs during routine dental treatment are practical reasons for attempting to assess physiologic maturation without resorting to hand-wrist or lateral cephalometric radiographs,³ which should lead to a reduction in the number of radiographs used during the treatment.

Racial variations in the relationships between the mineralization stages of individual teeth and skeletal maturation have been reported in prior literature.^{3, 5, 12, 15, 18, 19} Many studies (REFERENCIAS) have reported high correlations between dental mineralization stages and skeletal maturation. However, different methods for evaluating dental and skeletal maturation have resulted in discrepancies between studies. Indeed, even a high correlation does not identify the teeth whose mineralization stages are associated with skeletal maturation. Thus, the present study sought the analysis of ordinal multinomial logistic regression for determine the aforementioned association, which is a more adequate analyses.

In the present study, mineralization stages of teeth were preferred rather than eruption, given that tooth formation has been proposed as a more reliable criterion for determining dental maturation.^{3, 10, 11, 13} Demirjian's method¹¹ was chosen, as it is one of the simplest, most practical, and widely employed method used to predict dental development.²⁰ In addition, the pattern of development of the teeth does not vary very much in different populations; the differences will arise only when converted in dental age. Hence, it is a valid measurement instrument for universal

use.¹¹ Its criteria consist of distinct details based on shape criteria and proportion of root length, based on the relative value to crown height rather than on absolute length. Furthermore, elongated or foreshortened projections of the teeth will not affect the reliability of assessment.

The skeletal maturation assessment was based on the system set forth by Grave and Brown⁶, considered a simple approach used to determine the degree of maturation. To provide a reliable description relative to growth stages due to small radiographic changes detected from one event to another and to facilitate clear discrimination between the stages, the 14 stages of bone ossification were represented by the three growth periods: onset, peak and end of PGS.

The mean chronological age for each growth period indicated that the skeletal maturation stages occur consistently earlier in females than in males; this finding was in accordance with the information published in several studies.^{2, 3, 17} The mean chronological age of the females was approximately 1.8 years (range, 1.7 years through 2.0 years) younger than that of the males. This is similar to that reported in most publications, which presented an average of 1.5 years.^{5, 17} The skeletal maturation in the studied population as well in recent studies^{5, 15} have been happened earlier when compared with the reference study.⁶

Our study found that males tend to present more advanced tooth development when compared to females regarding skeletal maturation stages as some previous studies.^{5, 12, 15, 16} This could be explained due to the later occurrence of the skeletal maturation in males when compared with females. Therefore, a sex distinction must be contemplated when estimating facial growth according to dental maturation.

The results support significant association between dental maturation stages of some teeth and skeletal maturation periods, which can lead clinicians to identify PGS by panoramic or intraoral radiographs. The same could be observed in different populations.^{2, 3, 5, 15, 16, 19, 21-23} Others studies, however, have reported a weak correlation between skeletal and dental maturation;²⁴⁻²⁶ a recent study in spite showing a high correlation, suggest that the clinical usefulness of dental maturational stages for the identification of individual skeletal maturation is limited in both sexes.¹³ The absence of agreement among studies can be justified by differences in the methods employed to evaluate dental and skeletal maturation.³ Moreover, discrepancies in the number, age and racial background of the studied subjects, conditioned by ethnic origin, climate, nutrition, socio-economic status and industrialization, may be other reasons for variable results.¹⁸

Second molar showed the highest association between skeletal maturation and mineralization stages of the teeth for both sexes. According to Kumar et al.,³ this tooth offers an advantage over other teeth, since its development tends to continue over a longer period and until a later age. Apex closure generally extends up to 16 years of age in normal children. Similar results were also found in Turkish subjects^{15, 16} as well in Chinese girls² and Indian subjects.¹⁷ In contrast, a strong correlation was found between the mineralization of the mandibular canine and skeletal maturation in the studies of Chertkow and Fatti²¹ and Coutinho et al.¹⁴ In Thai subjects,⁵ the premolars and second molars showed a high correlation, respectively. The greatest association in female Iranians also proved to be the second molar.¹⁹ A close comparison of the various studies is virtually impossible due to the many differences in methodologies, the ages, the sample sizes and specially the ethnicity.

Some studies had also found similar results regarding the stages of dental mineralization and skeletal maturation periods showed in Tables 5 through 7. Coutinho et al.¹⁴ and Krailassiri et al.⁵ found that the majority of the canines in stage F was on the onset of PGS. This finding also suggests the beginning of the PGS in the present study. Stage G of the second molar for males was also related to the period of rapid growth velocity in findings from Krailassiri et al.⁵ and Kumar et al.³ In contrast, this previous study found a delayed tooth development in females when compared to the present study, since stage E of the second molar indicated the peak PGS.

As a clinical implication from the present study, the relationship between the tooth mineralization stages and the skeletal maturation indicators allows the clinician to easily identify the pubertal growth period from the panoramic or intraoral radiographs. In short, this study found that the second molar, stages D and E for females and stages E and F for males, was able to serve as a simple tool to evaluate the onset of the accelerating growth period. The second molar, stages F or G for females and stage G for males, indicated of a very high rate of growth acceleration. However, stage G for females can also indicate the end of PGS; therefore, the evaluation of this stage would not be useful in estimating the skeletal maturation period or could be used in association with H stage of the first premolar.

CONCLUSION

An association exists between dental mineralization stages and skeletal maturation periods in the studied population. The second mandibular molar and the first mandibular premolar presented the most reliable growth predictors for females. For males, who showed a more advanced trend in tooth mineralization, the second mandibular molar, second mandibular premolar and mandibular canine proved to be the most reliable predictors. Hence, as the dental mineralization stages can be used as a simple useful measurement instrument to estimate the skeletal maturation period, the panoramic and intraoral radiographs can be used as a first diagnostic tool to estimate the skeletal maturation period, reducing the requirement to hand-wrist radiographs or suggesting the ideal time for solicitation.

REFERENCES

1. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*. 2005; 11: 119–129.
2. Chen J, Hu H, Guo J, Liu Z, Liu R, Li F, et al. Correlation between dental maturation and cervical vertebral maturation. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2010; 110(6): 777-83.
3. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar mineralization stages. *Angle Orthod*. 2012; 82: 501-506.
4. Różyło-Kalinowska I, Kolasa-Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturation in Polish children. *Eur J Orthod*. 2011; 33: 75–83.
5. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental mineralization stages and skeletal maturation indicators in Thai individuals. *Angle Orthod*. 2002; 72: 155–166.
6. Grave B, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod*. 1976; 69: 611–619.

7. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982; 52: 88-112.
8. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1982; 82(4): 299-309.
9. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 107(1): 58-66.
10. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child.* 1960; 27: 254-66.
11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973; 45: 211-227.
12. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1980; 77(1): 79-91.
13. Perinetti G, Contardo L, Gabrieli P, Baccetti T, Di Lenarda R. Diagnostic performance of dental maturation for identification of skeletal maturation phase. *Eur J Orthod.* 2012; 34: 487-492.
14. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationships between mandibular canine mineralization stages and skeletal maturation. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1993; 104: 262-8.
15. Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationship between dental and skeletal maturation in Turkish subjects. *Angle Orthod.* 2004; 74: 657-664.
16. Basaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturation in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(4): 447 e 13-20.
17. Mittal S, Singla A, Viridi M, Sharma R, Mittal B. Co-relation between determination of skeletal maturation using cervical vertebrae and dental mineralization stages. *Internet J Forensic Sci.* 2009; 4(2). <https://ispub.com/IJFS/4/2/5855#>
18. Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992; 101(2):145-51.
19. Valizadeh S, Eil N, Ehsani S, Bakhshandeh H. Correlation between dental and cervical vertebral maturation in Iranian. *Iran J of Radiol.* 2013; 10(1): 1-7. doi: 10.5812/iranradiol.9993.

