

LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR

Cirurgiã-Dentista

AVALIAÇÃO DA MATURAÇÃO ÓSSEA POR MEIO DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS NO MUNICÍPIO DE ITABAIANA-SERGIPE

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do Título de Mestre em Radiologia Odontológica.

Orientador: Profa. Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Piracicaba

2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA

BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Bibliotecária: Sueli Ferreira Julio de Oliveira. – CRB-8ª. / 2380

Aguiar, Luciana Barreto Vieira.

Ag93a Avaliação da maturação óssea por meio das vértebras cervicais no município de Itabaiana-Sergipe. / Luciana Barreto Vieira Aguiar. -- Piracicaba, SP: [s.n.], 2009.

Orientador: Gláucia Maria Bovi Ambrosano

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.

1. Radiografia. 2. Crescimento. 3. Puberdade. I. Ambrosano, Gláucia Maria Bovi. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.

(sfjo/fop)

Título em Inglês: Evaluation of bone maturation by cervical vertebrae in Itabaiana-Sergipe

Palavras-chave em Inglês (Keywords): 1. Radiography. 2. Growth. 3. Puberty

Área de Concentração: Radiologia Odontológica

Titulação: Mestre em Radiologia Odontológica

Banca Examinadora: Gláucia Maria Bovi Ambrosano, Nilson Pena Neto Segundo, Francisco Haiter Neto

Data da Defesa: 11-02-2009

Programa de Pós-Graduação em 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 2009, considerou a candidata LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR aprovada.

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Gláucia Maria Bovi Ambrosano".

PROFa. DRa. GLAUCIA MARIA BOVI AMBROSANO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Nilson Pena Neto Segundo".

PROF. DR. NILSON PENA NETO SEGUNDO

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Francisco Haiter Neto".

PROF. DR. FRANCISCO HAITER NETO

Dedico este trabalho,

A Deus por iluminar o meu caminho e me dar forças para seguir sempre em frente.

Aos meus pais, Luciano e Vilma pelo amor incondicional que me deu forças para lutar pelos meus sonhos. Essa vitória é nossa!

Aos meus familiares que torceram e acreditaram em mim.

Muito obrigada!

Agradecimentos Especiais

À Professora Dra. Gláucia Maria Bovi Ambrosano, pela orientação, dedicação, paciência e amizade. A sua confiança depositada em mim foi decisiva para a realização desse trabalho.

Ao Professor Dr. Francisco Haíter Neto pelo incentivo, estímulo e sugestões valiosas durante o desenvolvimento desta pesquisa.

Ao Professor Dr. Frab Norberto Bóscolo pelo seu apoio e inspiração no amadurecimento dos meus conhecimentos.

À Professora Dra. Solange Maria de Almeida pela compreensão, amizade e incentivo.

Ao meu pai Luciano Cabral Aguiar que despertou em mim a paixão pela Radiologia.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Campinas, em especial à Faculdade de Odontologia de Piracicaba na pessoa do Sr. Diretor Prof. Dr. Francisco Haíter Neto.

À Professora Dra. Gláucia Maria Boví Ambrosano pelo auxílio na realização das análises estatísticas.

Aos professores que contribuíram para minha formação: Luciana Ramalho, Márcia Maria da Silveira e Cleomar Rodrigues.

À Coordenação, integrantes e participantes do Programa PETI (Programa de Erradicação ao Trabalho Infantil) no Município de Itabaiana- Sergipe.

À Clínica SORCISE - Regional Itabaiana por ter oferecido suas instalações e equipamentos para realização dos exames radiográficos.

Aos funcionários da Radiologia, Roberta, Giselda, Waldeck e Fernando pela cordialidade e atenção que me dispensaram durante esses dois anos de convivência.

Aos amigos que conquistei em Piracicaba, a Professora Regina Peres, Professor Sérgio Line, Amaury Barbosa, Aline e Rogério por tornarem menos saudososa a minha permanência longe dos meus familiares.

Aos meus amigos do Mestrado e Doutorado Carolina, Matheus, Daniela Braít, Ésio, Flávia, Ellen, Daniela Pita, Danielle Frota, Alynne, Adriana, Luís, Leticia e Maria, pelo ambiente fraterno que pude conviver durante esse período.

À minha amiga-irmã, Carolina Cintra Gomes a “Carol” pela amizade, gratidão, risos, lágrimas, diversão e sonhos comuns realizados. Obrigada por tudo!

À minha amiga Giulliana (Giu) pelos anos de amizade e cumplicidade que surgiram na graduação dando forças para realizar meus sonhos. Muito Obrigada!

Às minhas amigas da Dentística: Lucinha e Marina pela amizade, alegria e companheirismo.

*Alegria está na luta, na tentativa,
no sofrimento,
no envolvimento.*

Não na vitória propriamente dita.

Mahatma Gandhi

RESUMO

O objetivo neste estudo foi avaliar a aplicabilidade do método de análise da idade óssea vertebral proposta por Caldas *et al* (2007) em crianças de baixa renda e se for necessário desenvolver um modelo de regressão múltipla para essa população para estimar a idade em função da maturação óssea das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas. A amostra constituiu de radiografias cefalométricas e radiografias carpais de 76 meninos e 64 meninas com idade entre 7,0 e 14,9 anos de uma região de zona rural do município de Itabaiana – Sergipe. A idade óssea carpal, calculada pelo método de Tanner & whitehouse (TW3) foi usada como padrão ouro. Os corpos das vértebras C3 e C4 foram traçadas, mensuradas e em seguida as idades ósseas foram estimadas pelo método proposto por Caldas *et al* (2007). Foram calculadas as médias das idades, dos erros (diferença entre vertebral e carpal) e os respectivos intervalos de confiança a 95%. A seguir foram estimados novos modelos de regressão múltipla para determinar a idade óssea vertebral das crianças em estudo. Para o gênero feminino observou uma média na idade estimada de 10,62 anos (IC95%: 10,35-10,89), diferenciando da idade carpal cuja média foi de 11,28 (IC95%: 10,89-11,67), com erro médio de 1,42 anos (IC95%: 1,20-1,64). Já para o gênero masculino, a idade média estimada foi de 10,44 anos (IC95%: 10,16-10,72), sendo a idade carpal média de 10,57 anos (IC95%: 10,21-10,93), e o erro médio estimado de 1,18 anos (IC95%: 1,00-1,36). O novo modelo de regressão múltipla estimado apresentou valores de coeficiente de determinação ajustado (R^2 ajustado) de 0,6751 e 0,6209 para os gêneros feminino e masculino, respectivamente. Esses resultados sugerem que os novos modelos determinados são confiáveis e devem ser utilizadas em crianças de famílias de baixa renda.

Palavras chaves: *radiografia; crescimento; puberdade*

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the applicability of the analysis method of the vertebral age proposed by Caldas *et al* (2007) in low income children, as well as to develop a multiple regression model for this population in order to estimate the age based on cervical vertebral bone maturation in cephalometric radiographs. The sample comprised of cephalometric radiographs and hand-wrist radiographs of 76 boys and 64 girls aged 7.0 to 14.9 years from Itabaiana city Sergipe, rural area. The hand-wrist bone age calculate by Tanner & Whitehouse (TW3) was used as golden standard. The vertebral bodies C3 and C4 were traced and measured and afterwards the bone age were estimated by the method proposed by Caldas *et al* (2007). The average ages, the mean errors (difference between vertebral and hand-wrist) and the respective confidence intervals at 95% were calculated. Then, the new multiple regression models were estimated in order to determine the vertebral bone age of the children in this study. The average age estimate for the girls was 10.62 years (IC95%: 10.35-10.89), different from the 11.28 hand-wrist average age (IC95%: 10.89-11.67) with average error of 1.42 years (IC95%: 1.20-1.64). The average age estimate for the boys was 10.44 years (IC95%: 10.16-10.72), the average hand-wrist age was 10.57 years (IC95%: 10.21-10.93) and the estimate average error was 1.18 years (IC95%: 1.00-1.36). The new estimate regression model presented adjusted coefficients of determination values (adjusted R^2) of 0.6751 and 0.6209 for girls and boys respectively. These results suggest that the new determined models are reliable and can be used in children from low income families.

Key Words: *radiography; growth; puberty*

SUMÁRIO

1 Introdução	1
2 Revisão da Literatura	3
3 Proposição	19
4 Material e Métodos	20
5 Resultados	24
6 Discussão	29
7 Conclusão	33
Referências	34
Anexos	40

1. INTRODUÇÃO

O crescimento dos ossos é fundamental no desenvolvimento humano, e responsável quase que inteiramente pelo aumento em estatura. Sabe-se que o tecido ósseo se desenvolve, cresce e matura ao longo de linhas definidas a partir de um centro de ossificação primário até chegar ao osso completamente desenvolvido. (Tavano *et al.*, 1982).

O conceito de idade de maturação foi introduzido para avaliar com maior precisão o processo biológico, assim, a idade biológica, idade óssea e maturação esquelética são freqüentemente utilizadas como sinônimos (Hassel & Farman, 1995; Tavano *et al.*, 1982; Guzzi & Carvalho, 2000).

A maturidade morfológica é inevitável para todos os indivíduos, porém com diferentes surtos de crescimento, sendo mais cedo para uns e mais tarde para outros (Armond *et al.*, 2001). A mineralização dos tecidos dentários, a ossificação das epífises e posterior fusão com as diáfases, o início do pico de velocidade de crescimento, variação de altura e aparição de caracteres sexuais são considerados indicadores de maturação (Franchi *et al.*, 2000; Armond *et al.*, 2001; Casanova *et al.*, 2006). Na adolescência, há um período em que o crescimento ocorre com velocidade máxima, chamado de surto de crescimento puberal (Santos & Almeida, 1999; Damian *et al.*, 2006; Caldas *et al.*, 2007).

