



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"  
Campus São José dos Campos

**TÁSSIA MARA FERNANDES MENDONÇA**

**COMPARAÇÃO DAS RAZÕES LINEARES DAS  
VÉRTEBRAS CERVICAIS POR TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO (TCFC)**



**2012**

**TÁSSIA MARA FERNANDES MENDONÇA**

**COMPARAÇÃO DAS RAZÕES LINEARES DAS  
VÉRTEBRAS CERVICAIS POR TOMOGRAFIA  
COMPUTADORIZADA DE FEIXE CÔNICO (TCFC)**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP – Univ Estadual Paulista, como parte dos requisitos para obtenção do Título de MESTRE, pelo Programa de Pós-Graduação em BIOPATOLOGIA BUCAL, Área Radiologia Odontológica.

Orientador: Prof. Titular Luiz Cesar de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Coutinho Manhães Junior

São José dos Campos

2012

Apresentação gráfica e normalização de acordo com:  
Alvarez S, Coelho DCAG, Couto RAO, Durante APM. Guia prático para  
Normalização de Trabalhos Acadêmicos da FOSJC. São José dos  
Campos: FOSJC/UNESP; 2010.

M523c Mendonça, Tássia Mara Fernandes  
Comparação das razões lineares das vértebras cervicais por tomografia  
computadorizada de feixe cônico (TCFC) / Tássia Mara Fernandes Mendonça. -  
São José dos Campos : [s.n.], 2012.  
72.f. : il.

Dissertação (Mestrado em Biopatologia Bucal) – Faculdade de Odontologia de  
São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2012.

Orientador: Prof. Prof. Titular Luiz Cesar de Moraes

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Roberto Coutinho Manhães Junior.

1. Vértebras cervicais. 2. Maturação óssea. 3. Tomografia de feixe cônico. I.  
Moraes, Luiz Cesar de. II. Faculdade de Odontologia de São José dos Campos,  
UNESP - Univ Estadual Paulista. III. Universidade Estadual Paulista “Julio de  
Mesquita Filho”. IV. UNESP – Univ Estadual Paulista. V. Título

tD622

Ficha catalográfica elaborada pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação da  
Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por  
qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

São José dos Campos, 30 de Agosto de 2012.

Assinatura :

E-mail: tassia.mendonca@fosjc.unesp.br

**BANCA EXAMINADORA**

**Prof. Tit. Luiz Cesar de Moraes (Orientador)**

Faculdade de Odontologia de São José Dos Campos  
UNESP - Univ Estadual Paulista

**Prof. Dr. Mauro Pedrine Santamaria**

Faculdade de Odontologia de São José Dos Campos  
UNESP - Univ Estadual Paulista

**Prof. Adj. Jorge Abrão**

Faculdade de Odontologia  
USP - Universidade de São Paulo

São José dos Campos, 16 de julho de 2012.

## DEDICATÓRIA

Aos meus queridos e amados pais **Maurício Benedito Mendonça** e **Cleide Mara Fernandes Mendonça**, amigos, pais dedicados, amorosos, verdadeiros exemplos de vida, de família e de trabalho. Obrigada mãe e pai por participarem de todas as fases da minha vida, por me apoiarem nas decisões e acima de tudo me ensinarem valores como o amor, a família, a humildade e o trabalho.

Aos meus queridos irmãos **Tânia Marcelle Fernandes Mendonça** e **Túlio Maurício Fernandes Mendonça**, amigos, companheiros, e que sempre torcem pelo meu sucesso. Obrigada por serem meus irmãos de maneira espetacular e estarem sempre ao meu lado.

Amo vocês!

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

À **DEUS**, pelo bem mais precioso que é a vida. Pela benção de ter uma família maravilhosa. Pela proteção constante e por sempre iluminar meu caminho. Pelas oportunidades e pela esperança renovada a cada dia.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador **Professor Titular Luiz Cesar de Moraes** muito agradeço pela paciência e atenção, além da tranquilidade e alegria contagiantes;

Ao meu co-orientador **Professor Assistente Doutor Luiz Roberto Coutinho Manhães Junior**, por participar no meu Exame Geral de Qualificação com excelentes idéias e sugestões, pela atenção, amizade, disponibilidade, bom humor constante e todo o apoio ao longo do curso;

À **CAPES**, pela concessão da bolsa durante meu Mestrado;

Ao Diretor da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP, **Professor Doutor Carlos Augusto Pavanelli**, um dos responsáveis pela organização da infra-estrutura e dos recursos dessa faculdade.

À Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Biopatologia Bucal da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP, **Professora Doutora Cristiane Yumi Koga Ito**, pela competência, disposição, organização com que conduz o curso.

À **Clinica OdontoScan**, de Vitória, por gentilmente me ceder os exames de Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico, sem os quais não seria possível a realização desta dissertação.

Aos **Professores e Funcionários da Disciplina de Radiologia Odontológica** da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP:

**Professor Adjunto Julio Cezar de Melo Castilho**, pelo aprendizado e pela oportunidade de conviver ao longo do curso;

**Professora Adjunta Mari Eli Leonelli de Moraes**, pelo aprendizado durante todo o curso, agradeço as oportunidades, o carinho, atenção, dedicação e amizade.

**Professor Assistente Doutor Sérgio Lúcio Pereira de Castro Lopes**, sempre acessível e disposto a ensinar, agradeço a amizade, paciência, dedicação, atenção e disponibilidade.

**Conceição e Eliana**, pela alegria, companhia e pelo carinho sempre dedicado ao departamento de Radiologia.

À **Professora Assistente Doutora Simone Helena Gonçalves de Oliveira**, pela atenção e disponibilidade em ceder imagens para a aula do Exame Geral de Qualificação.

Ao **Professor Titular Sigmar de Mello Rode** pela participação em meu Exame Geral de Qualificação e pelas sugestões para a realização da dissertação;

Aos amigos de **Pós-Graduação**:

**Caio Matai, Carolina Bacci, Rafaela Rangel, João César, Ana Amélia, Paula Faria, Maria Fernanda, Marco Rocco, Roselaine Coelho, Leila e**



**Afonso Celso**, pelo apoio, carinho, companheirismo, troca de experiências, boas idéias, ótimos conselhos e pela amizade.

Aos **funcionários** da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - UNESP:

À diretora técnica de Serviços de Biblioteca e Documentação **Silvana Alvarez**, pelas orientações necessárias para a realização deste trabalho e normalização do mesmo;

Às funcionárias da biblioteca, pela colaboração e pelo excelente atendimento bibliotecário;

À Pós-graduação **Erena, Rose e Bruno** pelas informações e orientações durante o curso;

Ao **Carlos Alberto Guedes** pela constante atenção.

À **amiga** e conselheira **Flávia Goulart da Rosa Cardoso**, pelo apoio e incentivo fundamentais para o início e andamento deste curso, pela amizade inestimável, e exemplo de profissional competente e dedicada.

Ao **companheiro** e amigo **Fernando Rios**, pelo incentivo, pelas palavras de apoio e de força, pelo carinho, pelo exemplo de amor a profissão e dedicação incansável e por estar ao meu lado nessa busca pelo aprendizado.

A **todas** as demais **pessoas** que estiveram comigo nessa caminhada.