20. Kirzioglu Z, Ceyhan D. Accuracy of different dental age estimation methods on Turkish children. *Forensic Science International*. 2012; 216: 61-67. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.08.018.
21. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early evidence of the ulnar sesamoid. *Angle Orthod*. 1979; 49: 282–288.
22. Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturation. A new approach. *Angle Orthod* 1987; 57: 194-8.
23. Rai B. Relationship of dental and skeletal radiograph: maturation indicator. *Internet J Biol Anthropol*. 2008; 2(1). <https://ispub.com/IJBA/2/1/9842>
24. Lewis AB, Garn SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod*. 1960; 30: 70–77.
25. Garn SM, Lewis AB, Bonne B. Third molar formation and its developmental course. *Angle Orthod*. 1962; 44: 270–276.
26. Saglam AMS, Gazilerli U. The relationship between dental and skeletal maturation. *Orofac Orthop*. 2002; 63: 454–62. doi: 10.1007/s00056-002-0029-1.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, pôde-se concluir que existe associação entre os estágios de mineralização dentária e as fases de maturação esquelética em crianças e adolescentes na população brasileira. O segundo molar inferior e primeiro pré-molar inferior foram os dentes que melhor se apresentaram como preditores do crescimento para os indivíduos do sexo feminino. No sexo masculino, os melhores preditores foram o segundo molar inferior, segundo pré-molar inferior e canino inferior, sendo observada uma tendência em apresentar estágios de mineralização dentária mais avançados em relação ao sexo feminino. Dessa forma, radiografias panorâmicas e radiografias intra-orais podem ser utilizadas como primeira ferramenta de diagnóstico para estimar as fases do surto de crescimento puberal, reduzindo a necessidade de radiografias carpais ou determinando a época ideal para sua realização.

REFERÊNCIAS

1. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*. 2005; 11: 119–129.
2. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2002; 72: 316-323.
3. Basaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; 131(4): 447 e 13-20.
4. Bowden BD. Sesamoid bone appearance as an indicator of adolescence. *Aust Orthod J*. 1971; 2(6): 242-248.
5. Brown, T. Skeletal maturity and facial growth assessment. *Aust Orthod J*. 1970; 2 (3): 80-87.
6. Cameriere R, Ferrante L, Belcastro M, Bonfiagioli B, Rastelli E, Cingolani M. Age estimation by pulp/tooth ratio in canines by periapical X-rays. *J Forensic Sci*. 2007; 52: 166–170.
7. 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(6): 777-83.
8. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early evidence of the ulnar sesamoid. *Angle Orthod*. 1979; 49: 282–288.
9. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod*. 1980; 77(1): 79-91.
10. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationships between mandibular canine mineralization stages and skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1993; 104: 262-8.
11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol*. 1973; 45: 211–227.
12. Eklof O, Ringertz HA. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann Radiol*. 1967; 10(3): 330-336.
13. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *The Angle Orthodontist*. 1982; 52: 88-112.

14. Garn SM, Lewis AB, Bonne B. Third molar formation and its developmental course. *Angle Orthod.* 1962; 44: 270–276.
15. Grave B, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *American Journal of Orthodontics.* 1976; 69: 611–619.
16. Greulich WW, Pyle JS. Radiographic atlas of the skeletal development of the hand and wrist. 2. ed. Stanford: Stanford University Press; 1959.
17. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1982; 82(4): 299-309.
18. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1995; 107(1): 58-66.
19. Haiter-Neto F, Tavano O. Análise comparativa da estimativa da idade óssea pelo índice de Eklöf & Ringertz com a idade cronológica pelos métodos manual e computadorizado. *Ortodontia.* 1997; 30: 31-38.
20. Hunter CJ. The correlation of facial growth with body height and skeletal maturation at adolescence. *Angle Orthod.* 1966; 36(1): 44-54.
21. Interlandi, S. *Ortodontia: Bases para iniciação.* São Paulo: Artes Medicas; 1999.
22. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental mineralization stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthodontist.* 2002; 72: 155–166.
23. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar mineralization stages. *Angle Orthodontist* 2012; 82: 501-506.
24. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [dissertation]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.
25. Lewis AB, Garn SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod.* 1960; 30: 70–77.
26. Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992; 101(2):145-51.
27. Mittal S, Singla A, Viridi M, Sharma R, Mittal B. Co-relation between determination of skeletal maturation using cervical vertebrae and dental mineralization stages. *Internet J Forensic Sci.* 2009; 4(2). <https://ispub.com/IJFS/4/2/5855#>

28. Moraes MEL, Medici Filho E, Moraes LC. Surto de crescimento puberal. Relação entre mineralização dentária, idade cronológica, idade dentária e idade óssea – método radiográfico. *Rev Odontol UNESP*. 1998; 27(1): 111-29.
29. Moyers RB. *Prognóstico de Crescimento e Maturação*. Ortodontia. 4 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan; 1991.
30. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child*. 1960; 27: 254-66.
31. Panchbhai AS. Dental radiographic indicators, a key to age estimation. *Dentomaxillofacial Radiology*. 2011; 40: 199–212.
32. Perinetti G, Contardo L, Gabrieli P, Baccetti T, Di Lenarda R. Diagnostic performance of dental maturity for identification of skeletal maturation phase. *Eur J Orthod*. 2012; 34: 487–492.
33. Rózyło-Kalinowska I, Kolasa-Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *European Journal of Orthodontics*. 2011; 33: 75–83.
34. Saglam AMS, Gazilerli U. The relationship between dental and skeletal maturity. *Orofac Orthop*. 2002; 63: 454–62. doi: 10.1007/s00056-002-0029-1.
35. Schmid F, Moll H. *Atlas der normalen und pathologischen handskeletentwicklung*. Berlin : Springer-Verlag, 1960.
36. Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MJR. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method)*. London: Academic Press; 1975.
37. Tanner JM, Healy MJR, Goldstein H, Cameron N. *Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method)*. 3. ed. London: W.B. Saunders; 2001.
38. Tanner JM, Whitehouse RH, Healy MJR. *A new system for estimating skeletal maturity from the hand and wrist, with standards derived from study of 2.600 healthy British children*. Paris: Centre International de L’Enfance; 1962.
39. Tanner JM. *Growth at Adolescence*. 2. ed. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1962:55–93
40. Todd TW. *Atlas of skeletal maturation. Part I – hand*. St. Louis: 1937.
41. Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationship between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthodontist*. 2005; 74: 657–664.

APÊNDICE 1

MATERIAL E MÉTODOS DETALHADOS

O presente estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas – FOP/UNICAMP – protocolo nº 109/2013 (Anexo 3).

SELEÇÃO DA AMOSTRA

Foram utilizadas radiografias panorâmicas e carpais de 491 pacientes (222 do sexo masculino e 269 do sexo feminino) atendidos em uma clínica de radiologia particular com idades entre 7 e 17 anos. Os pacientes deveriam ser obrigatoriamente brasileiros e terem realizado a radiografia panorâmica e carpal na mesma época. Além disso, foram excluídas imagens de pacientes que apresentaram qualquer patologia, ausência de um dos dentes permanentes estudados, que tivessem se submetido a tratamento ortodôntico prévio e com história de trauma/injúrias na face ou região de mão e punho.

As radiografias foram obtidas nos seguintes aparelhos:

- Radiografias panorâmicas: aparelho **Kodak 8000C (Eastman Kodak Company, Rochester, Nova York)**, com os parâmetros de aquisição ajustados de acordo com cada paciente. Os pacientes foram posicionados em pé. A posição da cabeça foi mantida pelos dispositivos próprios do aparelho, de modo que o plano sagital mediano estivesse perpendicular ao plano do solo e o plano de Frankfurt (linha imaginária que vai do trágus ao forame infraorbitário) permanecendo paralelo ao plano do solo.
- Radiografias carpais: aparelho **Kodak 8000C (Eastman Kodak Company, Rochester, Nova York)**, com os parâmetros de aquisição ajustados de acordo com cada paciente e; a distância foco-filme foi de cerca 1,50 metros. Foram seguidos os princípios preconizados pela antropometria, obtendo-se as radiografias carpais da mão esquerda com a superfície palmar centralizada, com a superfície palmar voltada para o filme. O eixo do dedo médio na posição vertical em linha direta com o eixo do antebraço, os demais dedos entreabertos e o polegar fazendo um ângulo de 30° com o dedo indicador.