A utilização das radiografias de mão e punho ou carpal para a avaliação do crescimento e a maturação dos ossos deve-se ao fato de que a mão e punho possuem um grande número de centros de ossificação em uma área relativamente pequena, pela facilidade da técnica e pela pequena quantidade de radiação a que é exposto o paciente durante a realização do exame (Tavano *et al.*, 1982; Kucukkeles *et al.*, 1999; Damian *et al.*, 2006).

Apesar da baixa dose de radiação recebida pela técnica da radiografia carpal, a mesma constitui - se em uma exposição adicional, assim, para simplificar os recursos disponíveis e reduzir a exposição radiográfica, esforços têm sido empregados no sentido de se utilizar às radiografias que fazem parte da documentação ortodôntica de rotina, como é o caso das radiografias cefalométricas. (Garcia – Fernandez *et al.*, 1998; Santos & Almeida, 1999; Mito *et al.*, 2002; San Román *et al.*, 2002; Morihisa *et al.*, 2005; Caldas *et al.*, 2007; Carmago & Cunha, 2007; Plasschaert *et al.*, 2008).

As radiografias cefalométricas laterais utilizadas rotineiramente nos exames para tratamento ortodôntico e/ou ortopédico funcional podem conter informações importantes que requerem atenção e conhecimento da anatomia da cabeça e pescoço, como também das vértebras cervicais (Tetradis & Kantor, 1999). Assim, as mudanças de forma e tamanho das vértebras durante o crescimento do indivíduo podem ser usadas como um indicador de maturação óssea (Kucukkeles *et al.*, 1999; Mito *et al.*, 2002; Flores-Mir *et al.*, 2006).

No entanto, ainda não existem dados suficientes que mostrem a efetividade plena do método das vértebras cervicais para justificar a substituição do método carpal. Portanto populações diferentes podem responder de maneira distinta a um mesmo método de avaliação de maturação esquelética, pois crescem de maneira diferente (Damian, 2006).

Com base nesse preceito o objetivo nesse trabalho foi realizar um estudo comparativo dos resultados alcançados na pesquisa em Itabaiana com a realizada na Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP por Caldas *et al.*, 2007.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O conhecimento do crescimento e desenvolvimento do paciente é importante para o planejamento, tratamento ortodôntico e ortopédico. Para o estudo de crescimento e desenvolvimento da criança, várias características físicas têm sido consideradas como, por exemplo, o peso, a estatura, a idade óssea e a idade dentária que podem ser comparadas com padrões observados em grandes grupos de crianças saudáveis (Franco *et al.*, 1996).

A idade cronológica por si só não pode ser usada para identificação dos estágios de progressão desenvolvidos através da adolescência para a fase adulta. Isso se deve que a maturação esquelética nem sempre coincide com a idade cronológica. A utilização da mão e punho como área de determinação da maturação óssea, tem vantagens de registrar eventos de ossificação que cobrem o período do nascimento a idade adulta, permitir comparações diretas, entre diferentes indivíduos, e mostrar que esses eventos apresentam uma seqüência ordenada e constante. Por essa razão, as radiografias carpais oferecem ao ortodontista dados que, interpretados no seu todo, podem fornecer a idade óssea do paciente, traduzindo seu estágio de desenvolvimento (Perry & Damico, 1972; Kucukkeles *et al.*, 1999; Damian *et al.*, 2006; Franco *et al.*, 1996).

2.1. Maturação óssea através das radiografias carpais

A idade esquelética é o indicador mais usado no estudo sobre crescimento e desenvolvimento sendo considerado o registro mais fidedigno da idade biológica. A idade cronológica nem sempre coincide com o estágio de maturação em que o paciente se encontra, portanto esse tipo de maturação não é um bom parâmetro para estimar a idade óssea (Hägg *et al.*, 1982; Kucukkeles *et al.*, 1999; Araújo, 2001).

O *spurt* é o período em que o crescimento crânio-facial ocorre com significativa magnitude e que influencia o êxito do tratamento ortodôntico, podendo ser determinado por meio das radiografias carpais ou mão e punho. Com essas radiografias é possível determinar a idade esquelética do indivíduo, assim como realizar o diagnóstico e planejamento de casos ortodônticos (Perry & Damico, 1972; Singer, 1980).

Esses casos são influenciados pela presença ou não do pico de crescimento, já que os ossos faciais apresentam um crescimento similar aos ossos longos (Singer, 1980) por estar correlacionada com a idade esquelética. Portanto a determinação da idade esquelética é o fator indicativo de quando ocorrerá o *spurt* (Perry & Damico, 1972).

Apesar de qualquer ou todas as partes do corpo poderem ser usadas para servir de indicador, a mão e punho é a mais utilizada na prática odontológica principalmente na Ortodontia (Tavano *et al.*, 1982; Damian *et al.*, 2006).

A grande utilização das radiografias carpais justifica-se no fato de que, na região de mão e punho encontram-se disponíveis trinta centros de ossificação, sendo possível observar em cada um deles modificações distintas ao longo do seu desenvolvimento (Caldas *et al.*, 2007). As informações relacionadas ao padrão de crescimento e desenvolvimento devem ser obtidas especificamente para cada criança para que seja possível coordenar o plano de tratamento com os processos vitais de crescimento e desenvolvimento, de acordo com o diagnóstico ortodôntico (Guzzi & Carvalho, 2000). Apesar de existir vários métodos para estimar a idade óssea através da mão e punho, os métodos de Greulich & Pyle (1959) e de Tanner & Whitehouse (2001) são os mais utilizados.

O método de Greulich & Pyle (1959) consiste de um atlas com uma série de radiografias típicas sendo considerado inspeccional, pois compara a radiografia

carpal desde o nascimento até a fase adulta com seus padrões, no caso, crianças americanas e de nível sócio-econômico médio-alto, até encontrar a idade em que existe coincidência, determinando então a idade fisiológica respectiva (Perry & Damico, 1972; Tavano *et al.*, 1982; Santos & Almeida, 1999; Carmargo & Cunha, 2007).

O método de Tanner & Whitehouse consiste na determinação de escores a centros de ossificação da mão e punho, assim como epífise distais do rádio e ulna de crianças britânicas de nível sócio-econômico médio. Esse método depois de simplificações sucessivas é chamado de TW3, onde os escores variam 0 a 100, considerando oito ou nove estágios de desenvolvimento representados pelas letras A até H ou I para cada um dos 20 centros de ossificação da mão e punho. Após a obtenção dos escores individuais estes são somados obtendo o índice de maturidade esquelética e os resultados encontrados são transformados em idade óssea por meio de tabelas específicas (Tavano *et al.*, 1982; Tanner & Whitehouse, 2001).

Os estágios de ossificação, bem como a forma e o tamanho dos ossos podem ser observados radiograficamente durante o crescimento. Com esse preceito, Hägg & Taranger (1982) avaliou a altura, erupção, erupção dentárias, radiografias carpais, menarca e mudança de voz de 212 crianças suecas a partir do nascimento até a idade adulta. Os autores relataram que o desenvolvimento dental determinado por meio de estágios de erupção dentária não foi útil como um indicador do *spurt* do crescimento puberal. O pico e o pós-pico – mas não o pré-pico – do *spurt* do crescimento puberal pode ser avaliado por meio de indicadores interpretadas a partir do desenvolvimento esquelético da mão e punho e desenvolvimento puberal como a menarca e mudança de voz.

Em um estudo de radiografias carpais e radiografias intra-orais de 40 crianças oriundas de meio sócio-econômico baixo, Marcondes *et al.*, 1965

concluíram que houve um atraso da idade óssea em relação à idade cronológica e que a idade dentária mantém comparável à idade cronológica.

Com o objetivo de determinar a idade óssea de crianças brasileiras, através dos índices de Greulich & Pyle (1959) e Tanner Whitehouse (2001), Tavano *et al.* (1982) avaliaram 590 crianças sendo 295 de cada sexo, de 3 a 17 anos da região de Bauru, São Paulo determinando a validade ou não da utilização desses índices nessa região. Os resultados demonstraram relação entre esses índices e a idade cronológica. Com o índice americano de Greulich & Pyle (1959) observa-se, para ambos os sexos, precocidade das crianças brasileiras nas menores idades, ocorrendo inverso para os adolescentes. Com o índice inglês de Tanner Whitehouse (2001), para o sexo masculino, precocidade no desenvolvimento ósseo nas menores idades e atraso nas maiores, ocorrendo o inverso para o sexo feminino. Portanto os autores estabeleceram para cada índice os fatores de correção que devem ser considerados, uma vez que é a única maneira de torná-los aplicáveis para a população em estudo.

Através dos níveis de maturação de uma criança é possível estimar quando a mesma atingirá a puberdade ou pico de crescimento. Esta estimativa varia de indivíduo para indivíduo em diferentes idades cronológicas (Guzzi & Carvalho, 2000).

Fishman em 1987 avaliou a inter-relação entre os níveis de maturação durante a adolescência e praticabilidade de diagnóstico dos padrões de estágio de maturação com o grau de confiabilidade. Um sistema de maturação esquelética (SMI) foi aplicado para cada radiografia e assim um apropriado indicador de maturação esquelética (SMI) foi designado. Concluiu-se que cada criança tem um padrão próprio de velocidade no crescimento que são específicos e únicos para cada indivíduo, sendo improvável que uma criança possa mostrar uma curva de velocidade de crescimento que se adapte àquela exibida pela população.