Muito Obrigada!

*“Não existem pessoas de sucesso e pessoas fracassadas.  
O que existem são pessoas que lutam pelos seus sonhos ou  
desistem deles.”*

*Augusto Cury*

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	10
<b>ABSTRACT</b> .....	11
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	15
2.1 Maturação das vértebras cervicais (MVC) .....	15
2.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) .....	34
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	39
<b>4 MATERIAL E MÉTODO</b> .....	40
4.1 Seleção da amostra .....	40
4.2 Classificação da amostra .....	40
4.3 Mensurações das vértebras cervicais .....	42
4.4 Comparações entre as razões obtidas para cada grupo com os estágios de maturação pela curva de crescimento .....	47
<b>5 RESULTADOS</b> .....	48
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	56
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	62
<b>8 REFERÊNCIAS</b> .....	63
<b>ANEXOS</b> .....	71

Mendonça T M F. Comparação das razões lineares das vértebras cervicais por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista; 2012.

## RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar possíveis diferenças das razões lineares da segunda e da terceira vértebras cervicais em cinco estágios do surto de crescimento puberal (SCP) avaliadas por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC). Foram selecionados 26 exames de TCFC e as respectivas radiografias de mão e punho, de pacientes do sexo masculino e do feminino, com idades entre 8 e 18 anos e 11 meses. A amostra selecionada foi dividida em cinco grupos de acordo com os eventos de ossificação presentes nas radiografias de mão e punho, seguindo a curva de crescimento proposta por Martins e Sakima (1977), modificada por Mercadante (1996). Os exames tomográficos foram analisados por meio do próprio software do equipamento I-Cat<sup>®</sup> sob a extensão de arquivo "xstd". De posse do plano sagital ajustado ao protocolo de imagem foram realizadas, de forma objetiva, as mensurações das vértebras C2 e C3, por meio de onze pontos, a partir dos quais oito distâncias lineares foram obtidas. Baseados nestas, foram calculadas quatro razões, sendo uma de C2 e o restante de C3. Para verificar a existência de diferenças entre as razões obtidas para os cinco grupos da curva de crescimento, foi realizado o teste estatístico de análise de variância (Anova), fator único, associado ao teste de homogeneidade de Tukey para caracterizar cada fase do SCP. O nível de significância adotado foi de 95% para todas as análises. Verificou-se que o método é reprodutível ( $r^2=0,994$ ), sendo crescente as razões C2R, C3R e AL conforme as fases do SCP. Já para ASAP, observou-se aumento apenas nas fases 1, 3 e 5. De acordo com os resultados obtidos foi possível concluir que houve diferenças estatisticamente significantes entre as razões avaliadas das vértebras C2 e C3 entre as fases do SCP, exceto entre o Pico e a Curva descendente.

Palavras-chave: Vértebras cervicais. Maturação óssea. Tomografia de feixe cônico.

Mendonça TMF. Comparison of linear ratios of the cervical vertebrae by cone beam computed tomography (CBCT) [dissertation]. São José dos Campos, School of Dentistry of São José dos Campos, UNESP - Univ Estadual Paulista, 2012.

## **ABSTRACT**

*This study aimed to evaluate possible differences of linear ratios of the second and third cervical vertebrae in five stages of pubertal growth spurt (PGS) evaluated by cone beam computed tomography (CBCT). A total of 26 CBCT scans and their hand and wrist radiographs of males and females, aged between 8 and 18 years and 11 months. The sample was divided into five groups according to the events of ossification present in the hand and wrist radiographs, following the curve of growth proposed by Martins and Sakima (1977), modified by Mercadante (1996). CT scans were analyzed using the software itself I-Cat ® equipment under the file extension "xstd." Having the sagittal image adjusted to the protocol were performed in an objective way, measurements of C2 and C3, by eleven points, from which eight linear distances were obtained. Based on these, four were calculated reasons, one of C2 and C3 of rest. To check for differences between the ratios obtained for the five groups of the growth curve was performed to test statistical analysis of variance (ANOVA) single factor associated with the Tukey's test of homogeneity to characterize each phase of the PGS. It was found that the method is reproducible ( $r^2 = 0.994$ ), with increasing ratios C2R, and AL C3R as phases of SCP. As for ASAP, growth observed only stages 1, 3 and 5. According to the results we conclude that statistically significant differences between the measured ratios of C2 and C3 between the phases of the PGS, except between the peak and descending curve.*

*Keywords: Cervical vertebrae. Maturation. Cone beam tomography.*

## 1 INTRODUÇÃO

É de grande importância o conhecimento do crescimento e desenvolvimento do paciente para o planejamento do tratamento ortodôntico, principalmente em casos de discrepâncias maxilo-mandibulares, onde é necessário intervenções por meio de aparelhos ortopédicos funcionais que redirecionem esse crescimento de maneira efetiva.

O crescimento e a maturação óssea acompanham a tendência de crescimento geral do corpo, ocorrendo de forma mais marcada na infância e puberdade e com velocidade decrescente, salvo pelos períodos de aceleração como no surto de crescimento puberal (SCP) (Ursi, 1994).

Apesar de o SCP ocorrer em toda população saudável, varia quanto ao seu início, intensidade, duração e velocidade, além disso, pode ser influenciada por fatores genéticos, raciais, ambientais, dimorfismo sexual assim como por circunstâncias nutricionais e sócio-econômicas. Existe ainda, uma variabilidade no tempo do surto que reflete as diferenças na maturidade física de crianças com a mesma idade cronológica (Fishman, 1982; Armond et al., 2001), sem que isso implique que elas estejam fora do padrão de normalidade.

O grau de maturidade alcançado por um indivíduo pode ser avaliado por indicadores como: (1) a idade cronológica, determinada pelo tempo de vida; (2) a idade biológica, representada pela idade de desenvolvimento e fortemente relacionada à idade óssea; (3) a idade mental, que reflete a maturidade psicológica; (4) a idade morfológica, representada pelo peso, altura, caracteres sexuais secundários; e (5) a

idade esquelética, baseada na maturação óssea, avaliada por meio da idade óssea e idade óssea vertebral, e também na cronologia da mineralização dentária avaliada por meio da idade dentária (Moraes et al.,1998).

A idade óssea é o indicador mais comumente utilizado nos estudos sobre crescimento e desenvolvimento e é considerado um verdadeiro registro da idade biológica. Sua determinação está baseada nas mudanças esqueléticas que podem ser visualizadas em radiografias de áreas selecionadas do corpo, durante todo o período de crescimento (Tavano, 1976).

Vários métodos de avaliação da idade óssea foram propostos, utilizando forma, tamanho e estágios da maturação sendo que os mais difundidos utilizam radiografias de mão e punho (Greulich, Pyle, 1959; Tanner, Whitehouse, 1959, 1983 e 2001; Eklöf, Ringerts,1967). Outra forma de avaliação do desenvolvimento é a verificação do surto de crescimento por meio da avaliação dos estágios de maturação óssea. (Grave, Brown, 1976; Martins, Sakima,1977; Fishman, 1982).