AVALIAÇÃO DAS IMAGENS

As imagens foram avaliadas no visualizador de fotos do Windows em um notebook Dell (4ª Geração do Processador Intel® Core™ i7 com memória de 8.00 GB) e tela LED HD de 14.0 polegadas (1366x768). As radiografias foram analisadas por dois avaliadores radiologistas, previamente calibrados em conjunto, que chegaram a um consenso final. Quando havia dificuldades sobre o consenso, um terceiro avaliador os auxiliou. Cada radiografia panorâmica e carpal foi avaliada separadamente uma da outra; as ferramentas de zoom e de alteração no brilho e contraste puderam ser utilizadas quando necessário.

A maturação esquelética na radiografia carpal foi determinada pelo método de Grave e Brown (1976). O método supracitado avalia 14 eventos de ossificação da mão e do punho através do aparecimento de ossos específicos no carpo e metacarpo e da união epifisária das falanges. Tais eventos são divididos em três fases: antes, durante e após o pico de velocidade de crescimento puberal (PVCP). Os sítios da mão e do punho analisados por esse método podem ser visualizados na Figura 1. Na Tabela 1 cada um dos estágios analisados está descrito.

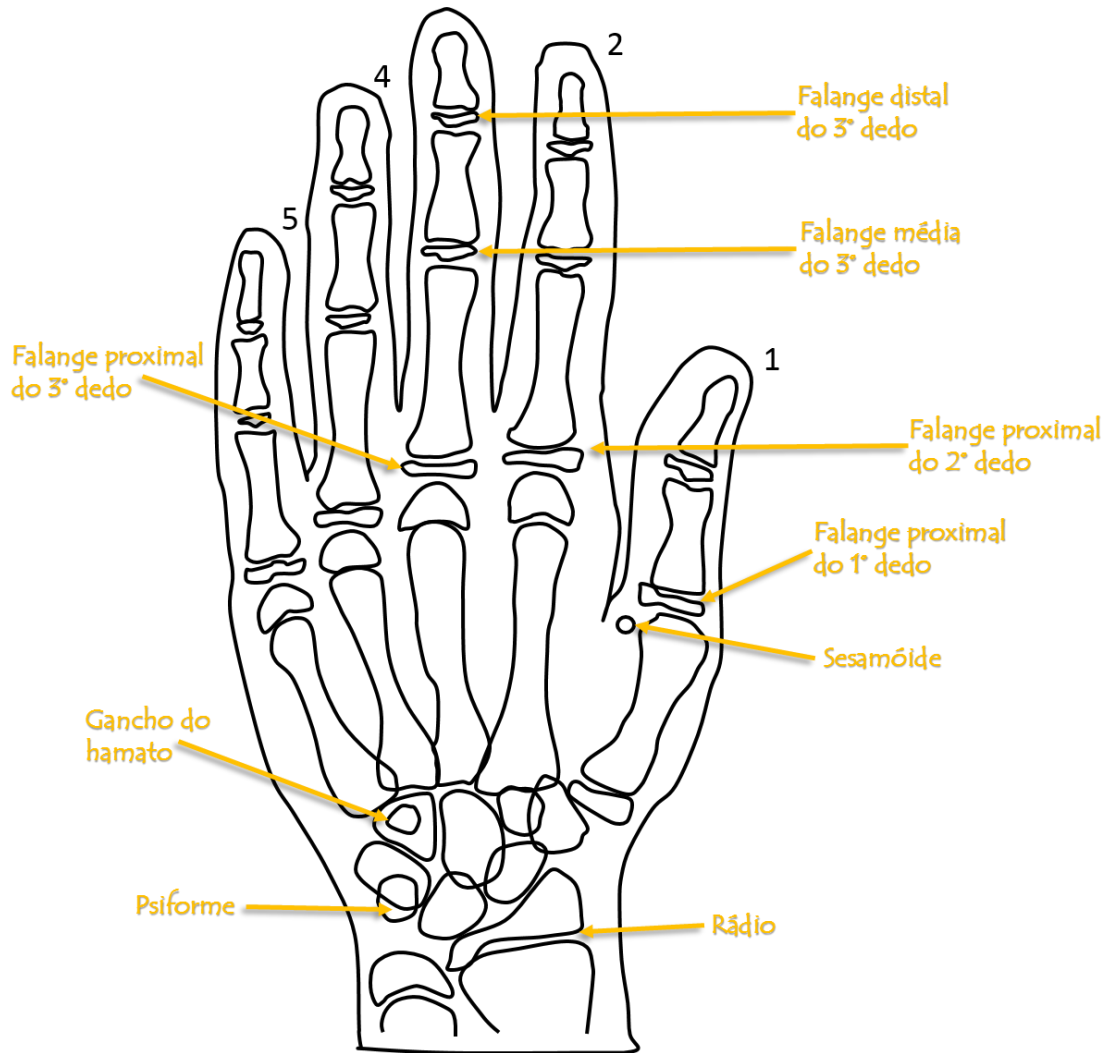


Figura 1 - Sítios em que os eventos de ossificação são estudados segundo Grave e Brown(1976)

Tabela 1 - Descrição dos eventos de Ossificação antes, durante e depois do pico da velocidade de crescimento puberal (PVCP)

EVENTOS DE OSSIFICAÇÃO		
ANTES DO PVCP	1 (FP2)	Falange proximal do 2° dedo; epífise apresenta mesma largura que a diáfise (Figura 2).
	2 (FM3)	Falange média do 3° dedo; epífise apresenta mesma largura que a diáfise (Figura 3).
	3 (G-1)	Gancho do hamato; estágio 1 (Figura 4).
	4 (Psi)	Aparecimento do psiforme (Figura 5).
	5 (R)	Rádio; epífise apresenta mesma largura que a diáfise (Figura 6).
DURANTE O PVCP	6 (S)	Aparecimento do sesamóide na articulação metacarpofalangiana (Figura 7).
	7 (G-2)	Gancho do hamato; estágio 2 (Figura 8).
	8 (MP3cap)	Falange média do 3° dedo; capeamento epifisário (Figura 9).
	9 (FP1cap)	Falange proximal do 1° dedo; capeamento epifisário (Figura 10).
	10 (Rcap)	Rádio; capeamento epifisário (Figura 11).
DEPOIS DO PVCP	11 (FD3u)	Falange distal do 3° dedo; união epifisária completa (Figura 12).
	12 (FP3u)	Falange proximal do 3° dedo; união epifisária completa (Figura 13).
	13 (FM3u)	Falange média do 3° dedo; união epifisária completa (Figura 14).
	14 (Ru)	Rádio; união epifisária completa (Figura 15).



Figura 2 - Evento 1 (FP2)



Figura 3 - Evento 2 (FM3)



Figura 4. Evento 3 (G-1)



Figura 5 - Evento 4 (Pisi)



Figura 6 - Evento 5 (R)



Figura 7 - Evento 6 (S)



Figura 8 - Evento 7 (G-2)



Figura 9 - Evento 8 (MP3cap)



Figura 10 - Evento 9 (FP1cap)



Figura 11 - Evento 10 (Rcap)



Figura 12 - Evento 11 (FD3u)

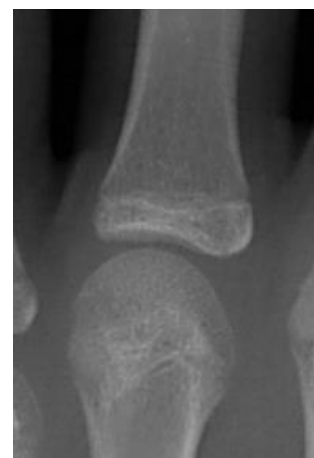


Figura 13 - Evento 12 (FP3u)



Figura 14 - Evento 13 (FM3u)



Figura 15 - Evento 14 (Ru)

A avaliação dos estágios de mineralização dentária foi realizada através do método de Demirjian et al. (1973), o qual baseia-se na forma e proporção do comprimento da raiz dos sete dentes mandibulares do lado esquerdo (incisivo central até o segundo molar) em radiografias. Para cada dente avaliado, foi determinado um dos oito estágios (A-H) (Figura 10). Os dentes avaliados no presente estudo foram: caninos, primeiros e segundos pré-molares e segundos molares inferiores do lado esquerdo. Nos casos de ausência do elemento dentário do lado esquerdo, o correspondente do lado oposto foi avaliado para substituí-lo. Os incisivos e primeiros molares foram excluídos da avaliação por apresentar-se, em sua maioria, com o ápice fechado.