Guzzi & Carvalho em 2000 realizaram um estudo semelhante ao de Fishman (1987). Os autores avaliaram a determinação da maturidade esquelética através das radiografias de mão e punho e compararam os dados de idade cronológica, idade esquelética e os tipos de maturação (precoce normal e tardia). A amostra constou de 95 crianças brasileiras, as quais 46 eram do sexo feminino e 49 do sexo masculino, com idades cronológicas variando entre 9 anos e 1 mês e 16 anos e 8 meses. Os autores concluíram que a idade óssea é significativamente superior à idade cronológica em indivíduos do sexo feminino, e é inferior à idade cronológica em indivíduos do sexo masculino e que a maturação precoce é mais incidente no grupo feminino, enquanto que a maturação tardia é mais incidente no grupo masculino.

Franco *et al.* (1996) através de uma revisão da literatura no período de 1967 a 1993 relataram que a maturação óssea é um dado radiográfico útil, prático, viável e de grande aplicação clínica em Ortodontia para a determinação do estágio de desenvolvimento do indivíduo. A radiografia carpal é o método utilizado na avaliação deste índice biológico e, de um modo geral, a igualdade da largura entre as epífises e diáfises das falanges indica o início do surto de crescimento puberal, o capeamento epifisário nestes ossos indica o momento do pico de velocidade de crescimento, e a união epifisária indica o final do surto.

2.2. Maturação óssea através das vértebras cervicais

A radiografia cefalométrica ou telerradiografia, introduzida por Broadbent em 1931, é uma projeção radiográfica do crânio usada principalmente pelos ortodontistas e odontopediatras para avaliar crescimento ósseo-facial e pelos cirurgiões bucomaxilofaciais para tratamento na cirurgia ortognática (Freitas & Panella, 1994; Caldas *et al.*, 2007).

Com a finalidade de reduzir exposições radiográficas e simplificar recursos de diagnósticos, esforços têm sido empregados no sentido de se utilizar às radiografias que fazem parte da documentação ortodôntica de rotina, como é o caso das telerradiografias (Lamparski, 1972 citado por: Garcia-Fernandez *et al.*, 1998; Santos & Almeida, 1999; San Román *et al.*, 2002; Baccetti *et al.*, 2002; Carmargo & Cunha, 2007); Mito *et al.*, 2002; Morihisa *et al.*, 2005; Flores – Mir *et al.*, 2006; Caldas *et al.*, 2007; Plasschaert *et al.*, 2008).

Durante os últimos anos, a correlação entre os estágios de maturação da vértebra cervical (CVM) e o crescimento mandibular recebeu a atenção crescente e atualmente o método tem sido considerado eficaz e de confiança clínica para avaliação da maturação esquelética mandibular em crianças (Baccetti *et al.*, 2002 ; Gu & McNamara Jr, 2007).

A atlas, primeira vértebra cervical, é constituído pelos arcos anterior e posterior, apresentando deficiência do corpo e do processo espinhoso. O processo articular superior do Atlas articula-se com os côndilos do osso occipital do crânio, dando-lhe sustentação. A axis, segunda vértebra cervical, possui o corpo vertebral reduzido a uma estrutura ascendente denominada dente da axis ou processo odontóide, que se articula anteriormente com o arco superior do atlas e, posteriormente, com o ligamento transversal, permitindo movimento entre o crânio e as vértebras cervicais. (Caldas *et al.*, 2007 apud Agur,1993).

Três centros de ossificação são observados nas vértebras típicas, - um centro de ossificação no corpo e um em cada lado do arco vertebral. Durante o primeiro ano de vida, os lados das vértebras se unem dorsalmente, porém a união do corpo com as metades laterais no aspecto ventral ocorre algum tempo mais tarde. A atlas e a axis mostram diferentes características na forma e função. O corpo da atlas se une com a axis e conseqüentemente sete áreas de ossificações podem ser identificadas. Por volta de dois anos de idade a morfologia da primeira, segunda e terceira ou vértebras cervicais típicas são estabilizadas, exceto para

duas primeiras, cada vértebra abaixo na coluna vertebral cresce mais em largura do que as vértebras acima da infância até a adolescência. (Bench, 1963).

O método inspeccional para observar a maturação óssea das vértebras foi descrito inicialmente por Lamparski (1972). O método analisa a forma e o tamanho dos corpos das vértebras cervicais a partir da segunda a sexta. O autor comparou as mudanças das vértebras com as modificações ósseas das estruturas da mão e punho e descreveu seis estágios de maturação baseado nas alterações das vértebras cervicais.

Lamparski (1972 citado por: Garcia-Fernandez *et al.*, 1998; Santos & Almeida, 1999; San Román *et al.*, 2002; Baccetti *et al.*, 2002; Carmargo & Cunha, 2007) observou que essas alterações constituem o indicador de maturação das vértebras cervicais. O início do desenvolvimento de concavidades das bordas inferiores dos corpos vertebrais e os aumentos sucessivos na altura vertical desses corpos passam de forma de cunha, com inclinação de posterior para anterior na superfície superior, para um formato retangular e conseqüentemente um quadrado, para ao final do desenvolvimento apresentando uma altura maior que sua largura.

O autor chegou a conclusão que o indicador de maturação das vértebras cervicais são os mesmos para ambos os sexos; porém nos indivíduos do sexo feminino os estágios de desenvolvimento vertebral ocorrem antes em relação aos indivíduos do sexo masculino.

Sabendo-se que as medidas cefalométricas podem avaliar o crescimento facial, Fishman (1979) comparou essas medidas com a idade cronológica em uma população. O autor concluiu que houve discrepância significativa entre a idade esquelética e a idade cronológica sendo importante se utilizar a avaliação da idade esquelética na prática clínica, buscando desse modo a obtenção de resultados finais mais acurados e benéficos.

O mesmo autor em 1987 desenvolveu um sistema de avaliação maturação esquelética baseado em quatro estágios de maturação em seis áreas anatômicas localizadas no dedo polegar, terceiro dedo, quinto dedo e rádio, desenvolvendo um meio de observação para avaliar o indicador da maturidade esquelética nas radiografias de mão e punho. O autor concluiu que se o adutor sesamóide do polegar ainda não puder ser visualizado, o indicador da maturidade esquelética vai se apresentar antes do estágio de maturação.

De acordo com o método inspeccional proposto por Lamparski (1972), Hassel & Farman (1995) criaram um método para avaliar a maturação esquelética do paciente ortodôntico com as radiografias cefalométricas correlacionando com as radiografias de mão e punho. Diferentemente de Fishman (1987) os autores analisaram o processo odontóide (C2) e as vértebras C3 e C4 por serem visualizadas quando o protetor de tireóide era usado.

Os autores dividiram os estágios de maturação em seis fases. Iniciação é a primeira delas. Essa fase corresponde à fase inicial do *spurt* de crescimento onde se espera 80% a 100%. As bordas inferiores das vértebras são retas com um declive da posterior para anterior na borda superior. A fase Aceleração corresponde ao estágio do pico do *spurt* onde se espera 65% a 85% do crescimento. As bordas inferiores das vértebras nessa fase constituem de uma pequena concavidade na C2 e C3 e na C4 continua reta e os corpos das mesmas começam a ficar retangulares em sua forma. A fase seguinte, Transição corresponde ao pico do crescimento de um indivíduo. Nessa fase se espera 25% a 65% de crescimento. As bordas inferiores da C2 e C3 são distintas e na C4 essa concavidade é sutil. Em sua forma, tanto os corpos da C2 e C3 quanto da C4 são retangulares.

Na fase Desaceleração o crescimento esperado é de 10% a 25%. As bordas inferiores das vértebras C2, C3 e C4 são distintas e os corpos das vértebras C3 e C4 apresentam uma forma inicialmente quadrada. A fase

Maturação corresponde à fase final da maturação das vértebras e 5% a 10% de crescimento é esperado. Concavidades mais distintas são visualizadas nas vértebras C2, C3 e C4 com os corpos em forma de um quadrado. A última fase corresponde a Finalização onde o crescimento é completo. As formas dos corpos das vértebras são quadradas ou com uma dimensão vertical maior do que a horizontal e as bordas inferiores continuam com uma concavidade distinta.

Hassel & Farman (1995) encontraram uma alta correlação entre os indicadores proposto por Fishman (1987) e Lamparski (1972) e que olhando as vértebras cervicais em uma radiografia cefalométrica lateral o ortodontista pode agora avaliar a maturidade esquelética do paciente ou podem então ter uma idéia razoável de quanto o crescimento deve acontecer em um tratamento antecipado.

Em um trabalho semelhante ao de Hassel & Farman (1995), Garcia-Fernandez *et al.* (1998) determinaram que a maturação das vértebras cervicais correlacionam com a maturação indicada pelas radiografias de mão e punho em uma população Mexicana quando comparadas com os índices de maturação proposto por Fishman (1987). Os resultados validaram a hipótese que não há nenhuma diferença significativa entre as duas técnicas de avaliar a maturação esquelética em uma população mexicana e que pode ser aceita como válida em nível de 95%, para masculino e feminino.

Na mesma linha de pesquisa de Hassel & Farman (1995) e Garcia-Fernandez *et al.* (1998), Kucukkeles *et al.* (1999) realizaram um estudo que tinha como objetivo analisar a associação entre o índice de maturação da vértebra cervical (CVMI) e o índice da maturação esquelética (SMI), determinando a reprodutibilidade das identificações nas radiografias cefalométricas laterais e mão e punho. Os resultados demonstraram que houve uma relação significativa entre os dois métodos e que desde que corretamente utilizadas, as vértebras vertebrais cervicais fornecem uma avaliação de confiança do pico pubertal do crescimento.

Sendo um procedimento benéfico, o uso destas estas radiografias para esse fim diminuirá os gastos com radiografias extras.