Entre os métodos de avaliação da idade óssea, muitas pesquisas têm sido realizadas a partir dos achados de Lamparski (1972), e as modificações realizadas por Hassel e Farman (1995) e Baccetti et al. (2002), que observaram as alterações que ocorriam nas vértebras cervicais com o decorrer do desenvolvimento do indivíduo. A vantagem recai na diminuição de incidências radiográficas da mão e punho, já que as radiografias cefalométricas laterais são exames que fazem parte da documentação ortodôntica de rotina (Hassel, Farman, 1995; Baccetti et al., 2002; Mito et al., 2002; Grave, Townsend, 2003). No entanto, existe dificuldade na avaliação visual das vértebras cervicais cujas alterações são muito sutis.

Por sua vez, a tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) tem grande potencial em oferecer informações

complementares superiores à radiografia convencional já que permite a reprodução de uma secção do corpo humano em qualquer um dos três planos do espaço, dando noção de volume e profundidade. Fornece informações importantes para o diagnóstico e planejamento ortodôntico por meio de apenas uma incidência em substituição a exames como a radiografia panorâmica, cefalométrica lateral e oclusal.

As aplicações da TCFC em Ortodontia atualmente são: (1) avaliação do posicionamento tridimensional de dentes retidos e supranumerários; (2) planejamento de implantes; (3) mensurações de espessura, morfologia óssea e distância inter-radicular para instalação de microimplantes; (4) planejamento e avaliação de cirurgias ortognáticas; (5) avaliação de assimetrias faciais; (6) avaliação das vias aéreas; (7) avaliação da forma, deslocamento e crescimento anômalo de côndilos mandibulares; (8) sobreposições tomográficas para avaliação de crescimento, e estabilidade de cirurgias ortognáticas; (9) avaliações cefalométricas e (10) avaliação do grau de reabsorção de dentes adjacentes a caninos retidos (Gadêlha et al.,2006, Garib et al.,2007, Zamora et al., 2011).

Além de oferecer imagens precisas, sem sobreposições ou distorções, a TCFC facilita a avaliação das alterações que ocorrem nas vértebras cervicais de acordo com o desenvolvimento. Sabendo das vantagens e indicações dessa modalidade de imagem, o objetivo nesta pesquisa será verificar se existe diferença entre as razões das vértebras cervicais C2 e C3, nas diferentes fases do surto de crescimento puberal, por meio de imagens de TCFC.



## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 Maturação das vértebras cervicais (MVC)

Em 1972, Lamparski avaliou se as mudanças no tamanho e na forma das vértebras cervicais visíveis na radiografia cefalométrica lateral (RCL) poderiam ser utilizadas para avaliar a idade óssea de um indivíduo. Para isso comparou as mudanças ocorridas nas vértebras com as modificações ósseas das estruturas da mão e punho, avaliadas pelo método de Greulich e Pyle (1959). Após suas observações, o autor descreveu seis estágios de maturação, baseados nas alterações morfológicas das vértebras cervicais, mais precisamente da segunda a sexta vértebra (Figura 1).

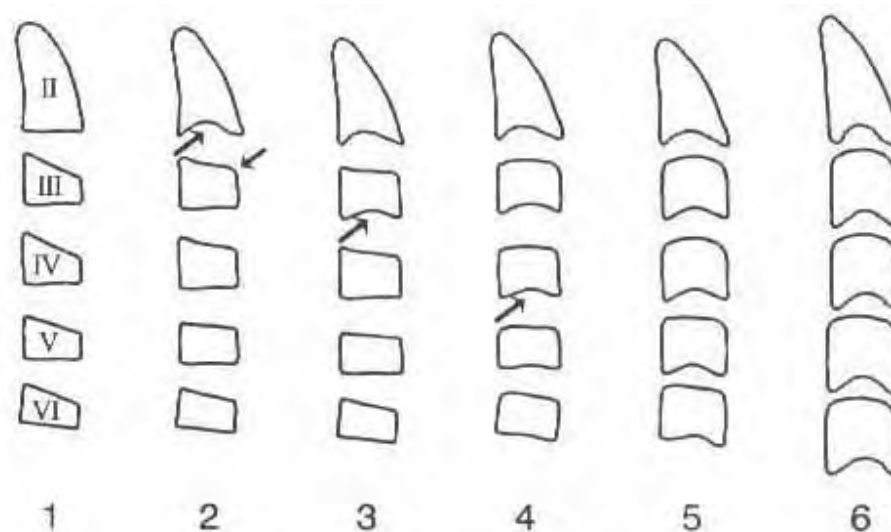


Figura 1 – Estágios de maturação das vértebras cervicais propostos por Lamparski (1972).

A partir dos resultados obtidos, Lamparski (1972) concluiu que as mudanças relativas à maturação, que ocorrem entre a segunda e a sexta vértebra cervical, poderiam ser utilizadas para a avaliação da idade esquelética de um indivíduo. A avaliação da idade esquelética por esse método mostrou-se estatisticamente válida e confiável, apresentando o mesmo valor clínico que a avaliação da região de mão e punho. Os indicadores de maturação das vértebras cervicais constituem-se do início do desenvolvimento de concavidades nas bordas inferiores dos corpos vertebrais e de aumentos sucessivos na altura vertical total destes corpos, que passam de um formato de cunha, com declive de posterior para anterior na sua superfície superior, para um formato retangular e posteriormente quadrado, para, ao final do desenvolvimento apresentar uma altura maior que sua largura. Esses indicadores mostraram-se os mesmos para ambos os sexos, porém o sexo feminino alcançou a maturação antes do sexo masculino, como era previsto pelo autor.

Hellsing, em 1991, avaliou RCLs de 107 crianças, divididas em 3 grupos com diferentes faixas etárias – de 8,11 e 15 anos - e 22 adultos, com o objetivo de relacionar as alterações ocorridas na altura das vértebras com o crescimento estatural. Observou que os homens adultos eram significativamente mais altos que as mulheres adultas. Verificou que aos 15 anos de idade, indivíduos do sexo feminino atingem medidas vertebrais de adulto, ao passo que meninos, aos 15 anos de idade, ainda não completaram o crescimento vertebral. Concluiu que existe a possibilidade do uso da altura e do comprimento das vértebras cervicais como método de predição de crescimento com a vantagem de eliminar exposição radiográfica adicional, já que as vértebras cervicais são registradas em RCLs.

Em 1995, Hassel e Farman, a fim de fornecer uma ferramenta adicional ao ortodontista para avaliar o potencial de crescimento de indivíduos adolescentes, estudaram a maturação

esquelética das vértebras cervicais (MEVC) observadas em RCLs e relacionaram com a maturação esquelética da mão e punho (MEMP) pelo método de Fishman (1982). Utilizaram uma amostra de caráter longitudinal de 220 indivíduos do sexo masculino e do feminino, com idades entre 8 e 18 anos. Realizaram uma modificação do método proposto por Lamparski (1972), com o objetivo de avaliar apenas a segunda, terceira e a quarta vértebras (C2, C3 e C4). Com base nos resultados determinaram seis categorias de índice de maturação das vértebras cervicais (IMVC). Os autores observaram que as formas das vértebras cervicais variam a cada nível de desenvolvimento esquelético, o que proporciona um meio de avaliar o grau de maturação óssea de um indivíduo e por conseqüência, o seu potencial de crescimento restante. Verificaram que a anatomia das vértebras C3 e C4 se altera de uma forma de cunha para retangular horizontal, quadrada e retangular vertical durante o processo de maturação óssea (Figura 2). As bordas inferiores das vértebras imaturas são planas, enquanto que as das maduras são côncavas. As concavidades aparecem seqüencialmente em C2, C3 e C4 e se modificam progressivamente à medida que a maturação ocorre. Entretanto, cada estágio se sobrepõe ao seguinte, o que torna difícil a diferenciação de casos limítrofes.