Os estágios de mineralização dos dentes segundo Demirjian et al (1973) são descritos a seguir:

A –Início da mineralização. Observa-se o nível superior da cripta, a qual apresenta-se em forma de cone ou cones invertidos. Não há fusão destes pontos calcificados.

B –Formação da face oclusal. Fusão dos pontos calcificados formando uma ou várias cúspides.

C –Completa formação do esmalte na superfície oclusal. Observa-se a extensão e convergência do esmalte para a região cervical com início da deposição de dentina e o limite superior da câmara pulpar apresenta uma forma curva.

D –Formação completa da coroa até a junção amelocementária. Nos dentes unirradiculares, o limite superior da câmara pulpar apresenta forma curva bem definida, se tornando côncava para a

região cervical. A projeção dos cornos pulpares, se presentes, determinam um contorno semelhante ao topo de um guarda-chuva. Nos dentes multirradiculares, o limite superior da câmara pulpar apresenta forma trapezoidal. Observa-se também o início da formação radicular em forma de espícula.

E –Nos dentes unirradiculares as paredes da câmara pulpar formam linhas retas, as quais têm sua continuidade quebrada pela presença dos cornos pulpares, que são mais largos que no estágio anterior. O comprimento da raiz é menor que a altura da coroa. Nos dentes multirradiculares ocorre o início da formação da bifurcação radicular que se apresenta na forma de qualquer ponto calcificado ou de meia-lua. O comprimento da raiz ainda é menor que a altura da coroa.

F –Nos dentes unirradiculares as paredes da câmara pulpar formam um maior ou menor triângulo isósceles e o ápice adquire a forma de funil. O comprimento da raiz é igual ou pouco maior que a altura da coroa. Nos dentes multirradiculares a região calcificada da bifurcação se desenvolve ainda mais para baixo do que no estágio semilunar terminando em forma de funil. O comprimento da raiz é igual ou pouco maior que a altura da coroa.

G –As paredes do canal estão paralelas entre si e as extremidades apicais parcialmente abertas.

H –Extremidades apicais completamente fechadas e o espaço do ligamento periodontal apresenta espessura uniforme em toda sua extensão.

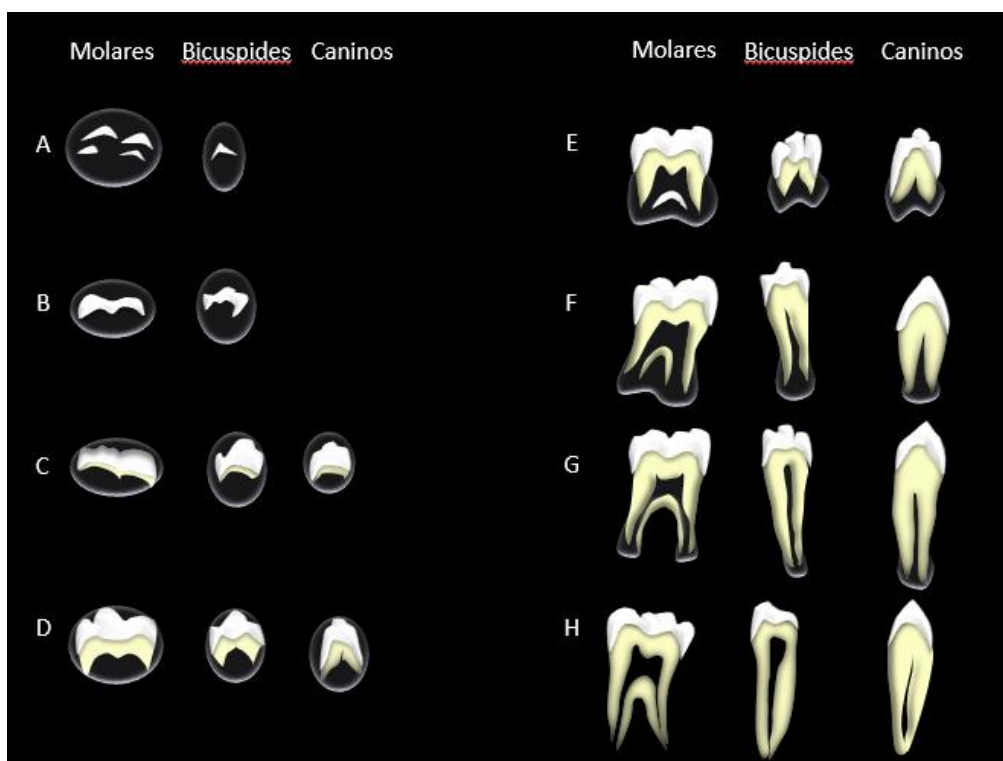


Figura 10 - Ilustração dos estágios de mineralização dos dentes segundo Demirjian et al. (1973)

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a análise estatística no sistema SAS (SAS System Release 9.2 TS Level 2M0, SAS software, Cary, NC). A média e o desvio padrão das idades cronológicas foram determinados para as três fases de crescimento: início do surto de crescimento puberal, pico do surto de crescimento puberal e fim do surto de crescimento puberal para ambos os sexos e comparados pela análise de variância (ANOVA dois fatores), com teste post-hoc de Tukey. A análise de regressão logística multinominal ordinal foi utilizada para avaliar quais dentes possuíam associação com as fases de crescimento. A qualidade dos ajustes dos modelos foi analisada pelo logaritmo da função de verossimilhança e critério de informação de Akaike (AIC). Para uma melhor compreensão da relação entre os eventos de maturação esquelética e dentária, os percentuais de distribuição dos dentes estudados também foram calculados.

APÊNDICE 2 - CAPÍTULO 1 (português): AVALIAÇÃO DA MATURIDADE ESQUELÉTICA ATRAVÉS DOS ESTÁGIOS DE MINERALIZAÇÃO DENTÁRIA EM INDIVÍDUOS BRASILEIROS

Luciana Jácome LOPES^a, Thiago de Oliveira GAMBA^b, Gláucia Maria Bovi AMBROSANO^c, Francisco HAITER-NETO^d, Deborah Queiroz de FREITAS^d

^aDDS, Mestranda do Programa de Pós-Graduação na área de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

^bDDS, Doutorando do Programa de Pós-Graduação na área de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

^cDDS, Professora titular- Área Bioestatística da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

^dDDS, Professor titular- Área de Radiologia Odontológica da Faculdade de Odontologia de Piracicaba/UNICAMP

Endereço para correspondência:

Luciana Jácome Lopes

Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Departamento de Diagnóstico oral

Av. Limeira, 901, Caixa postal 52, 13414-903 Piracicaba, SP, Brasil

Telefone: 19 32106-5321

E-mail: lu_jacome@hotmail.com

RESUMO

Objetivo: Avaliar a relação entre os estágios de mineralização dentária e os estágios de maturidade esquelética em indivíduos brasileiros.

Material e Métodos: A amostra incluiu radiografias panorâmicas e carpais de 491 indivíduos brasileiros (222 do sexo masculino e 269 do sexo feminino) de 7 a 17 anos de idade. A maturidade dental foi classificada de acordo com o método sugerido por Demirjian, enquanto a maturidade esquelética foi avaliada de acordo com o método descrito por Grave e Brown. As associações relevantes foram investigadas por meio da análise de regressão logística multinomial ordinal.