Ainda comparando os dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando as radiografias cefalométricas e as radiografias carpais, Santos & Almeida (1999) verificaram a confiabilidade desse método como indicador de maturação. Os pesquisadores concluíram que nas duas técnicas radiográficas foi possível observar uma correlação estatisticamente significativa e que alterações morfológicas das vértebras cervicais constituem-se em um método adicional útil na determinação da idade esquelética de um indivíduo. Porém como qualquer outro método de determinação da idade esquelética disponível, não deve ser utilizado isoladamente quando necessita – se de um diagnóstico mais preciso, mas sim, complementando com outras informações a respeito do paciente.

O método proposto por Lamparski (1972) foi adaptado por Franchi *et al.* (2000) com uma modificação permitindo avaliar a idade esquelética em meninos e meninas independentemente da idade cronológica. Esse método foi validado para a avaliação da maturação esquelética, identificando assim o pico do crescimento craniofacial. Os autores concluíram que o aumento na altura do corpo da mandíbula ocorre entre o estágio Cvs3 para o Cvs4 para meninos e meninas e que a maturação das vértebras cervicais constitui um método confiável para avaliar a maturidade esquelética mandibular com base em uma única radiografia cefalométrica.

Em 2001 o método proposto por Hassel & Farman (1995) foi utilizado por Armond *et al.* para estimar o crescimento e desenvolvimento esquelético observando radiograficamente as alterações morfológicas da primeira, segunda e terceira vértebra cervicais em crianças que se encontravam no surto puberal. Através dos resultados obtidos os autores puderam concluir que houve associação estatisticamente significativa entre os indicadores e os pacientes que se encontravam no surto de crescimento. A inspeção radiográfica das alterações

morfológicas das vértebras cervicais, nas radiografias cefalométricas, constitui um parâmetro alternativo confiável e prático na avaliação esquelética e, circunstancialmente, pode substituir outros métodos de avaliação, porém não deve ser utilizado de forma absoluta como parâmetro na determinação da idade esquelética.

Para avaliar a aplicabilidade e a confiabilidade dos métodos de Grave & Brown (1976) e Hassel & Farman (1995) para estimar a maturação óssea das vértebras cervicais, Araújo (2001) analisou 240 crianças brasileiras com idade entre 7 e 15 anos. Os resultados encontrados demonstraram que, para a determinação do estágio de maturação óssea em que o indivíduo se encontra o método que utiliza radiografias de mão e punho, Grave & Brown (1976), apresentou correlações intra e inter - avaliadores maiores que os apresentados pelo método de Hassel & Farman (1995), independente do sexo e da idade do indivíduo, assim de um modo geral o surto de crescimento pubertal ocorre mais precocemente na população estudada.

Com o objetivo de comparar os estágios de maturação óssea estimados pelo método de Grave & Brown (1976) em radiografias de mão e punho convencionais e digitalizadas, Casanova *et al.* (2006) avaliaram em 129 radiografias de mão e punho de indivíduos brasileiros do sexo feminino com idades cronológicas entre 84 e 199 meses em Piracicaba, São Paulo. Os autores concluíram que as imagens digitalizadas podem ser avaliadas com confiabilidade para estimativa da maturação óssea por meio do método de Grave & Brown (1976), podendo ser utilizadas como alternativa pelo profissional sem perda de credibilidade.

No ano de 2006, Damian *et al.* avaliaram em um estudo a confiabilidade e a correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética. As radiografias carpais foram analisadas pelo método Grave & Brown (1976) e as radiografias cefalométricas pelo método de Hassel & Farman (1995).

Os autores concluíram que tanto o IMC quanto o IMV são confiáveis para avaliar a maturação óssea na população delimitada para a pesquisa e que houve correlação positiva entre os dois índices de maturação avaliados, porém sugeriram que o profissional tenha cautela em considerar o exame das vértebras cervicais como um método absoluto, enquanto o mesmo não apresentar familiarização com o método.

Um novo método foi apresentado por Baccetti *et al.* (2002) para avaliar o crescimento mandibular por meio da maturação da vértebra cervical identificando qual a melhor época para o tratamento ortodôntico. O pico de crescimento mandibular foi comparado baseado na análise da segunda a quarta vértebra cervical em uma única radiografia cefalométrica. A análise consistiu em avaliações visuais e cefalométricas das características morfológicas das três vértebras cervicais. A análise cefalométrica das vértebras cervicais constituiu de mensurações das concavidades da borda inferior dos corpos e altura dos mesmos. O novo método é compreendido nos cinco estágios de maturação (CVMS I até CVMS V), com o pico de crescimento mandibular ocorrendo entre CVMS II e CVMSIII.

Utilizando mensurações das vértebras cervicais, Mito *et al.* (2002) realizaram um estudo com intuito de estabelecer a idade óssea das vértebras cervicais como o novo índice para avaliar objetivamente a maturação esquelética nas radiografias cefalométricas de meninas japonesas. Os corpos das vértebras C3 e C4 foram traçadas e medidas em alguns pontos sendo utilizados para determinar uma equação de regressão. Utilizaram-se também as radiografias cefalométricas e de mão e punho para determinar a correlação entre a idade óssea cervical e carpal. Observaram que houve alta significância entre as idades ósseas vertebrais e carpal em relação a idade óssea vertebral e a idade cronológica. Os autores sugerem que a idade óssea vertebral reflete a maturidade esquelética por se aproximar da idade óssea carpal, considerando assim um método confiável.

Um novo método realizado por meio da mudança anatômica da concavidade da borda inferior, altura e forma das vértebras cervicais foi proposto em 2002 por San Román *et al.* O método foi comparado com os de Lamparski (1972) e o de Hassel & Farman (1995). Os resultados demonstraram que o novo método é confiável e efetivo quanto ao de Hassel & Farman (1995) e superior a de Lamparski (1972). Assim, o melhor parâmetro para estimar a maturação vertebral é a concavidade da borda inferior do corpo vértebra cervical.

Em uma revisão da literatura, Morihisa *et al.*, 2005 concluíram que a maturação esquelética através das radiografias carpais e cefalométricas apresentaram concordância e que a utilização das radiografias cefalométricas é útil e importante devido a redução da exposição dos pacientes aos raios x.

O valor de correlação entre FMP (maturação proposta por Fishman, 1987) e CVM (método proposto por Baccetti *et al.*, 2002) foram moderadamente alta em um trabalho realizado por Flores-Mir *et al.* (2006). Os autores observaram também que o nível esquelético influencia os valores dessa correlação e que deve ser considerado sempre que possível.

Um estudo comparativo da avaliação das radiografias carpais e das radiografias cefalométricas para conhecer a validade das vértebras cervicais como indicador de maturação óssea foi realizado no mesmo ano por Kamal *et al.* Os autores não observaram diferença significativa entre as duas técnicas, portanto, a vértebra cervical pode ser usada com a mesma confiança que as radiografias de mão e punho para avaliar a maturidade esquelética evitando assim uma necessidade de uma radiografia adicional.

A relação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais pelas radiografias carpais foi investigada por Uysal *et al.* em 2006. Foi determinado se a maturação das vértebras cervicais correlacionou com a maturação indicada por radiografias de mão e punho em uma população da Turquia. Os autores concluíram que nos indivíduos de origem Turca o método do

estágio das vértebras cervicais pode ser usado como um indicador da maturidade do *spurt* do crescimento pubertal com um grau de confiança similar a alguns outros indicadores tais como a radiografia de mão e punho.

Lara *et al.*, em 2006 determinou a morfologia das terceira e quarta vértebras cervicais representativas dos estágios correspondentes ao pré-pico, pico e pós pico de velocidade de crescimento da estatura, definidos previamente pelos centros de ossificação do primeiro dedo em radiografias carpais e do polegar. Pode concluir que o formato retangular horizontal com borda inferior reta foi representativo do estágio correspondente ao pré-pico, independentemente da vértebra analisada. Já o formato retangular horizontal com borda inferior curva, especialmente encontrado em C4, ou o formato quadrado com borda inferior reta caracterizou o pico da velocidade de crescimento. O formato quadrado, ou principalmente, o retangular vertical com borda inferior curva determinou o estágio pós-pico de velocidade de crescimento da adolescência

No ano seguinte, Camargo & Cunha compararam o índice de maturação das vértebras cervicais Nicodemo, Moraes e Médice Filho (1974), idade esquelética e idade dentária com a idade cronológica, observando – se o sincronismo. A amostra foi constituída de 32 radiografias de mão e punho utilizando a técnica de Greulich & Pyle (1959), panorâmicas, utilizando a tabela de e telerradiografias laterais utilizando o método de Baccetti *et al.*, (2002) de pacientes tratados ortodonticamente. Após os resultados concluíram que a idade carpal e a idade dentária apresentaram uma relação próxima com a idade cronológica. Já a idade vertebral, por ser classificada em estágios, necessita de mais estudos, com mostras mais homogêneas.

As mudanças dimensionais mandibular e o remodelamento regional que ocorre durante os cinco intervalos do crescimento pubertal foram avaliados por Gu & McNamara em 2007. Segundo os autores o aumento máximo do comprimento mandibular, junto com uma maior aposição óssea no côndilo, foi observado

durante o intervalo CS3 - CS4 e que o remodelamento mandibular e rotação cônica continuam a ocorrer após o surto de crescimento.

No mesmo ano, Lara *et al.* avaliaram a relação entre a idade óssea determinada por meio das vértebras cervicais e o nível de desenvolvimento do canino e primeiro pré-molar inferiores esquerdos. A idade dentária foi analisada em radiografias panorâmicas utilizando o sistema de classificação de Nolla (1960) e para determinar a idade óssea através das vértebras cervicais foi utilizado o método proposto por Baccetti *et al.* (2002). Dessa forma os resultados indicaram que nos estágios mais tardios do crescimento e desenvolvimento humano, o nível de formação de caninos e primeiros pré-molares inferiores se encontra igualmente mais adiantados. Portanto a idade óssea determinada pelas vértebras cervicais e a idade dentária destes dentes apresentaram uma associação na amostra estudada e que a definição precisa do estágio de maturação do paciente visando à identificação de algum potencial de crescimento não pode ser conseguida pela análise do nível de desenvolvimento dentário.