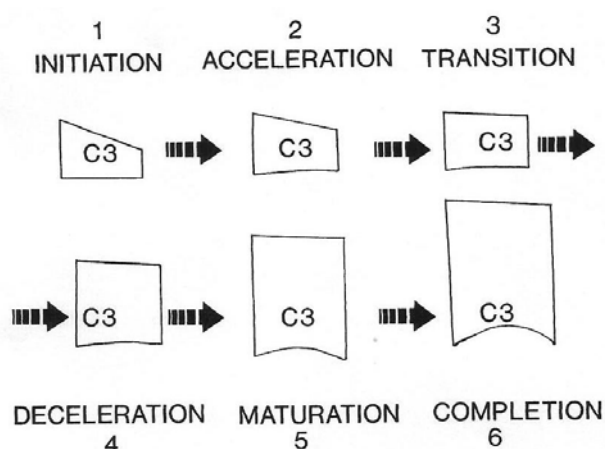


Figura 2 - Indicadores de maturação da vértebra cervical utilizando C3 como guia, de acordo com Hassel e Farman (1995).

Em 2002, Baccetti et al. sugeriram uma nova versão do método de avaliação dos estágios de maturação das vértebras cervicais (EMVC), e avaliaram sua validade utilizando apenas as vértebras C2, C3 e C4, já que o método proposto por Lamparski (1972), apresentava a limitação de nem sempre as vértebras C5 e C6 estarem presentes nas RCLs. Selecionaram 30 indivíduos que possuíam RCLs obtidas anualmente. Cada um tinha duas RCLs consecutivas compreendendo o período de pico de crescimento mandibular (PCM), duas RCLs consecutivas prévias ao PCM e duas consecutivas pós PCM. Esses exames foram divididos em seis grupos (T1 a T6), de acordo com a época em que foram obtidos. Analisaram a morfologia dos corpos de C2, C3 e C4, tanto visualmente quanto cefalometricamente (Figura 3).

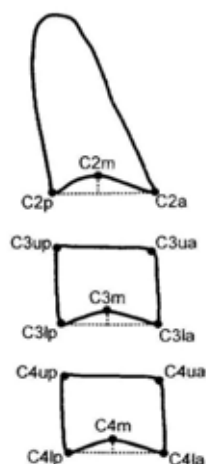


Figura 3 – Pontos cefalométricos para análise quantitativa das características morfológicas do corpo das vértebras C2, C3 e C4, segundo Baccetti et al. (2002). C2m, C3m, C4m – pontos médios das vértebras C2, C3 e C4; C2p – ponto mais posterior da vértebra C2; C2a – ponto mais anterior da vértebra C2; C3up, C4up – ponto mais postero-superior das vértebras C3 e C4; C3ua, C4ua – ponto mais antero-superior de C3 e C4; C3lp, C4lp – ponto mais pósterio-inferior das vértebras C3 e C4; C3la, C4la – ponto mais antero-inferior das vértebras C3 e C4.

Visualmente, consideraram a presença de concavidade no bordo inferior de C2, C3 e C4 e a forma do corpo de C3 e C4, classificando-a em trapezóide, retangular horizontal, quadrada e retangular vertical. A análise cefalométrica das vértebras cervicais foi

realizada por pontos localizados nos quatro ângulos dos corpos vertebrais e na maior profundidade do bordo inferior das vértebras. Verificaram que a presença de concavidade distinta no bordo inferior de C3 é o indicativo da proximidade do pico de crescimento na maior parte dos indivíduos. Constataram que as modificações de tamanho e forma das vértebras cervicais nos indivíduos em crescimento têm ganhado interesse como indicadores do estágio de maturação óssea, devido à presença destas estruturas em RCLs, exames rotineiramente requisitados na prática ortodôntica. Os resultados do estudo levaram os autores a reclassificar os EMVCs. Concluíram que o presente método de avaliação das vértebras cervicais foi particularmente útil na avaliação de maturação óssea em RCLs onde apenas as vértebras C2, C3 e C4 puderam ser observadas.

Mito et al., em 2002, estudando a idade óssea das vértebras cervicais em 176 indivíduos do sexo feminino, da raça japonesa, sugeriram a avaliação do EMVC por meio de medidas lineares. Estabeleceram uma fórmula de regressão (1) para análise objetiva da maturação esquelética em radiografias cefalométricas, mediram os corpos da terceira e quarta vértebras cervicais desses indivíduos (Figura 4). Em seguida, utilizaram RCLs e radiografias de mão e punho (RMP) de outros 66 indivíduos, também do sexo feminino, e avaliaram a relação entre idade óssea vertebral e idade óssea por meio do método de Tanner e Whitehouse 2 (TW2). A análise dos resultados sugeriu que a idade óssea das vértebras cervicais pode refletir a maturidade esquelética, pois se aproxima a idade óssea pelo método TW2 em RMPs, que é considerado o método mais confiável para a avaliação da maturação esquelética. Concluíram ser possível avaliar a maturidade esquelética de forma detalhada e objetiva utilizando a idade óssea vertebral em RCLs.

$$\text{IOV} = 0,20 + 6,20 \times \text{AH3/AP3} + 5,90 \times \text{AH4/AP4} + 4,74 \times \text{AH4/PH4} \quad (1)$$

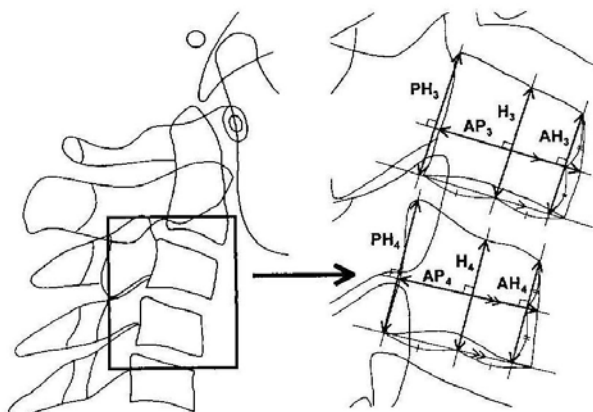


Figura 4 – Áreas do corpo das vértebras cervicais mensuradas na radiografia cefalométrica, de acordo com Mito et al. (2002).