Resultados: O segundo molar (OR = 4,34) e o primeiro pré-molar (OR = 2,45) foram os melhores preditores do crescimento para o sexo feminino. Para os indivíduos do sexo masculino, o segundo molar (OR = 6,80), o segundo pré-molar (OR = 2,41), e o canino (OR = 3,21) foram os melhores indicadores. Os estágios D e E para o sexo feminino e os estágios E e F para o sexo masculino do segundo molar corresponderam aos eventos que ocorrem no início do surto de crescimento puberal. O estágio F para o sexo feminino e G para o sexo masculino do segundo molar corresponderam aos eventos que ocorrem durante o pico do surto de crescimento puberal. No final do surto de crescimento puberal, a maior parte dos dentes apresentaram ápices fechados. No sexo feminino, no entanto, a maioria dos segundos molares estavam no estágio G.

Conclusão: Existe associação entre os estágios de mineralização dentária e as fases de maturação esquelética em indivíduos brasileiros, especialmente para os segundos molares, que apresentaram maior associação em ambos os sexos.

PALAVRAS-CHAVE: Radiografia Panorâmica; Desenvolvimento Ósseo; Crescimento & Desenvolvimento.

INTRODUÇÃO

Sabe-se que a escolha da época ideal para iniciar as intervenções ortopédicas é de fundamental importância nos resultados dos tratamentos das desarmonias dento-esqueléticas dos pacientes em crescimento. Quando se tem informação sobre o estágio de maturação esquelética da criança é possível determinar se há crescimento remanescente, e conseqüentemente se o surto de crescimento puberal (SCP) foi atingido. A idade cronológica não é um indicador válido na determinação da maturação esquelética, pois a idade em que o SCP ocorre é variável;^{2,3} sendo portanto, proposto a utilização do conceito de idade biológica ou fisiológica. A idade biológica baseia-se no grau de maturação dos diferentes tecidos e pode ser estimada pela maturação somática, sexual, esquelética e dentária.^{2,4}

A avaliação da maturidade esquelética consiste na inspeção visual do desenvolvimento ósseo em vários centros de ossificação do esqueleto tais como: a região da mão e punho, dos pés, do tornozelo, do quadril, do cotovelo e das vértebras cervicais.⁵ Comumente, a avaliação do desenvolvimento esquelético tem sido feita através de radiografias carpais e de teleradiografias em norma lateral.^{1,9} Outro parâmetro que tem sido utilizado para avaliar a maturação esquelética é a maturação dentária,¹⁰⁻¹² a qual é determinada pelos estágios de erupção ou de formação dentária, sendo esse último considerado o mais confiável.^{3,10,11,13}

A maturação dentária observada em exames radiográficos tem sido reportada como um potencial preditor da maturação esquelética.^{3,5,14-17} Dessa forma, se uma forte correlação entre a maturação esquelética e dentária for observada, os estágios de mineralização dos dentes poderão ser utilizados como primeira ferramenta de diagnóstico para estimar o SCP.⁵ A facilidade em reconhecer os estágios de desenvolvimento dos dentes através de radiografias periapicais e panorâmicas é uma razão prática para se optar por avaliar a maturidade biológica sem recorrer as radiografias carpais.³ Tornando, conseqüentemente, desnecessária a exposição adicional à radiação, atendendo ao princípio de ALARA (*As Low as Reasonably Achievable*).

A maturação dentária e esquelética são influenciadas por fatores étnicos, bem como clima, nutrição, níveis socioeconômicos e urbanização.¹⁸ Considerando que no Brasil pouco se sabe sobre a relação entre a maturação dentária e esquelética em crianças e adolescentes, o objetivo do presente estudo foi investigar a referida relação em indivíduos brasileiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo utilizou radiografias panorâmicas e carpais de 491 indivíduos brasileiros (222 do sexo masculino e 269 do sexo feminino) com idades entre 7 e 17 anos selecionados em um banco de dados de uma clínica de radiologia odontológica. Todos os exames foram obtidos no mesmo aparelho.

Os critérios de seleção incluíram:

- Idade cronológica de 7 a 17 anos.
- Indivíduos da região sudeste do Brasil, bem nutridos e sem doença grave.
- Ausência de alterações dentárias, como impactação, transposição e perda dentária congênita.
- Ausência de história de trauma ou doença na região de face, mão e punho.
- Ausência de tratamento ortodôntico.
- Ausência de dente permanente extraído.
- Radiografias panorâmicas e carpais realizadas na mesma época.

Os indivíduos que não iniciaram o processo de maturação foram excluídos.

As imagens foram avaliadas no visualizador de fotos do Windows em um notebook com tela de alta definição de 14.0 polegadas (1366 x 768) por 2 radiologistas previamente calibrados em um ambiente de iluminação reduzida. Quando não houve consenso, um terceiro avaliador foi solicitado. Cada radiografia panorâmica e carpal foi avaliada separadamente; as ferramentas de zoom e de alteração no brilho e contraste foram utilizadas quando necessário.

Avaliação da maturidade dentária na radiográfica panorâmica

A avaliação dos estágios de mineralização dentária foi realizada através do método proposto por Demirjian et al.,¹¹ em que para cada dente avaliado, foi determinado um dos oito estágios (A-H) (Figura 1). Os dentes avaliados foram: caninos, primeiros e segundos pré-molares e segundos molares inferiores do lado esquerdo. Nos casos de ausência do elemento dentário do lado esquerdo, o correspondente do lado oposto foi avaliado para substituí-lo.

Os estágios de mineralização dos dentes segundo Demirjian et al. (1973) são descritos a seguir:

A –Início da mineralização. Observa-se o nível superior da cripta, a qual apresenta-se em forma de cone ou cones invertidos. Não há fusão destes pontos calcificados.

B –Formação da face oclusal. Fusão dos pontos calcificados formando uma ou várias cúspides.

C –Completa formação do esmalte na superfície oclusal. Observa-se a extensão e convergência do esmalte para a região cervical com início da deposição de dentina e o limite superior da câmara pulpar apresenta uma forma curva.

D –Formação completa da coroa até a junção amelocementária. Nos dentes unirradiculares, o limite superior da câmara pulpar apresenta forma curva bem definida, se tornando côncava para a região cervical. A projeção dos cornos pulpares, se presentes, determinam um contorno semelhante ao topo de um guarda-chuva. Nos dentes multirradiculares, o limite superior da câmara pulpar apresenta forma trapezoidal. Observa-se também o início da formação radicular em forma de espícula.

E –Nos dentes unirradiculares as paredes da câmara pulpar formam linhas retas, as quais têm sua continuidade quebrada pela presença dos cornos pulpares, que são mais largos que no estágio anterior. O comprimento da raiz é menor que a altura da coroa. Nos dentes multirradiculares ocorre o início da formação da bifurcação radicular que se apresenta na forma de qualquer ponto calcificado ou de meia-lua. O comprimento da raiz ainda é menor que a altura da coroa.

F –Nos dentes unirradiculares as paredes da câmara pulpar formam um maior ou menor triângulo isósceles e o ápice adquire a forma de funil. O comprimento da raiz é igual ou pouco maior que a altura da coroa. Nos dentes multirradiculares a região calcificada da bifurcação se desenvolve ainda mais para baixo do que no estágio semilunar terminando em forma de funil. O comprimento da raiz é igual ou pouco maior que a altura da coroa.

G –As paredes do canal estão paralelas entre si e as extremidades apicais parcialmente abertas.

H –Extremidades apicais completamente fechadas e o espaço do ligamento periodontal apresenta espessura uniforme em toda sua extensão.



Figura 1 - Ilustração dos estágios de mineralização dos dentes segundo Demirjian et al. (1973)

Avaliação da maturidade esquelética na radiográfica carpal

A maturação esquelética na radiografia carpal foi determinada pelo método de Grave e Brown.⁶ Esse método avalia 14 eventos de ossificação da mão e do punho os quais representam três fases: início, pico e final do SCP (Tabela 1).