O método proposto por Mito *et al.* (2002) foi testado por Caldas *et al.* (2007) aplicando a fórmula desenvolvida para a população japonesa aos brasileiros. Determinou também se a maturação esquelética que usa radiografias cefalométricas poderia ser aplicada na mesma população. Foi observado que o método desenvolvido por Mito *et al.* para avaliar a maturação esquelética em radiografias cefalométricas pode ser aplicado somente às mulheres brasileiras e que o desenvolvimento de um novo método para avaliar objetivamente a idade óssea vertebral nos meninos é necessário.

Caldas *et al.* (2007) estabeleceu duas novas fórmulas com intuito de avaliar objetivamente a maturação esquelética em meninas e meninos usando radiografias cefalométricas de 128 meninas e 110 meninos com idade entre 7,0 a 15,9 anos de arquivos da Clínica de Radiologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP. Os corpos das vértebras cervicais C3 e C4 foram

mensurados e uma fórmula de regressão foi desenvolvida para determinar a idade óssea vertebral. Os resultados sugerem que o método para estabelecer a avaliação da maturação esquelética é de confiança e pode ser aplicado tanto para meninos como para meninas na região estudada.

Com o propósito de avaliar a aplicabilidade e a confiabilidade do software CEF-X, na classificação das fases de maturação das vértebras cervicais, comparando – o com o método inspeccional de Hassel & Farman (1995), Plasschaert *et al.* (2008) analisou 180 radiografias cefalométricas escolhidas aleatoriamente. Os resultados mostraram que houve uma concordância fraca entre as duas análises concluindo que a análise computadorizada das vértebras cervicais pelo software CEF-X não se mostrou confiável em algumas radiografias. Para isso é necessária alterações no software no sentido de considerar maior número de características morfológicas dos corpos das vértebras.

3.PROPOSIÇÃO

O objetivo desse trabalho consiste em aplicar o modelo de regressão desenvolvido por Caldas *et al.*, 2007 em crianças da zona rural da cidade de Itabaiana, localizada na região agreste sergipano de baixo IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) e caso o modelo não seja aplicável desenvolver novo modelo para estimar a idade óssea vertebral na população estudada.

4.MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo teve seu início após ter sido aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, conforme Anexo 1.

A amostra foi calculada usando o comando do Power do programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), SAS Institute, Cary, NC, versão 9.1, 2003) considerando um poder de 0,80 e nível de significância de 5%, sendo então composta por crianças brasileiras residentes no município de Sergipe, Itabaiana com IDH 0,678 (Superintendência de Estudos e Pesquisas - SUPES, 2000) integrantes de um programa de governo (PETI – Programa de Erradicação do Trabalho Infantil) destinado a população de baixa renda. O PETI tem como objetivo contribuir para a erradicação de todas as formas de trabalho infantil do País, atendendo famílias de crianças e adolescentes com idade inferior a 16 anos que se encontrem em situação de trabalho. A amostra foi constituída de 140 indivíduos (76 meninos e 64 meninas) com idade entre 7,0 e 14,9 anos sendo realizadas radiografias cefalométricas e radiografias de mão e punho. Nenhum dos pacientes era portador de más formações congênitas ou adquiridas nas vértebras cervicais ou na mão e punho.

As radiografias cefalométricas foram realizadas de acordo com a técnica introduzida por Broadbent (1931) a uma distância foco-filme de 1,52m. O indivíduo era posicionado no cefalostato, mantendo o plano sagital mediano perpendicular ao plano horizontal e o plano de Frankfurt paralelo ao plano horizontal, o feixe de raios X era direcionado com o ângulo vertical de 0º e o ângulo horizontal de 90º.

As radiografias de mão e punho foram realizadas de acordo com os critérios preconizados por Bloom Junior (1965 Apud Araújo, 2001). A mão esquerda era centralizada no chassi porta-filmes metálico, com a superfície palmar voltada para o filme, o eixo do dedo médio em linha direta com o eixo do

Material e Métodos

antebraço, os dedos entreabertos, o polegar devendo fazer um ângulo de 30° com o dedo indicador e o feixe de raios X era centralizado sobre o terceiro metacarpo, a uma distância foco-filme de 1,52 m.

As radiografias foram realizadas pelo equipamento Planmeca EC Proline usando o porta chassi 20X25 Konex e écran Kodak Lanex. Para as radiografias cefalométricas foram realizadas com 64kVp , 8mA ,tempo de exposição de 0,8 com segundos e para as radiografias de mão e punho foram realizadas com 62 kVp, 0,4 mA e tempo de exposição de 0,3 segundos. Todas as radiografias foram realizadas utilizando-se meios de radioproteção e de biossegurança para a preservação do indivíduo e os filmes radiográficos (Kodak 20,3 x 25,4 cm por 8x10 cm) processados em uma processadora automática AT/2000.

As radiografias cefalométricas foram usadas para calcular a idade óssea vertebral. As vértebras cervicais foram traçadas a mão no filme acetato utilizando um negatoscópio Visual Plus SV-450, DC-24 V Taiwan em um ambiente apropriado para este fim, com luminosidade reduzida. Uma máscara de papel escuro foi usada para que a luz excedente do negatoscópio não interferisse no traçado.

Foram traçadas a altura anterior do corpo da vértebra cervical (AH), altura do corpo da vértebra (H), altura posterior do corpo da vértebra cervical (AP) e comprimento anteroposterior do corpo da vértebra (AP) na terceira e quarta vértebra cervical (figura 1).

As radiografias de mão e punho foram usadas para calcular a idade óssea avaliado pelo método TW3 (Tanner & Whitehouse, 2001) na qual centros de ossificações da mão e punho (radio, ulna e selecionados alguns metacarpos e falanges) foram avaliados obtendo uma classificação dentro de diversos estágios. Escores foram determinados para cada estágio ósseo e calculado para computar

a idade esquelética. As radiografias de mão e punho foram usadas como padrão ouro para determinar a confiabilidade da idade óssea vertebral.

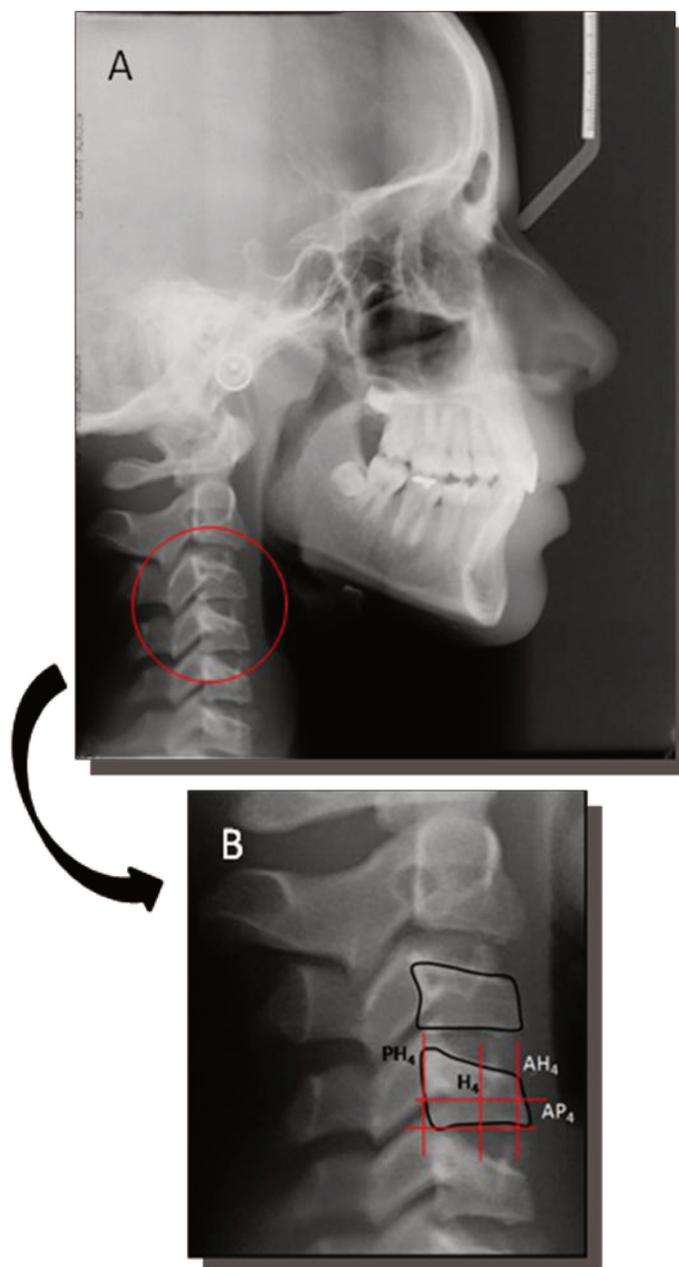


Figura 1: (A) Radiografia Cefalométrica (B) Traçado das alturas e comprimento da vértebra C4.

Material e Métodos

Para calibração do examinador por um avaliador experiente nesse tipo de traçado, foram traçadas 40 radiografias cefalométricas e de mão e punho, selecionadas aleatoriamente, os quais foram traçadas novamente, dez dias depois, pelos dois avaliadores. Para avaliação da calibração foi utilizada a correlação intraclasse.

Os dados obtidos foram tabulados constando o gênero do paciente para cada radiografia e aplicada a fórmula proposta por Caldas *et al.* (2007) para o gênero feminino (Idade estimada = $1.3523 + 6.7691 \times AH3/AP3 + 8.6408 \times AH4/AP4$) e para o gênero masculino (Idade estimada = $1.4892 + 11.3736 \times AH3/AP3 + 4.8726 \times H4/AP4$), onde um modelo de regressão múltipla estima a idade óssea vertebral empregando AH, H, PH, AP como variáveis independentes. Foram estimadas as médias das idades e do erro (diferença entre as idades vertebral e carpal), bem como os respectivos intervalos de confiança.