Sán Roman et al. (2002) examinaram RCLs e RMPs de 958 indivíduos caucasianos, do sexo masculino e do feminino, de 15 a 18 anos, com o objetivo de verificar se as alterações morfológicas das vértebras cervicais são úteis para determinar o estágio de crescimento. Os estágios de maturação óssea pelas radiografias de mão e punho foram obtidos pelos métodos propostos por Grave e Brown (1976) e Björk e Helm (1967). Nas RCLs utilizaram os métodos de Lamparski (1972) e Hassel e Farman (1995), em ambos foram utilizados estágios intermediários. A fim de desenvolver um novo método para avaliar a maturação esquelética, observaram as alterações na concavidade inferior, altura e largura, forma do corpo vertebral, e determinaram estágios de acordo com cada item avaliado. Todos os valores de correlação obtidos foram estatisticamente significativos. Os resultados mostraram que a precisão do novo método é comparável ao método de Hassel e Farman (1995) e superior ao método de Lamparski (1972). Todavia, confirmaram a utilidade do método de Hassel e Farman (1995), quando observaram grande correlação desse método com o método da mão e punho, justificada pela maior quantidade de detalhes empregados em cada estágio por esses autores. Destacaram que o melhor parâmetro morfológico vertebral é a concavidade inferior.

Generoso et al., em 2003, relacionaram a maturação das vértebras cervicais, por meio dos índices descritos por Lamparski (1972), e modificados por Hassel e Farman (1995), com a idade cronológica de 380 indivíduos leucodermas, brasileiros, do sexo masculino e do feminino, com idade de 6 a 16 anos. Afirmaram que a determinação do estágio de crescimento e desenvolvimento ósseo é de grande importância para o correto diagnóstico, planejamento e tratamento dos indivíduos, principalmente aqueles que se encontram na fase de crescimento puberal. Concluíram que a idade cronológica apresentou relação direta com a maturação das vértebras cervicais. Assim à medida que a idade aumentava, também de maneira similar, o índice de maturação das vértebras cervicais (IMVC) foi maior. Afirmaram ainda, que os aspectos anatômicos dos seis índices de maturação das vértebras cervicais descritos por Lamparski (1972) e Hassel e Farman (1995) algumas vezes não se aplicavam aos aspectos observados em algumas radiografias da amostra inicial, gerando dúvidas na determinação do IMVC, o que os levaram a pensar na existência de estágios intermediários nesse índice.

Grave e Townsend (2003) pesquisaram os estágios de maturação das vértebras cervicais, compararam individualmente com os eventos de ossificação da mão e punho e relacionaram esses eventos à época do pico de crescimento em estatura e crescimento mandibular. Utilizaram no estudo uma amostra de 47 meninos e 27 meninas, com idades entre 8 e 18 anos. Para cada indivíduo foi determinado o pico de velocidade de crescimento em estatura (PVCE), assim como o pico de velocidade de crescimento mandibular (PVCM). A análise dos resultados mostrou que para a maioria das crianças o PVCM coincidiu com o PVCE. Combinações específicas de mão e punho e estágios da maturação cervical ocorreram de forma consistente antes, durante ou após o surto de crescimento. Os autores concluíram que a combinação dos indicadores da mão e punho e da vértebra cervical pode melhorar a previsão do surto

de crescimento do adolescente e contribuir de modo significativo no gerenciamento de casos de classe II.

Baccetti et al., em 2005, com a finalidade de introduzir uma versão modificada do método de análise da maturação da vértebra cervical (MVC) para detecção do pico de crescimento mandibular, analisaram por meio de avaliação visual e cefalométrica, a morfologia do corpo da segunda (C2), terceira (C3) e quarta (C4) vértebras cervicais em 6 avaliações consecutivas (T1 a T6) de 30 indivíduos não tratados ortodonticamente. O novo método é composto por seis estágios (Figura 5). Por meio dos resultados observaram que os EMVC I e II correspondem aos estágios pré-pico; entre o EMVC III e IV, ocorre o pico de crescimento mandibular; já o EMVC VI ocorre 2 anos após o pico. Concluíram que o uso do método do EMVC permite ao clínico identificar a melhor época de tratamento de uma série de desarmonias dento esqueléticas.

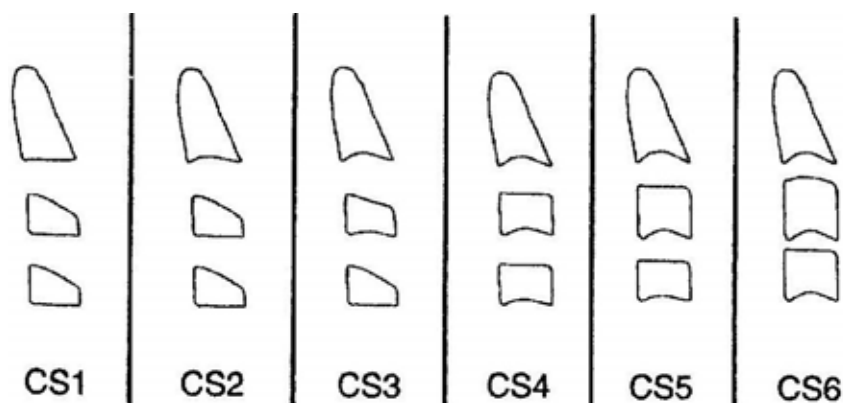


Figura 5 – Representação esquemática dos estágios da vértebra cervical de acordo com o novo método modificado por Baccetti et al (2005).

Santos et al., em 2005, se propuseram a avaliar a reprodutibilidade do método de Lamparski (1972) modificado por Hassel e Farman (1995) com o intuito de divulgá-lo e incorporá-lo como um elemento no diagnóstico e auxiliar no prognóstico dos tratamentos das má oclusões. A amostra constou de 100 RCLs de indivíduos do sexo



feminino e do masculino, de 6 a 16 anos. Três examinadores devidamente treinados realizaram a avaliação das radiografias classificando-as em escores de 1 a 6. Concluíram, após análise estatística, que o método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais mostrou-se reproduzível na avaliação do estágio em que o indivíduo se encontra na curva de crescimento.

Flores-Mir et al., em 2006, avaliaram a correlação entre os métodos de estimativa de maturidade esquelética propostos por Fishman (1982), para avaliação da mão e punho, e Baccetti et al. (2002), para avaliação da maturação das vértebras cervicais. Foram utilizadas RMPs e RCLs de 79 indivíduos, do sexo feminino e do sexo masculino. Ao analisar os resultados, verificaram coeficientes de correlação relativamente altos entre os dois métodos, porém o resultado de um poderia ser obtido a partir do outro em apenas 50% dos casos. Concluíram então, que ambos os métodos podem ser utilizados indistintamente em pesquisas, porém não para a avaliação de indivíduos isoladamente. Acrescentaram ainda que a redução de radiação de uma suposta radiografia adicional justifica a utilização da maturação cervical.

Damian et. al., em 2006, realizaram um estudo para avaliar a confiabilidade e correlação do índice de maturação carpal (IMC) e do índice de maturação das vértebras cervicais (IMVC), e verificar a possibilidade do estágio de maturação das vértebras cervicais (EMVC) ser utilizado de forma isolada para avaliar os estágios da maturação esquelética. Foram avaliadas, por quatro examinadores, 210 RMPs e RCLs de indivíduos do sexo feminino e do masculino, com idade entre 7 e 18 anos. Após um mês, todos os avaliadores, reavaliaram os exames. Para análise do IMVC foi utilizado o método proposto por Hassel e Farman (1995), e para avaliação do IMC foi utilizado o método de Grave e Brown (1976). A partir da análise dos resultados os autores verificaram que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dois índices o que os levou a concluir que os índices mostraram-se confiáveis

para estimar a maturação óssea e que há relação entre os mesmos, entretanto sugeriram cautela na avaliação isolada pelo EMVC.