Tabela 1- Descrição dos estágios de ossificação antes, durante a após o pico da velocidade de crescimento puberal (PVCP)

EVENTOS DE OSSIFICAÇÃO		
ANTES DO PCVP	1 (FP2)	Falange proximal do 2º dedo; epífise apresenta mesma largura que a diáfise.
	2 (FM3)	Falange média do 3º dedo; epífise apresenta mesma largura que a diáfise.
	3 (G-1)	Gancho do hamato; estágio 1.
	4 (Psi)	Aparecimento do psiforme.
	5 (R)	Rádio; epífise apresenta mesma largura que a diáfise.
DURANTE DO PCVP	6 (S)	Aparecimento do sesamóide na articulação metacarpofalangiana.
	7 (G-2)	Gancho do hamato; estágio 2.
	8 (MP3cap)	Falange média do 3º dedo; capeamento epifisário.
	9 (FP1cap)	Falange proximal do 1º dedo; capeamento epifisário.
	10 (Rcap)	Rádio; capeamento epifisário.
DEPOIS DO PCVP	11 (FD3u)	Falange distal do 3º dedo; união epifisária completa.
	12 (FP3u)	Falange proximal do 3º dedo; união epifisária completa.
	13 (FM3u)	Falange média do 3º dedo; união epifisária completa.
	14 (Ru)	Rádio; união epifisária completa.

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise estatística no sistema SAS (SAS System Release 9.2 TS Level 2M0, SAS software, Cary, NC). O nível de significância foi de 5%. As análises realizadas foram:

- A média e o desvio padrão das idades cronológicas foram determinados para as três fases de maturação esquelética (início, pico e final do SCP) em ambos os sexos e comparados pela análise de variância (ANOVA dois fatores), com teste post-hoc de Tukey.
- A análise de regressão logística multinominal ordinal foi utilizada para avaliar quais dentes possuíam associação com as fases de crescimento.
- O percentual de distribuição dos estágios de mineralização de cada dente estudado foi calculado para relacioná-los com os estágios de maturação esquelética.

RESULTADOS

A tabela 2 mostra a distribuição da idade cronológica média e do sexo dos indivíduos na amostra. A ANOVA mostrou diferença entre os sexos ($p < 0,05$) e entre as fases de maturação esquelética ($p < 0,05$). Indivíduos do sexo feminino apresentaram estágios de maturação esquelética mais cedo que os do sexo masculino. A idade cronológica média no sexo feminino foi aproximadamente 1,8 anos (variando de 1,7 a 2 anos) menor que no sexo masculino.

A análise de regressão logística multinominal ordinal entre as fases de maturação esquelética e os estágios de mineralização dentária estão apresentados na tabela 3 para o sexo feminino e na tabela 4 para o sexo masculino. De acordo com os resultados para o sexo feminino, o odds ratio (OR) estimado para o segundo molar (OR = 4,34, 95% IC: 2,64-7,68) apresentou maior associação entre a maturação esquelética e os estágios de mineralização dentária. Entretanto, considerando o intervalo de confiança (IC) de 95% para o OR, não se observou diferença estatisticamente significativa entre primeiro pré-molar e segundo molar. Dessa forma, os estágios de mineralização desses dentes representam os melhores preditores da maturidade esquelética no sexo feminino. No sexo masculino, o segundo molar também apresentou o maior valor de OR (OR = 6,80, 95% IC: 3,48-13,27), embora outros dentes, como o canino e segundo pré-molar também possam ser utilizados como preditores da maturação esquelética.

Tabela 2 – Distribuição das idades cronológicas em relação as fases de maturação esquelética

Fases de Maturação	Sexo	Número de Indivíduos	Idade Cronológica	
			Média	DP
Início	Masculino	61	11.04	± 0.87
	Feminino	50	8.99	± 0.78
Pico	Masculino	92	12.72	± 1.02
	Feminino	105	11.02	± 1.24
Final	Masculino	69	15.26	± 0.97
	Feminino	114	13.40	± 1.30
Total		491		

Tabela 3 - Resultados da análise de regressão logística multinominal ordinal para o sexo feminino

Variável	Estimativa	Erro padrão	Wald Chi-Square	p-valor	Odds ratio	95% IC
1°Pré-molar	0,90	0,28	9,88	0,0017	2,45	1,40-4,28
2° Molar	1,47	0,29	25,48	<0,0001	4,34	2,46-7,68
intercepto(1)	-12,78	1,36	88,43	<0,0001		
intercepto(2)	-16,86	1,69	99,76	<0,0001		

Tabela 4 - Resultados da análise de regressão logística multinominal ordinal para o sexo masculino

Variável	Estimativa	Erro padrão	Wald Chi-Square	p-valor	Odds ratio	95% IC
Canino	1,17	0,43	7,31	0,0069	3,21	1,38-7,50
2°Pré-molar	0,88	0,34	6,64	0,0100	2,41	1,24-4,43
2°Molar	1,92	0,34	31,51	<0,0001	6,80	3,48-13,27
intercepto(1)	-30,46	3,45	77,92	<0,0001		
intercepto(2)	-26,42	3,18	68,95	<0,0001		

Foram observadas diferenças entre os sexos com relação ao padrão de mineralização dos dentes avaliados. As tabelas 5 a 7 mostram o percentual de distribuição de cada dente em relação as fases de maturação esquelética.

Tabela 5 – Percentual de distribuição dos estágios de mineralização dentária no início do SCP

Estágios de Mineralização	Canino		1°Pré-molar		2°Pré-molar		2°Molar	
	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)
D	-	-	2,00	-	4,00	-	32,00	1,64
E	4,00	-	46,00	3,28	58,00	14,75	54,00	26,23
F	62,00	37,70	40,00	42,62	32,00	54,10	10,00	47,54
G	24,00	47,55	10,00	45,90	6,00	27,87	4,00	24,59
H	10,00	14,75	2,00	8,20	-	3,28	-	-

Tabela 6 – Percentual de distribuição dos estágios de mineralização dos dentes durante o SCP

Estágios de Mineralização	Canino		1°Pré-molar		2°Pré-molar		2°Molar	
	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)
D	-	-	-	-	0,95	-	3,81	-
E	-	-	6,67	-	11,43	-	16,19	2,17
F	14,28	3,26	20,95	7,61	35,24	21,74	31,43	13,04
G	27,62	18,48	33,33	26,09	35,24	39,13	46,67	76,09
H	58,10	78,26	39,05	66,30	17,14	39,13	1,90	8,70

Tabela 7 – Percentual de distribuição dos estágios de mineralização dos dentes no final do SCP

Estágios de Mineralização	Canino		1°Pré-molar		2°Pré-molar		2°Molar	
	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)	F(%)	M(%)
D	-	-	-	-	-	-	-	-
E	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	-	0,88	-	2,64	-	6,14	-
G	2,63	-	9,65	-	35,96	1,45	61,40	26,09
H	97,37	100,00	89,47	100,00	61,40	98,55	32,46	73,91

No início do SCP, observou-se ampla distribuição dos estágios de mineralização dentária em ambos os sexos. Considerando os melhores preditores da maturidade esquelética para o sexo feminino, a maioria dos primeiros pré-molares predominaram nos estágios E ou F, enquanto o segundo molar entre os estágios D e E. No sexo masculino, a maioria dos segundos molares estavam nos estágios E ou F, enquanto os caninos e pré-molares nos estágios F ou G.

Durante o pico, a maioria dos dentes apresentaram-se em estágios mais avançados de mineralização (G e H) (Tabela 6). Mais uma vez, considerando os melhores preditores da maturidade esquelética para o sexo feminino, os estágios de mineralização F e G predominaram nos segundos molares; no primeiro pré-molar os estágios G e H foram os mais comuns. A maioria dos segundos molares foi observada no estágio G para o sexo masculino; para o segundo pré-molar os estágios G e H predominaram e para os caninos o estágio H foi o mais comum.