Como não houve um bom ajuste dos dados aos modelos testados, observado pelos intervalos de confiança e pelo erro médio diferente de zero ($p < 0,0001$) para o teste t para uma média, novos modelos foram construídos. Para isso utilizou-se regressão múltipla; a adequação do modelo foi avaliada pela estatística Cp de Mallows, coeficiente de determinação ajustado e análise gráfica de resíduos. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico SAS (Statistical Analysis System), SAS Institute, Cary, NC, versão 9.1, 2003).

5.RESULTADOS

Os valores dos coeficientes de correlação intra - classe (r) foram 0,968; 0,905; 0,959; 0,945 para as mensurações AH3, AP3, H4 e AP4, respectivamente, no gênero masculino e 0,984; 0,942; 0,986; 0,929 para as mensurações AH3, AP3, AH4 e AP4, no gênero feminino.

Nas figuras 2,3,4 e 5 são apresentadas as médias dos parâmetros mensurados na terceira e quarta vértebra cervical nas radiografias cefalométricas. Quando se analisa a amostra do gênero feminino observa-se que para AH_{3,4}, PH_{3,4}, AP_{3,4}, H_{3,4} houve um aumento dos 12 aos 14 anos.

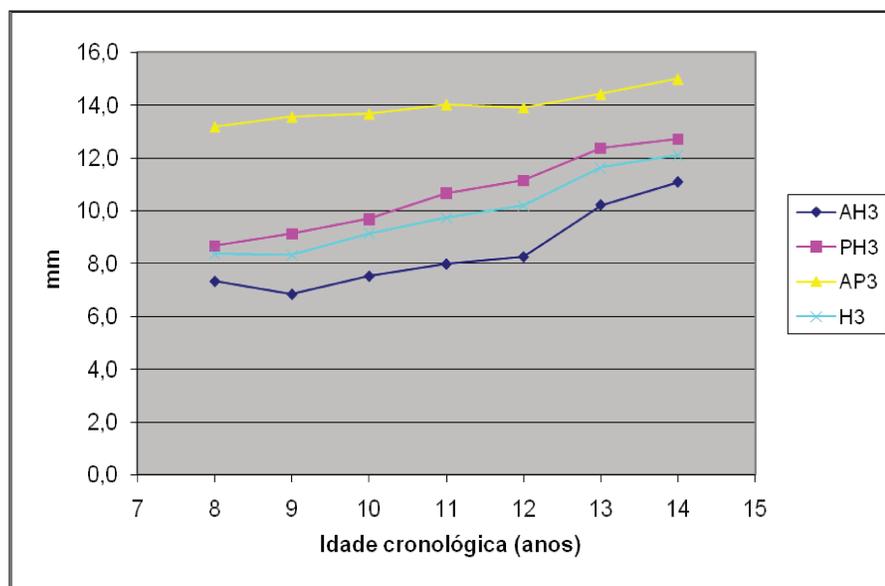


Figura 2- Média das medidas da terceira vértebra cervical nos voluntários do gênero feminino.

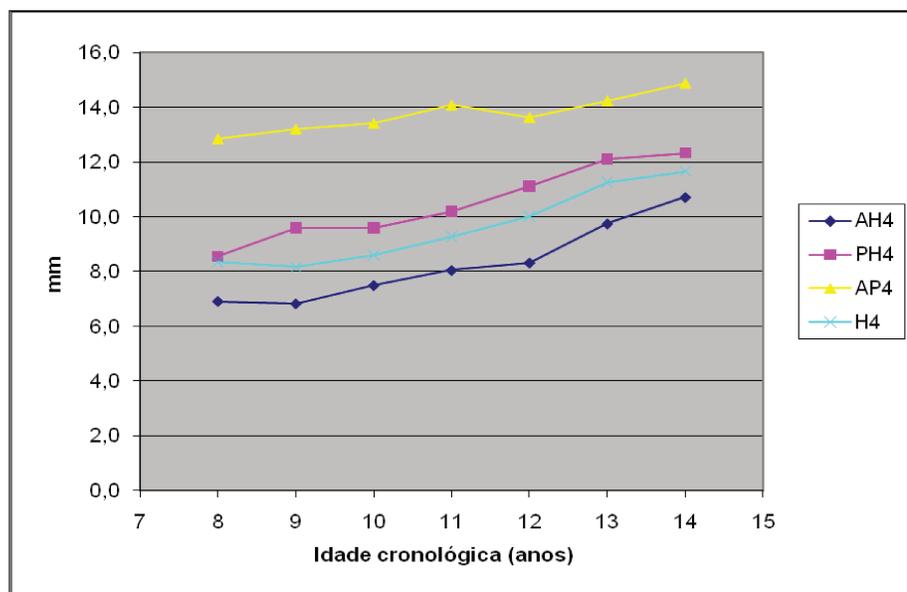


Figura 3- Média das medidas da quarta vértebra cervical nos voluntários do gênero feminino.

Para a amostra do gênero masculino observou-se um aumento maior para AH_{3,4}, PH_{3,4}, H_{3,4} a partir dos 12 anos, porém a medida AP_{3,4} apresentou uma variação menor com a idade.

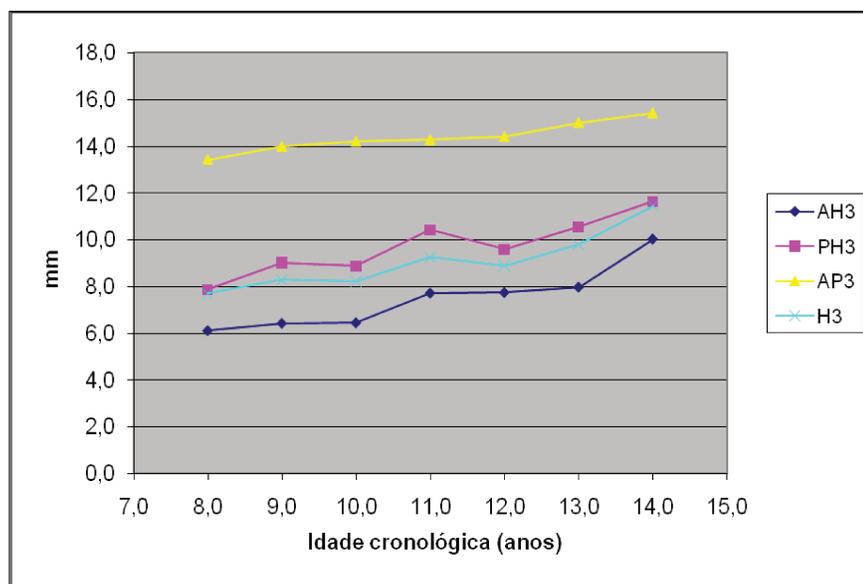


Figura 4- Média das medidas da terceira vértebra cervical nos voluntários do gênero masculino.

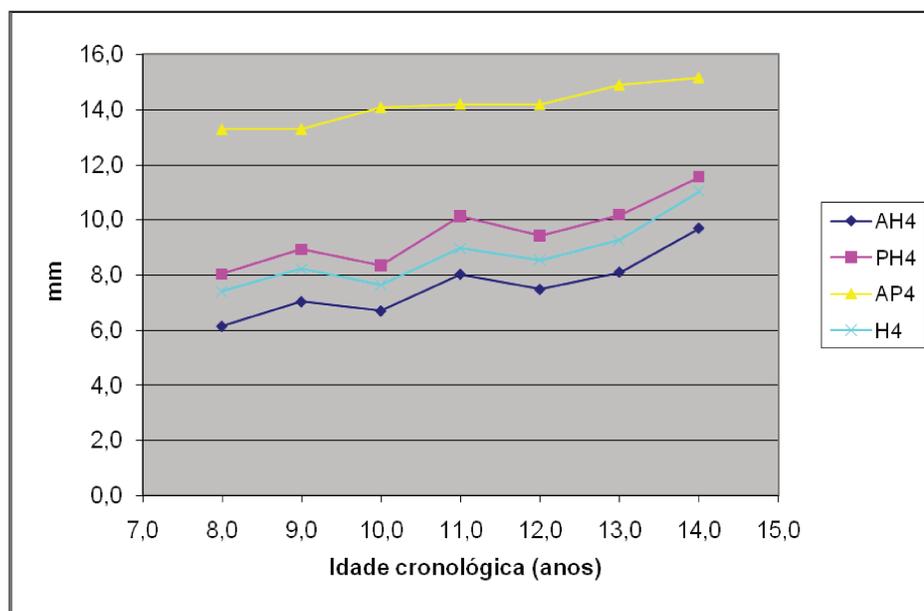


Figura 5- Média das medidas da quarta vértebra cervical nos voluntários do gênero masculino.

Resultados

Na tabela 1 são apresentadas as médias e o intervalos de confiança das idades vertebrais (estimadas pelo modelo desenvolvido por Caldas *et al.*, 2007), idades carpais (estimadas pelo método TW3 – Tanner & Whitehouse, 2001) e idades cronológicas (informadas pelo voluntário). Pela análise dos dados do gênero feminino observa-se que o intervalo a 95% de confiança para a idade vertebral foi de 10,35 – 10,89 anos e para a idade carpal foi de 10,89 – 11,67 anos. O erro médio foi de 1,42 anos com intervalo de confiança de 1,20 – 1,64 anos. Para o gênero masculino o intervalo a 95% de confiança para a idade vertebral foi de 10,16 – 10,72 anos e para idade carpal foi de 10,21 – 10,93 anos, com erro médio de 1,18 anos. Observa-se para os voluntários de Itabaiana o modelo de Caldas *et al.* (2007) estima uma idade menor que a carpal e a cronológica, com erro médio de 1,42 anos em relação a idade carpal para o gênero feminino e 1,18 anos para o gênero masculino ($p < 0,0001$).