Gandini et al. (2006) compararam a maturação óssea mensurada pelo método de mão e punho com a maturação óssea pela análise de vértebras cervicais. O estudo envolveu 30 indivíduos, do sexo masculino do feminino, de 7 a 18 anos já tratados ortodonticamente. A idade óssea de todos os indivíduos foi avaliada por meio da análise de mão e punho de acordo com o método de Bjork e Helm (1967), e a análise das vértebras cervicais pelo método de Baccetti et al. (2002), os cinco EMVC foram relacionados com os nove estágios da mão e punho. A mesma avaliação foi realizada seis meses depois pelo mesmo avaliador para confirmar a reprodutibilidade dos resultados. A análise dos resultados mostrou concordância de 83,3% entre os dois métodos, o que levou os autores a concluir que a análise vertebral realizada por meio de RCL é tão válida quanto à análise óssea da mão e punho, com a vantagem de reduzir a exposição adicional à radiação em indivíduos em fase de crescimento. Destacaram que do ponto de vista clínico e ortognático, é importante definir o intervalo de crescimento em que o indivíduo se encontra e não o estágio exato de desenvolvimento.

Tanaka (2006) analisou 246 RCLs e RMPs a fim de verificar a existência de diferenças entre as medidas lineares de vértebras cervicais nas diferentes fases do SCP. Os indivíduos foram classificados em cinco grupos de acordo com a fase da curva de crescimento proposta por Martins e Sakima (1977) modificada por Mercadante (1996) a partir da análise da RMP. As RCLs foram digitalizadas e a partir da marcação de 19 pontos nas vértebras C2, C3 e C4, 14 medidas lineares foram obtidas e utilizadas no cálculo de 7 razões que representassem as alterações ocorridas nas vértebras durante seu desenvolvimento. Destacou que uma vantagem de se empregar razões obtidas a partir de medidas é que pode se reduzir a dificuldade de se determinar os EMVCs, visto que, com medidas, é possível se detectar as mudanças sutis que ocorrem nessas

estruturas, principalmente aquelas que poderiam diferenciar uma fase da outra. Relatou que todas as razões estudadas apresentaram aumento gradativo com a evolução do SCP e que todos os indivíduos apresentavam concavidades nos bordos inferiores de C2, C3 e C4, maiores na C2 e menores na C4. Entretanto observou que, matematicamente, algumas relações não representam exatamente a forma quadrada e a forma retangular vertical das vértebras. Quanto às concavidades, demonstrou que as concavidades realmente aumentam gradativamente no decorrer do desenvolvimento esquelético. Concluiu que existem diferenças entre algumas das razões durante as fases do SCP, sendo que a fase com maior número de razões que as diferencia das demais é o pico do SCP. Concluiu ainda, ser possível utilizar razões obtidas a partir de medidas lineares na análise do estágio de maturação óssea em que o indivíduo se encontra.

Uysal et al. (2006) investigaram a relação entre idade cronológica e MVC e identificaram a relação entre a idade cronológica e fase de maturação avaliada por RMP e ainda avaliaram se a MVC se correlaciona com a maturação indicada pela RMP. Avaliaram RCLs e RMPs de 503 indivíduos, do sexo masculino e do feminino com idades entre 5 e 24 anos. O desenvolvimento das vértebras cervicais foi avaliado pelo método de Hassel e Farman (1995) e a maturação da mão e punho foi realizada de acordo com o método descrito por Björk (1972) e Grave e Brown (1976). Verificaram alto coeficiente de correlação de entre idade cronológica e MVC, entre a idade cronológica e a maturação da mão e punho, assim como mão e punho e vértebras cervicais. Os autores concluíram então que os EMVCs são indicadores de maturidade clinicamente úteis no período de crescimento puberal com grau de confiança similar a outros indicadores, como a RMP.

Caldas, em 2007, com o objetivo de avaliar a aplicabilidade do método de Mito et al. (2002), em indivíduos brasileiros, selecionou RCLs de 128 indivíduos do sexo feminino e 110 do sexo

masculino, com faixa etária entre 7 e 15,9 anos, e verificou que o método desenvolvido por Mito (2002) pôde ser aplicado somente em indivíduos do sexo feminino. Posteriormente, terceiro e quarto corpos das vértebras cervicais foram traçados e medidos e fórmulas de regressão foram criadas, no intuito de se estabelecer a idade óssea vertebral (IOV) dos indivíduos brasileiros. Verificou que as fórmulas desenvolvidas (2) (3) para avaliação objetiva da idade óssea das vértebras cervicais da amostra estudada são confiáveis e podem ser utilizadas.

$$\text{IOV meninas} = 1,3523 + 6,7691 \times \text{AH3/AP3} + 8,6408 \times \text{AH4/AP4} \quad (2)$$

$$\text{IOV meninos} = 1,4892 + 11,3736 \times \text{AH3/AP3} + 4,8726 \times \text{AH4/AP4} \quad (3)$$

Alkhal et al., em 2008, investigaram a correlação entre idade cronológica, MVC segundo Baccetti et al.(2002) e MMP segundo Fishman (1982). Foram selecionadas e analisadas 400 RCLs e RMPs de indivíduos chineses do sexo masculino e do feminino no período circumpuberal. Os autores concluíram que a MVC é um indicador válido do crescimento do esqueleto durante o período circumpubertal e tem uma alta correlação com a MMP. No entanto, as baixas correlações encontradas entre a idade cronológica e tanto MVC e quanto MMP mostraram que a idade cronológica não era adequada para medir a maturidade esquelética. Destacaram que os métodos de avaliação não detectaram alterações de maturação em indivíduos com idade muito aquém ou além da fase de SCP.

Lara et al. em 2008, estudaram a morfologia das 3<sup>a</sup> e 4<sup>a</sup> vértebras cervicais representativa dos estágios de pré-pico, pico e pós-pico de velocidade de crescimento estatural, definidos previamente pelos centros de ossificação do 1<sup>o</sup> dedo em RMP. Para tanto, foram utilizadas 120 RCLs de indivíduos selecionados que apresentavam as correspondentes RMP ou do dedo polegar. As RCLs foram divididas em 3

grupos de 40 radiografias, de acordo com os estágios de maturação pré-pico, pico e pós-pico, definidos pela imagem do 1º dedo. A morfologia dos corpos das 3ª e 4ª vértebras cervicais foi estabelecida por 2 examinadores devidamente calibrados em 2 tempos diferentes. Os autores concluíram que o formato retangular horizontal com borda inferior reta foi representativo do estágio de pré-pico, independentemente da vértebra analisada. Já o formato retangular horizontal com borda inferior curva, especialmente se encontrado em C4, ou o formato quadrado com borda inferior reta caracterizaram o pico de velocidade de crescimento. O formato quadrado ou, principalmente, o retangular vertical com borda inferior curva representaram o estágio de pós-pico de velocidade de crescimento da adolescência.