No final do SCP, as raízes dos dentes estavam praticamente formadas em todos os indivíduos do sexo masculino e na maioria dos indivíduos no sexo feminino (Tabela 7). O segundo pré-molar e segundo molar no sexo masculino predominaram, portanto, no estágio H. O desenvolvimento do primeiro pré-molar e segundo molar para o sexo feminino distribuíram-se densamente nos estágios H e G, respectivamente. De forma geral, os estágios de mineralização dentária apresentaram-se mais avançados no sexo masculino quando comparados aos indivíduos do sexo feminino na mesma fase de maturação esquelética.

DISCUSSÃO

O estabelecimento de uma avaliação precisa do estágio de desenvolvimento da criança é fundamental para o correto diagnóstico e tratamento desses pacientes. A época ideal de tratamento na ortopedia dentofacial está intimamente relacionada com a identificação das fases de aceleração do crescimento que podem contribuir significativamente para a correção das desarmonias esqueléticas de cada paciente. Devido a variações de fatores como: gênero, raça e meio ambiente, a idade cronológica não é um parâmetro confiável para predição do crescimento e desenvolvimento humano.^{2,13} Assim, a maturidade dental tem sido considerada como um método útil na previsão do SCP.^{5,14, 16}

A facilidade em reconhecer os estágios de desenvolvimento dentário e avaliá-los em radiografias panorâmicas durante o tratamento odontológico de rotina são razões para avaliar a maturidade fisiológica, sem recorrer as radiografias carpais ou as teleradiografias em norma lateral,³ colaborando com a redução na quantidade de radiografias utilizadas durante o tratamento.

Variações entre as raças têm sido relatadas na literatura^{3, 5, 12, 15, 18, 19} quanto aos estágios de mineralização dos dentes e a maturação esquelética. Como não existem dados disponíveis sobre a população brasileira, o presente estudo buscou investigar a relação entre os estágios de mineralização dentária e os estágios de maturação esquelética em indivíduos brasileiros.

O presente estudo optou por utilizar os estágios de mineralização dos dentes em vez da erupção dentária, por ser considerado como critério mais confiável para a determinação da maturação dentária.^{3, 10, 11, 13} O método proposto por Demirjian foi escolhido, por ser um método simples, prático e o mais utilizado para avaliar o desenvolvimento dental.²⁰ Além disso, o padrão de desenvolvimento dos dentes apresenta pequena variação mesmo quando utilizado em diferentes populações; as diferenças irão surgir apenas quando se converte em idade dentária. Sendo, portanto, considerado um método válido para uso universal. Os critérios propostos baseiam-se na forma e na proporção do comprimento da raiz em relação à coroa, em vez de se basear no comprimento absoluto. Além disso, as projeções radiográficas alongadas ou encurtadas dos dentes não irão afetar a confiabilidade da avaliação.

A avaliação da maturação esquelética através do método proposto por Grave e Brown⁶ é considerada uma abordagem simples para determinar o grau de maturação. Para fornecer uma descrição confiável e facilitar a clara discriminação dos estágios em relação às fases de crescimento, os 14 estágios de ossificação foram representados pelas três fases de crescimento: início, pico e final do SCP, uma vez que apenas pequenas alterações radiográficas são detectadas de um evento para o outro.

Os estágios de maturação esquelética ocorreram mais cedo em indivíduos do sexo feminino; tal ocorrência está em consonância com a literatura.^{3, 17} A média de idade dos indivíduos do sexo feminino foi aproximadamente 1,8 anos (variando de 1,7 a 2 anos) mais jovem do que os indivíduos do sexo masculino. Resultados semelhantes também foram observados em pesquisas de outras populações,^{5, 17} as quais encontraram diferença de cerca de 1,5 anos mais jovem. No

entanto, a maturação esquelética na população brasileira, bem como em outros estudos^{5, 15} ocorreram mais cedo do que o estudo de Grave e Brown⁶, que é considerado referência.

Foi constatado no presente estudo que os indivíduos do sexo masculino tendem a apresentar a mineralização dentária em estágios mais avançados quando comparada com o sexo feminino em relação as fases de maturação esquelética, estando, a referida constatação, de acordo com estudos anteriores.^{5, 12, 15, 16} Isso pode ser explicado em razão do início do processo de maturação nos indivíduos do sexo masculino ocorrer em idades superiores aos do sexo feminino. Portanto, ao considerarmos a maturação dentária a distinção entre os sexos deve ser contemplada ao estimar o crescimento facial.

Os resultados deste estudo confirmaram que houve associação significativa entre os estágios de maturação dentária de alguns dentes e as fases de maturação esquelética, possibilitando aos clínicos estimar o SCP em radiografias panorâmicas ou intra-orais. Resultados semelhantes foram observado em outras populações.^{2, 3, 5, 15, 16, 19, 21-23} Porém, outros estudos²⁴⁻²⁶ relatam fraca correlação entre a maturação esquelética e dentária. Enquanto em recente estudo,¹³ apesar de observar alta correlação, sugere que o uso da maturação dentária para determinar a maturação esquelética é limitado para ambos os sexos. A ausência de concordância entre os estudos pode ser justificada pelos diferentes métodos empregados para avaliar maturação dentária e esquelética.³ Além das discrepâncias com relação ao número da amostra, idade e origem racial dos indivíduos estudados, condicionada pelo clima, nutrição e nível sócio-econômico, estas podem representar outras razões para a variabilidade dos resultados dentre os estudos.¹⁸

A associação entre a maturação esquelética e os estágios de mineralização dos dentes indicam que os segundos molares apresentam maior associação em ambos os sexos entre os brasileiros. De acordo com Kumar et al.,³ esse dente oferece uma vantagem sobre os outros, uma vez que o seu desenvolvimento continua por um longo período até idades mais avançadas. A completa formação da raiz geralmente se estende até cerca dos 16 anos de idade. Resultados semelhantes também foram encontrados em indivíduos turcos,^{15,16} indianos¹⁷ bem como em meninas chinesas.² Por outro lado, uma forte correlação foi encontrada entre a mineralização do canino inferior e a maturação esquelética nos estudos de Chertkow e Fatti²¹ e Coutinho et al.¹⁴ Em indivíduos tailandeses,⁵ os pré-molares e segundos molares mostraram alta correlação, respectivamente. Em iranianas foi observada elevada associação nos incisivos laterais e nos segundos molares.¹⁹ Comparar diretamente os estudos é praticamente impossível devido às diferentes metodologias, faixas etárias, tamanho das amostras e, especialmente, as etnias.

Alguns estudos também encontraram resultados semelhantes em relação aos estágios de mineralização dentária e as fases de maturação esquelética como visto nas Tabelas 5 a 7. Coutinho et al.¹⁴ e Krailassiri et al.⁵ constatou que a maioria dos caninos no estágio F encontravam-se no início do SCP. Esse achado também sugere o início dos SCP em indivíduos brasileiros. O estágio G do segundo molar nos indivíduos do sexo masculino foi relacionado com período de maior velocidade de crescimento da mesma forma que os resultados de Krailassiri et al.⁵ Em contraste, o estudo supracitado observou atraso no desenvolvimento dentário em indivíduos do sexo feminino quando comparado com o presente estudo, uma vez que o estágio E do segundo molar indicou o pico do SCP.

Como implicação clínica do presente estudo, a relação entre os estágios de mineralização dos dentes e os indicadores de maturação esquelética permitem ao clínico identificar facilmente as fases de crescimento puberal através das radiografias panorâmicas ou intra-orais. Em suma, o presente estudo constatou que o segundo molar, estágios D e E para o sexo feminino, e estágios E e F para o sexo masculino, podem ser utilizados como uma ferramenta simples para avaliar o início do período de aceleração do crescimento. O segundo molar, estágios F ou G para o sexo feminino e estágio G para indivíduos do sexo masculino, indicam elevada taxa de aceleração do crescimento. No entanto, o estágio G para o sexo feminino também poderá indicar o final do SCP; por conseguinte, a avaliação dessa fase não seria útil para estimar a fase de maturação esquelética ou poderá ser utilizada em conjunto com primeiro pré-molar quando na fase H.