Tabela 1. Média (Intervalo de confiança 95%) das idades em função do gênero.

Gênero	Idade			Erro [#] (anos)	P ¹ (teste t para uma média)
	Vertebral*	Carpal	Cronológica		
Feminino	10,62 (10,35-10,89)	11,28 (10,89-11,67)	11,58 (10,89-11,67)	1,42 (1,20-1,64)	<0,0001
Masculino	10,44 (10,16-10,72)	10,57 (10,21-10,93)	11,64 (11,32-11,96)	1,18 (1,00-1,36)	<0,0001

1. teste t comparando o erro com zero

* Estimada pela fórmula proposta por Caldas *et al.*, 2007

diferença entre a vertebral e carpal

Devido a alta média do erro, diferindo significativamente de zero ($p < 0,0001$), a fórmula proposta por Caldas *et al.*, 2007 não pode ser aplicada a essa população. Então, por meio de uma análise regressão múltipla foi

Resultados

desenvolvido um modelo a fim de determinar os modelos de regressão para obter a idade óssea vertebral de acordo com as tabelas 2 e 3.

Tabela 2- Novo modelo para o gênero feminino

Variável	Estimativa do parâmetro	Erro padrão	p-valor
Intercept	-2,2172	1,7790	0,2174
H3	0,9291	0,1136	<0,0001
AP4	0,3089	0,1536	0,0487

R2 ajustado=0,6751 Idade Estimada = -2,2172 + 0,9291 x H3 + 0,3089 x AP4

Tabela 3. Novo modelo para o gênero masculino

Variável	Estimativa do parâmetro	Erro padrão	p-valor
Intercept	1,5333	1,9770	0,4406
AH3	0,5896	0,1313	<0,0001
AP4	0,3619	0,1553	0,0226

R2 ajustado=0,6209 Idade Estimada = 1,5333 + 0,5896 x AH3 + 0,3619 x AP4

6.DISCUSSÃO

As radiografias de mão e punho são úteis devido a essa área ser de fácil acesso e não apresentar incômodo para obtenção das mesmas, além de possuir dezenas de centros de ossificação, assim, esse método é utilizado pela quase totalidade dos ortodontistas para avaliar a maturação esquelética (Fishman, 1982).

Apesar da eficácia desse método de maturação óssea, esforços têm sido empregados em busca de novas técnicas que dispensem radiografias adicionais reduzindo assim a dose de radiação ionizante aos pacientes (Hassel & Farman, 1995; Garcia-Fernandez *et al.*, 1998; Santos & Almeida, 1999).

Um das radiografias de rotina é a radiografia cefalométrica ou telerradiografia onde além das estruturas craniofaciais as vértebras cervicais podem ser visualizadas. Lamparski (1972) foi o pioneiro em propor a avaliar a idade óssea vertebral através da visualização das mudanças dos corpos das vértebras (Morihisa *et al.*, 2005).

Outros autores realizaram estudos baseados nas mudanças dos corpos das vértebras cervicais, método semelhante aos de mão e punho. Porém autores como Baccetti *et al.* (2002), Mito *et al.* (2002) e Caldas *et al.* (2007) realizaram estudos que consistem na mensuração das vértebras cervicais.

Baccetti *et al.* (2002) efetuou além das análises visuais, análises cefalométricas que consistem em mensurar as características morfológicas das vértebras C2,C3 e C4 diferentemente dos autores Mito *et al.* (2002) e Caldas *et al.* (2007) na qual realizaram mensurações das vértebras C3 e C4. Esses autores relatam que a vértebra C2 é mais difícil de mensurar devido à mesma apresentar pequenas alterações morfológicas e as vértebras seguintes não poderem ser visualizadas quando o paciente utiliza o protetor de radiação (Mito *et al.*, 2002; Caldas *et al.*, 2007).

Os resultados encontrados por Caldas *et al.* (2007) indicou que a fórmula proposta por Mito *et al.* (2002) é válida para o gênero feminino pois não houve diferença estatisticamente significativa entre a idade vertebral e a idade óssea, porém, não é válida para o gênero masculino onde foi encontrada diferença estatisticamente significativa.

Devido a esses resultados Caldas *et al.*, 2007 estabeleceu duas novas fórmulas para avaliar objetivamente a maturação óssea vertebral usando as radiografias cefalométricas tanto para o gênero masculino quanto para o feminino.

Para o gênero feminino, pode-se verificar para as medidas PH₃, AH₃, H₃ e AP₃ um crescimento médio entre 8 a 14 anos de 4mm, 3,8mm, 3,7mm e 1,8mm. Esses valores diferem dos verificados por Caldas *et al.*, 2007 onde o acréscimo médio foi de 2mm para PH₃, 6,5mm para AH₃, 4mm para H₃ e 5 mm para AP₃ em um mesmo intervalo entre as idades (8 a 14 anos). Resultados diferentes também foram verificados por Mito *et al.*, 2002, onde os acréscimos médios encontrados foram 5mm para a medida PH₃, 6mm para a AH₃, 5,5mm para H₃ e 2,5mm para AP₃ em um mesmo intervalo de idade.

Para as medidas da vértebra C4 verificou-se um acréscimo médio nas medidas de 3,8mm para AH₄, 3,7mm para PH₄, 3,3mm para H₄ e 2,1mm para AP₄ entre 8 a 14 anos. Resultados diferentes foram verificados por Caldas *et al.*, 2007 que encontrou 7mm para AH₄, 2mm para PH₄, 4mm para H₄ e 5mm para a medida AP₄ para o mesmo intervalo de idade. Mito *et al.*, 2002 verificou um acréscimo médio de 6mm para AH₄, 5mm para a PH₄, 5mm para a H₄ e 2mm para AP₄ com intervalo entre 8 a 14 anos.

Para o gênero masculino as medidas para o acréscimo médio encontrados para a vértebra C3 foram 3,9mm para AH₃, 3,7mm para as medidas PH₃ e H₃ e 2mm para a medida AP₃ em um intervalo entre 8 a 14 anos discordando dos resultados de Caldas *et al.*, 2007 que observou para a medida AH₃ e PH₃ um acréscimo de 4mm e 5mm para a medida H₃. Para a medida AP₃ o

valor encontrado foi 2mm concordando com esta pesquisa com intervalo de idade entre 8 a 14 anos. A vértebra C4 apresentou um acréscimo médio de 3,6mm nas medidas AH₄ e H₄, 3,5mm para PH₄ e 1,9mm para AP₄ diferentes dos resultados verificados por Caldas *et al.*, 2007 que observou um acréscimo de 4mm para as medidas AH₄ e PH₄, 2mm para AP₄ e 5mm para H₄ em um mesmo intervalo (8 a 14 anos).

Esse menor crescimento tanto para o gênero feminino quanto para o masculino pode ser explicado pelo fato da população estudada ser de zona rural com baixo Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) quando comparado ao IDH de Piracicaba 0,836 (IDH,2000) onde foi desenvolvido o trabalho realizado por Caldas *et al.*, 2007.

Os resultados encontrados nessa pesquisa se diferem de Caldas *et al.*, 2007, pois para o gênero feminino o aumento acelerado ocorreu dos 12 aos 14 anos para AH_{3,4}, PH_{3,4}, AP_{3,4} e o H_{3,4} e para o gênero masculino houve um aumento a partir dos 11 anos para AH_{3,4}, PH_{3,4} e o H_{3,4}, porém o AP_{3,4} manteve – se praticamente constante.

Apesar de haver um aumento acelerado o mesmo foi inferior ao encontrado por Caldas *et al.*, 2007 que em seu estudo observou para o gênero feminino um aumento acelerado para AH_{3,4}, AP_{3,4} e H_{3,4} a partir dos 10 aos 13 anos e para o gênero masculino um aumento acelerado para AH₃, AP₃, PH₃ e H₃ dos 12 aos 15 anos e que AH₄, AP₄, PH₄ e H₄ permaneceram praticamente constante. Mais estudos são necessários para poder avaliar essas discrepâncias, pois são escassos trabalhos relatados na literatura estudos sobre maturação óssea vertebral com população de baixo IDH.

Assim, novas fórmulas foram desenvolvidas, pois os erros médios encontrados entre a diferença da idade vertebral e carpal foram superiores a um ano, o que comprova que a fórmula desenvolvida por Caldas *et al.*, 2007 não é válida para a população estudada.

Discussão

As variáveis que compõe o novo modelo estimado para os gêneros feminino (H_3 , e AP_4) e masculino (AH_3 e AP_4) diferem das utilizadas por Caldas *et al.*, 2007 e Mito *et al.*, 2002 tornando o modelo de regressão mais fidedigno para obtenção da idade óssea vertebral nessa população com R^2 ajustado 0,6751 para o gênero feminino e de 0,6209 para o gênero masculino.

7.CONCLUSÃO

Com base na análise dos resultados pode-se concluir que o modelo proposto por Caldas *et al.*, 2007, para estimativa da idade óssea vertebral em crianças da região de Piracicaba não é aplicável para crianças de baixa renda da zona rural da cidade de Itabaiana (SE) e que os novos modelos desenvolvidos para avaliação objetiva da idade óssea vertebral são confiáveis.

REFERÊNCIAS*

Agur AMR. Grant atlas de anatomia. 9 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993 Apud Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F. Nova fórmula para avaliação objetiva da maturação esquelética em radiografias cefalométricas laterais. Braz Oral Res. 2007; 21(4): 330-5.

Araújo TS. Estudo comparativo entre dois métodos de estimativa da maturação óssea [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.