Moscatiello et al (2008), com os objetivos de relacionar as alterações morfológicas das vértebras cervicais C2, C3 e C4, com a idade cronológica, comparar com a idade esquelética dos ossos da mão e punho, e verificar a existência de diferenças no padrão de crescimento masculino e feminino, avaliaram 140 RCLs de crianças de etnia variada, pelo método de Hassel e Farman (1995) modificado por Baccetti et al. (2002), e RMPs comparadas com o atlas de Greulich e Pyle (1959). Na correlação das alterações das vértebras cervicais C2, C3, C4 com a idade cronológica, verificaram que os EMVCs aumentam proporcionalmente em relação à idade cronológica. Os autores concluíram que pela comparação da idade óssea vertebral com os ossos da mão e punho, o nível de correlação entre os dois métodos demonstrou que a avaliação dos EMVCs é um método adicional útil e confiável na avaliação do estágio de crescimento puberal.

Soegiharto et al. (2008) analisaram a eficácia do índice de maturação esquelética (IME) e o índice de maturação das vértebras cervicais (IMVC) na discriminação entre indivíduos que ainda não atingiram seu pico de crescimento puberal, em comparação com aqueles que já alcançaram ou ultrapassaram. Como objetivo adicional avaliaram

se houve qualquer diferença significativa na capacidade dos 2 métodos em prever o pico de crescimento puberal. O estudo incluiu RMPs e RCLs de 2167 indivíduos do sexo masculino e do feminino, com idades entre 8 e 17 anos. Vários parâmetros cefalométricos foram usados representando as dimensões maxilo-mandibulares para construir curvas de crescimento e calcular o pico de velocidade. Os autores concluíram que tanto o IMVC e o IME são métodos válidos para discriminar indivíduos que ainda não atingiram o pico de crescimento puberal daqueles que alcançaram ou ultrapassaram. As diferenças na capacidade discriminatória entre o IME e IMVC na detecção do pico de crescimento puberal foram pequenos. Destacaram que os resultados encontrados questionam a necessidade de ter RMP e expor uma criança à radiação adicional já que a capacidade de discriminação foi semelhante ao IMVC derivado de RCLs.

Tanaka (2008) desenvolveu e avaliou um novo método de análise de maturação óssea por meio de razões obtidas de medidas das vértebras cervicais C2, C3 e C4 em RCLs. Foram avaliados 246 pares de RCLs e de RMPs de indivíduos do sexo feminino e do masculino, divididos em 5 grupos segundo a Curva de Crescimento proposta por Martins e Sakima (1977), modificada por Mercadante (1996). Nas radiografias cefalométricas laterais, 15 razões foram obtidas das vértebras C2, C3 e C4, utilizando o programa Radiocef 4.0®. A média de cada razão foi comparada entre os grupos por meio das análises ANOVA e Tukey, que apontaram 10 razões como as que melhor diferem cada fase e que foram utilizadas na criação do novo método. O novo método foi denominado Maturação por Razões em Vértebras Cervicais (MRVC), onde a maturação óssea é classificada em 7 estágios a partir dos resultados das 10 razões. Para sua validação, foi utilizada outra amostra de 58 pares de radiografias cefalométricas laterais e de mão e punho, do sexo feminino e do masculino, submetidas à avaliação de quatro examinadores por três métodos: Curva de Crescimento, Hassel e Farman (1995) e o método MRVC. Os resultados apontaram melhor desempenho

intra e inter-examinadores para a Curva de Crescimento e desempenho semelhante entre o método MRVC e o de Hassel e Farman (1995). Por outro lado, o método MRVC proporcionou resultados próximos ao da Curva de Crescimento na determinação da maturação óssea do indivíduo em relação ao pico do surto de crescimento puberal. O autor concluiu que foi possível criar um novo método de análise de maturação óssea por medidas das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais com eficácia comparável ao da Curva de Crescimento.

Wong et al., em 2009, avaliaram a validade do método maturação das vértebras cervicais (MVC) proposto por Baccetti et al (2005) como um indicador da idade óssea no período circumpuberal, correlacionando-o com o método da mão e punho (MP) de Hagg e Taranger (1980). Foram selecionadas aleatoriamente RMPs e RCLs de 400 indivíduos com idades que compreendessem o período circumpuberal. Verificaram que o método de MVC foi significativamente correlacionado com o método de MP. Todos os indivíduos que se encontravam no estágio 3 do MVC correspondiam aos estágios em torno do pico do surto de crescimento da MP. Os autores concluíram que a MVC é um indicador válido do crescimento do esqueleto durante o período circumpuberal, fornecendo informações para o sincronismo das modificação de crescimento.

Caldas et al., em 2010, desenvolveram um programa informatizado para avaliar de forma objetiva a maturação esquelética em RCLs, e aplicaram o novo método para indivíduos brasileiros. Selecionaram 717 indivíduos com idades entre 7 e 16 anos, a partir dos arquivos de indivíduos de diversas regiões do Brasil, que tinham RCLs e RMPs. Uma análise vertebral cervical informatizada foi criada no software Radiocef Studio 2 para análise cefalométrica digital, e a idade óssea das vértebras cervicais foi calculada utilizando as fórmulas desenvolvidas por Caldas (2007). Nenhuma diferença significativa foi encontrada entre a idade óssea cervical vertebral e idade cronológica. Os autores concluíram

que ao avaliar a relação entre idade cronológica, maturação das vértebras cervicais e da mão e punho, os resultados sugerem que o método desenvolvido por Caldas (2007) para avaliação objetiva da maturação esquelética em RCLs pode ser usado para determinar a idade óssea em indivíduos brasileiros. A análise computadorizada criada para calcular automaticamente a idade óssea das vértebras cervicais se mostrou confiável e o software adequado para o diagnóstico ortodôntico de indivíduos brasileiros.

Chen et al. (2010), investigaram a correlação entre a forma vertebral e a MMP e selecionaram parâmetros característicos de C2-C5 (2ª a 5ª vértebra cervical) para determinação da MVC. Analisaram 87 indivíduos, do sexo masculino e do feminino, com idades entre 8 e 18 anos com oclusão normal. Foram realizadas RCLs e RMPs sequenciais, anualmente, por 6 anos consecutivos. As RCLs foram divididas em 11 grupos de maturação de acordo com IME segundo Fishman (1982). Foram realizadas 62 mensurações morfológicas de C2-C5 e 11 diferentes estágios de desenvolvimento (IME1-11) foram analisados. Os coeficientes de correlação entre os parâmetros vertebrais e IME foram relativamente altos. Concluíram que a maturação das vértebras cervicais pode ser usada de forma confiável para avaliar o estágio de maturação esquelética em substituição do método de RMP. Afirmaram que os parâmetros característicos selecionados ofereceram uma referência simples e objetiva para a avaliação da maturidade esquelética e o tempo de cirurgia ortognática.

Jaqueira et al. (2010) compararam 3 métodos de análise das vértebras cervicais: Hassel e Farman (1995), Baccetti et al.(2002) e Seedat e Forsberg (2005), para avaliação do estágio de maturação esquelética em indivíduos ortodônticos. Foram selecionadas aleatoriamente 23 RCLs, cada radiografia foi analisada em 3 ocasiões separadas por 4 avaliadores, que determinaram o estágio de maturação esquelética utilizando as referências estabelecidas por cada um dos 3



métodos. Foi observada boa concordância entre as determinações da maioria dos avaliadores sendo que os 3 métodos demonstraram aplicabilidade clínica. No entanto, o método proposto por Baccetti et al.(2002) obteve os melhores resultados, seguido pelo Hassel e Farman (1995) e o método Seedat e Forsberg (2005).