CONCLUSÃO

De acordo com os resultados encontrados, pôde-se concluir que existe associação entre os estágios de mineralização dentária e as fases de maturação esquelética em crianças e adolescentes na população brasileira. O segundo molar inferior e primeiro pré-molar inferior foram os dentes que melhor se apresentaram como preditores do crescimento para os indivíduos do sexo feminino. No sexo masculino, os melhores preditores foram o segundo molar inferior, segundo pré-molar inferior e canino inferior, sendo observada uma tendência em apresentar estágios de mineralização dentária mais avançados em relação ao sexo feminino. Dessa forma, radiografias panorâmicas e radiografias intra-orais podem ser utilizadas como primeira ferramenta

de diagnóstico para estimar as fases do surto de crescimento puberal, reduzindo a necessidade de radiografias carpais ou determinando a época ideal para sua realização.

REFERÊNCIAS

1. Baccetti T, Franchi L, McNamara J. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Seminars in Orthodontics*. 2005; 11: 119–129.
2. 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(6): 777-83.
3. Kumar S, Singla A, Sharma R, Viridi MS, Anupam A, Mittal B. Skeletal maturation evaluation using mandibular second molar mineralization stages. *Angle Orthod*. 2012; 82: 501-506.
4. Różyło-Kalinowska I, Kolasa-Rączka A, Kalinowski P. Relationship between dental age according to Demirjian and cervical vertebrae maturity in Polish children. *Eur J Orthod*. 2011; 33: 75–83.
5. Krailassiri S, Anuwongnukroh N, Dechkunakorn S. Relationships between dental mineralization stages and skeletal maturity indicators in Thai individuals. *Angle Orthod*. 2002; 72: 155–166.
6. Grave B, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod*. 1976; 69: 611–619.
7. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod*. 1982; 52: 88-112.
8. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod*. 1982; 82(4): 299-309.
9. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1995; 107(1): 58-66.
10. Nolla CM. The development of the permanent teeth. *J Dent Child*. 1960; 27: 254-66.

11. Demirjian A, Goldstein H, Tanner JM. A new system of dental age assessment. *Hum Biol.* 1973; 45: 211–227.
12. Chertkow S. Tooth mineralization as an indicator of the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1980; 77(1): 79-91.
13. Perinetti G, Contardo L, Gabrieli P, Baccetti T, Di Lenarda R. Diagnostic performance of dental maturity for identification of skeletal maturation phase. *Eur J Orthod.* 2012; 34: 487–492.
14. Coutinho S, Buschang PH, Miranda F. Relationships between mandibular canine mineralization stages and skeletal maturity. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1993; 104: 262-8.
15. Uysal T, Sari Z, Ramoglu SI, Basciftci FA. Relationship between dental and skeletal maturity in Turkish subjects. *Angle Orthod.* 2005; 74: 657–664.
16. Basaran G, Ozer T, Hamamci N. Cervical vertebral and dental maturity in Turkish subjects. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131(4): 447 e 13-20.
17. Mittal S, Singla A, Viridi M, Sharma R, Mittal B. Co-relation between determination of skeletal maturation using cervical vertebrae and dental mineralization stages. *Internet J Forensic Sci.* 2009; 4(2). <https://ispub.com/IJFS/4/2/5855#>
18. Mappes MS, Harris EF, Behrents RG. An example of regional variation in the tempos of tooth mineralization and hand-wrist ossification. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992; 101(2):145-51.
19. Valizadeh S, Eil N, Ehsani S, Bakhshandeh H. Correlation between dental and cervical vertebral maturation in iranian. *Iran J of Radiol.* 2013; 10(1): 1-7. doi: 10.5812/iranradiol.9993.
20. Kirzioglu Z, Ceyhan D. Accuracy of different dental age estimation methods on Turkish children. *Forensic Science International.* 2012; 216: 61-67. doi: 10.1016/j.forsciint.2011.08.018.
21. Chertkow S, Fatti P. The relationship between tooth mineralization and early evidence of the ulnar sesamoid. *Angle Orthod.* 1979; 49: 282–288.
22. Sierra AM. Assessment of dental and skeletal maturity. A new approach. *Angle Orthod* 1987; 57: 194-8.
23. Rai B. Relationship of dental and skeletal radiograph: maturity indicator. *Internet J Biol Anthropol.* 2008; 2(1). <https://ispub.com/IJBA/2/1/9842>

24. Lewis AB, Garn SM. The relationship between tooth formation and other maturational factors. *Angle Orthod.* 1960; 30: 70–77.
25. Garn SM, Lewis AB, Bonne B. Third molar formation and its developmental course. *Angle Orthod.* 1962; 44: 270–276.
26. Saglam AMS, Gazilerli U. The relationship between dental and skeletal maturity. *Orofac Orthop.* 2002; 63: 454–62. doi: 10.1007/s00056-002-0029-1.

ANEXO 1

Dear Miss. Lopes,

On January 28, 2015, we received your manuscript submitted to us for publication in The Angle Orthodontist. As is our usual practice, I will send your manuscript out to two reviewers. It generally takes a minimum of eight weeks for the review process to be completed.

Please note that I have assigned a number to your manuscript #012815-69.

You may check on the status of this manuscript by selecting the "Check Manuscript Status" link under the following URL:

<<http://angle.allentrack.net/cgi-in/main.plex?el=A4B1FWn5A2Jlp3F7A9bp17Pf0sjaiJUS5gV5aWwZ>>

Press/Click on the above link to be automatically sent to the web page. You will find a link there to send e-mail to me with questions about the status of your manuscript.

Thank you for the opportunity to review your work and thank you for considering The Angle Orthodontist for your publication needs.

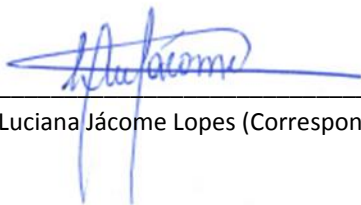
Sincerely,

Robert J. Isaacson, DDS, MSD, PhD
Editor-in-Chief Emeritus, The Angle Orthodontist
Professor Emeritus
University of Minnesota
Virginia Commonwealth University

ANEXO 2

Copyright Releases

The undersigned author transfers all copyright ownership of the manuscript (EVALUATION OF SKELETAL MATURATION USING DENTAL MINERALIZATION STAGES IN BRAZILIAN SUBJECTS) to The Angle Orthodontist in the event the work is published. The undersigned author warrants that the article is original, is not under consideration for publication by another journal and has not been previously published. I sign for and accept responsibility for releasing this material on behalf of any and all coauthors.



Luciana Jácome Lopes (Corresponding author)

ANEXO 3

Documento comprobatório da aprovação da pesquisa pelo Comitê de Ética.

04/11/2014

Comitê de Ética em Pesquisa - Certificado



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS



CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "**Avaliação da maturação esquelética através dos estágios de calcificação dentária em indivíduos brasileiros**", protocolo nº 109/2013, dos pesquisadores Luciana Jácome Lopes, Deborah Queiroz de Freitas França, Luis Antonio Nogueira dos Santos, Maria Augusta Portella Guedes Visconti e Thiago de Oliveira Gamba, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde - Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 11/12/2013.

The Ethics Committee in Research of the Piracicaba Dental School - University of Campinas, certify that the project "**Skeletal maturation evaluation using mandibular teeth calcification stages in brasilian individuals**", register number 109/2013, of Luciana Jácome Lopes, Deborah Queiroz de Freitas França, Luis Antonio Nogueira dos Santos, Maria Augusta Portella Guedes Visconti and Thiago de Oliveira Gamba, comply with the recommendations of the National Health Council - Ministry of Health of Brazil for research in human subjects and therefore was approved by this committee on Dec 11, 2013.

Prof. Dr. Felipe Bevilacqua Prado
Secretário
CEP/FOP/UNICAMP

Prof. Dra. Livia Maria Andaló Tenuta
Coordenadora
CEP/FOP/UNICAMP

Nota: O título do protocolo aparece como fornecido pelos pesquisadores, sem qualquer edição.
Notice: The title of the project appears as provided by the authors, without editing.