Armond MC, Castilho JCM, Moraes LC. Estimativa do surto de crescimento puberal pela avaliação das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais. Ortodontia. 2001; 34(1): 51-60.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA. An improved version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the assessment of mandibular growth. Angle Orthod. 2002; 72(4): 316-23.

Bench RW. Growth of the cervical vertebrae as related to tongue, face, and denture behavior. Am J Orthod. 1963; 49(3): 183-214.

Bloom JR WL. Medical radiographic technic. 3rd ed. Springfield: Thomas, 1965. Apud Araújo TS. Estudo comparativo entre dois métodos de estimativa da maturação óssea [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; 2001.

Broadbent BH. A new X-ray technique and its application to orthodontia. Angle Orthod. 1931; 1(2): 45-66.

Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter-Neto F. Nova fórmula para avaliação objetiva da maturação esquelética em radiografias cefalométricas laterais. Braz Oral Res. 2007; 21(4): 330-5.

* De acordo com a norma da UNICAMP/FOP, baseada na norma do International Committee of Medical Journal Editors – Grupo de Vancouver. Abreviatura dos periódicos em conformidade com o Medline.

Camargo GTL, Cunha TGE. Estudo do sincronismo entre o índice de maturação das vértebras cervicais, idade dentária e idade carpal com a idade cronológica. SOTAU R. virtual Odontol. 2007; 2: 2-7 [acesso 2008 Out 25]. Disponível em: <http://sotau.sind.googlepages.com/SotauRvirtualOdontol20072pag2a7.pdf>.

Casanova MS, Ortega AI, Haiter-Neto F, Almeida SM. Análise comparativa da maturação óssea determinada pelo método de Grave-Brown entre imagens convencionais e digitalizadas. Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial. 2006; 11(5): 104-9.

Damian MF, Woitchunas FE, Cericato GO, Cechinato F, Moro G, Masochin ME *et al.* Análise da confiabilidade e da correlação de dois índices de estimativa da maturação esquelética: índice carpal e índice vertebral. Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial. 2006; 11(5): 110-20.

Fishman, LS. Chronological versus skeletal age, an evaluation of craniofacial growth. Angle Orthod. 1979; 49(3): 181-9.

Fishman, LS. Maturation patterns and prediction during adolescence. Angle Orthod. 1987; 57(1):178-93.

Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. Angle Orthod. 2006; 76(1): 1-5

Franchi L, Baccetti T, McNamara Jr. JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. Am J Orthod. Dentofacial Orthop. 2000; 118(3): 335-40.

Franco AA, Santana AH, Santana IS, Melo MFB, Junior JHS. Determinação radiográfica da maturidade esquelética e sua importância no diagnóstico e tratamento ortodôntico. Ortodontia. 1996; 29(1): 53-9.

Freitas A, Panella J. Técnicas radiográficas extrabucais. 3. Ed. São Paulo: Artes Médicas; 1994. p. 167- 87.

Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The cervical vertebrae as maturational indicators. J Clin Orthod.1998; 32(4): 221-5.

Greulich WW, Pyle SI. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. London. 2.ed. California: Standford; 1959. p. 256.

Gu Y, McNamara Jr. JA. Mandibular growth changes and cervical vertebral maturation. Angle Orthod. 2007; 77(6): 947-53.

Guzzi BSS, Carvalho LS. Estudo da maturação óssea em pacientes jovens de ambos os sexos através de radiografias de mão e punho. Ortodontia. 2000; 33(3): 49-58.

Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. Am J Orthod.1982; 82(4): 299-309.

Hassel F, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am J Orthod. Dentofacial Orthop. 1995; 107(1): 58-66.

Kamal M, Ragini, Goyal S. Comparative evaluation of hand wrist radiographs with cervical vertebrae for skeletal maturation in 10-12 years old children. J Indian Soc Podod Prev Dent. 2006; 24(3): 127-35.

Kucukkeles N, Alcar A, Biren S, Arun T. Comparisons between cervical vertebrae and hand-wrist maturation for the assessment of skeletal maturity. J Clin Pediatr Dent. 1999; 24(1): 47-52.

Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae [dissertação]. Pittsburgh: University of Pittsburgh; 1972.

_____. Apud Garcia-Fernandez P, Torre H, Flores L, Rea J. The Cervical Vertebrae as Maturational Indicators. J Clin Orthod.1998; 32(4): 221-5.

_____. Apud Santos SCBN, Almeida RR. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais. *Ortodontia*. 1999; 32(2): 33-45.

_____. Apud San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur Orthod*. 2002; 24(3): 303-11.

_____. Apud Baccetti T, Franchi L, McNamara Jr JA. An improved Version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2002; 72(4): 316-23.

_____. Apud Camargo GTL, Cunha TGE. Estudo do sincronismo entre o índice de maturação das vértebras cervicais, idade dentária e idade carpal com a idade cronológica. *SOTAU R. virtual Odontol*. 2007; 2: 2-7 [acesso 2008 Out 25]. Disponível em: <http://sotau.sind.googlepages.com/SotauRvirtualOdontol20072pag2a7.pdf>.

Lara TS, Pignatta LMB, Arantes FM, Bertoz APM, Santos ECA, Bertoz FA. Associação entre idade óssea determinada pelas vértebras cervicais e estágios de formação dentária avaliados em radiografias panorâmicas. *Ortodontia*. 2007; 40(2): 102-8.

Lara TS, Bertoz FA, Santos ECA, Bertoz APM. Morfologia das 3^a e 4^a vértebras cervicais representativa do surto de crescimento puberal. *Rev Dent Press Ortodon Ortopedi Facial*. 2008; 13(6): 66-76.

Marcondes E, Rumel A, Schwartsman S. Determinação da Idade óssea e dental pelo exame radiográfico, em crianças de meio Sócio-econômico baixo. *Rev Fac Odontol Univ São Paulo*. 1965; 3(1): 185-91.

Mito T, Sato K, Mitani H. Cervical vertebral bone age in girls. *Am J Orthod. Dentofacial Orthop*. 2002; 122(4): 380-5.

Morihisa O, Feres R, Vasconcelos MHF, Sannomiya EK. Avaliação da maturação esquelética: Uma revisão comparativa do método carpal e da imagem das vértebras cervicais. *Ortodontia*. 2005; 38(3): 267-73.

Nicodemo RA, Moares LC, Médici Filho E. Tabela cronológica da mineralização dos dentes permanentes entre brasileiros. *Rev Fac Odontol São José Campos*. 1974; 3(1): 55-6.

Nolla CM. The Development of the permanent teeth. *J Dent Child*. 1960; 27: 254-66.

Perry HT, Damico F. Época de tratamento ortodôntico relacionada com o "spurt" de crescimento facial. *Ortodontia*. 1972; 5(3): 123-31.

Plasschaert AS, Generoso R, Armond MC, Paixão MPM, Rocha BEPM. Estudo comparativo dos métodos inspeccional e computadorizado da maturação óssea das vértebras cervicais. *Rev ABRO*. 2008; 9(3): 33-41.

Organizações das Nações Unidas – ONU. Índice de Desenvolvimento Humano Municipal. [acesso 2009 Fev 12]. Disponível em: <http://www.frigoletto.com.br/GeoEcon/idhsp.htm>

Santos SCBN, Almeida RR. Estudo comparativo de dois métodos de avaliação da idade esquelética utilizando telerradiografias em norma lateral e radiografias carpais. *Ortodontia*. 1999; 32(2): 33-45.

San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur Orthod*. 2002; 24 (3): 303-11.

Sergipe (Estado). Superintendência de Estudos e Pesquisas. Índice de Desenvolvimento Humano. Sergipe: SUPES [acesso 2008 Nov 15]. Disponível em: <http://www.seplan.se.gov.br/supes/modules/tinyd0/index.php?id=21>.

Singer J. Physiologic timing of orthodontic treatment. Angle Orthod.1980; 50(4): 323-33.

Statistical Analysis System,SAS.Institute,Cary,NC,versão 9.1,2003.

Tanner JM, Whitehouse RH. Standards for skeletal maturation. Paris: International Children's Center; 1959.

Tavano O,Freitas JAS, Lopes ES. Comparação entre duas tabelas de avaliação de idade biológica através do desenvolvimento ósseo. Clin Pediatr, 1982: 7-9.

Tetradis S, Kantor ML. Prevalence of skeletal and dental anomalies and normal variants seen in cephalometric and other radiograph of orthodontic patients. Am J Orthop. Dentofacial Orthop. 1999; 116(5): 572-7.

Uysal T,Ramoglu SI, Bascifci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship?. Am J Orthop. Dentofacial Orthop. 2006; 130(5): 622-28.

Anexo 1



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



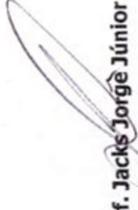
CERTIFICADO

O Comitê de Ética em Pesquisa da FOP-UNICAMP certifica que o projeto de pesquisa "Avaliação da maturação esquelética em Sergipe por meio da análise das vértebras cervicais", protocolo nº 055/2007, dos pesquisadores **GLÁUCIA MARIA BOVI AMBROSANO** e **LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR**, satisfaz as exigências do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde para as pesquisas em seres humanos e foi aprovado por este comitê em 17/08/2007.

The Ethics Committee in Research of the School of Dentistry of Piracicaba - State University of Campinas, certify that the project "**Skeletal maturation assessment of Sergipe using cervical vertebrae analysis**", register number **055/2007**, of **GLÁUCIA MARIA BOVI AMBROSANO** and **LUCIANA BARRETO VIEIRA AGUIAR**, 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 at 17/08/2007.



Prof. Cinthia Pereira Machado Tabchoury
Secretária
CEP/FOP/UNICAMP



Prof. Jacks Jorgê Júnior
Coordenador
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.