Litsas e Ari- Demirkaya (2010) avaliaram RCLs e RMPs de 393 crianças caucasianas, de 8 a 18 anos, com a finalidade de prever o EMVC por meio do método modificado por Baccetti et al. (2002) e comparar estes resultados com a maturidade esquelética dos mesmos indivíduos avaliados a partir de RMP por meio da classificação de Bjork (1972) e Grave e Brown (1976). Os EMVCs foram significativamente correlacionados com os valores obtidos na análise da maturação esquelética a partir de RMPs para ambos os sexos. Os resultados do estudo mostraram que o método de EMVC foi compatível com o método comumente usado de mão e punho. Concluíram que a RCL pertencente a documentação ortodôntica de rotina seria suficiente para avaliar a maturidade esquelética.

Santos et al. (2010), classificaram uma amostra de 26 indivíduos, do sexo masculino e do feminino, entre 6 e 16 anos de acordo com EMVCs em duas subcategorias: Grupo I, quando o crescimento do adolescente estava apenas começando e 80-100% de crescimento do adolescente era esperado, e Grupo II, no início da aceleração do crescimento (Hassel, Farman, 1995). Um total de 29 variáveis lineares e 5 variáveis angulares foram utilizadas para esclarecer as dimensões das vértebras cervicais. A análise dos resultados sugeriu que algumas medidas podem ser usadas como parâmetros de maturação vertebral, tanto para o sexo masculino como para o feminino (Figura 6). As medidas referidas incluem a profundidade inferior de C2-C4, a profundidade inferior do C5, a altura anterior do C4-C5, e a altura posterior da C5. Os autores propuseram parâmetros morfológicos originais que podem ser úteis na identificação do EMVC em crianças e adolescentes.













CERVICAL VERTEBRAE	INITIATION		ACCELERATION	
	Group I		Group II	
	GIRLS	BOYS	TEENGIRLS	TEENBOYS
<b>C3</b>				
<b>C4</b>				
<b>C5</b>				

Figura 6 – Mudanças na forma dos corpos das vértebras cervicais (C3, C4, C5) desde o início (Grupo I) para o estágio de aceleração (Grupo II). Pode-se notar no grupo I a borda inferior plana e formato trapezoidal, e o aparecimento de concavidade na borda inferior e uma tendência para uma forma retangular no grupo II (Santos et al. ,2010).

Altan et al. em 2011, avaliaram longitudinalmente o crescimento e desenvolvimento por meio dos EMVCs. Foram utilizadas RCLs de 41 indivíduos do sexo feminino, com idades entre 9 e 16 anos, para avaliar mudanças nas dimensões de C2, C3 e C4. Os EMVCs foram inicialmente avaliados de acordo com o método de Lamparski (1972) e as diferenças de tempo entre os EMVCs também foram avaliados. Os resultados mostraram que incrementos de altura foram maiores do que incrementos de comprimento, devido a mudanças na morfologia das vértebras. O crescimento vertical apresentou tendência decrescente da parte superior para inferior das vértebras cervicais. Os autores concluíram que a maturação esquelética por meio de medições dimensionais e alterações anatômicas das vértebras cervicais facilitam a avaliação ortodôntica, eliminando a necessidade de RMP, e assim diminuindo a exposição do indivíduo à radiação.

Baptista et al. (2011) propuseram um método semi-automatizado para classificação de padrões para prever indivíduos na fase de crescimento com base nas características morfológicas que são descritos no método de maturação das vértebras cervicais (MVC) modificado por Baccetti et al. (2002). Um total de 188 RCLs foram

coletadas, digitalizadas, avaliadas manualmente, e agrupadas em estágios cervicais por dois examinadores. Pontos foram localizados em cada imagem e medidos. Os autores concluíram que o padrão de classificação proposto pelo método semi-automatizado auxilia os ortodontistas a identificarem o EMVC. No entanto, estudos adicionais são necessários antes do método de classificação semi-automatizado para a avaliação da MVC ser implementado na prática clínica.

Baidas, em 2012, investigaram a relação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais pelo método modificado por Baccetti et al. (2005). Utilizaram amostra de 214 indivíduos sendo 104 do sexo masculino e 110 do feminino, na faixa etária de 7 a 17 anos. Verificaram alta correlação entre idade cronológica e os EMVCs. Afirmaram que a grande variação na idade cronológica para os diferentes níveis de maturidade sugere que a idade cronológica é um fraco indicador de maturidade. Concluíram que o método de MVC é mais previsível do que a idade cronológica isolada no estabelecimento do adequado tempo e tipo de tratamento ortodôntico.

Santiago et al, 2012, revisaram a literatura sobre a confiabilidade dos estágios de maturação das vértebras cervicais (EMVCs) para prever o pico de crescimento puberal. Como critério de seleção incluíram estudos descritivos transversal e longitudinal em humanos que avaliaram qualitativamente ou quantitativamente a precisão e reprodutibilidade do método de EMVC em RCL, bem como a correlação com um método padrão estabelecido de radiografias mão e punho. As pesquisas mostraram 343 citações originais, sendo que 23 estudos preencheram critérios de inclusão. Seis artigos obtiveram escores moderado ou alto, enquanto 17 obtiveram baixa pontuação. A análise também mostrou uma correlação estatisticamente significativa moderada a alta entre os métodos de EMVC e de maturação da mão e punho. Houve uma moderada a elevada reprodutibilidade do método de EMVC, e apenas um estudo específico investigou a precisão do IMVC na detecção

de pico de crescimento puberal. Os autores afirmaram que a revisão sistemática mostrou que os estudos sobre o método de EMVC sofrem de graves falhas metodológicas. Segundo os autores novos estudos devem ser realizados com precisão adequada, reprodutibilidade e análise de correlação, incluindo estudos com análise de sensibilidade e especificidade apropriada.

## **2.2 Tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)**

Shi et al., em 2007, utilizaram TCFCs para realizar um estudo no qual reconstruíram as vértebras C1, C2 e C3 em 3 dimensões (3D), por meio de um novo algoritmo de segmentação automática. As análises 3D das características morfológicas coincidiram com os achados encontrados em análises convencionais. Afirmaram ser possível a abordagem em 3D da idade biológica dos indivíduos ortodônticos utilizando as vértebras cervicais, além do potencial no estudo de processos patológicos, tais como fraturas decorrentes de osteoporose.

Ballrick et al., em 2008, avaliaram as imagens produzidas por um aparelho de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) (i-CAT, Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) para a medição e resolução espacial (capacidade de separar 2 objetos em estreita proximidade na imagem) para todas as configurações e em todas as dimensões. Foram desenvolvidos marcadores de metal com 0,3 mm de diâmetro, e aproximadamente 5 mm entre si nos 3 planos do espaço para analisar a distorção e a precisão na medição. Não houve diferenças estatisticamente significantes entre as imagens em 3D para qualquer configuração, em qualquer dimensão, ou na precisão da medição das imagens divididas por terços. A comparação das medições na TCFC com as medições diretas com o paquímetro digital não mostraram diferença

estatisticamente significativa. A resolução espacial foi menor em tempos mais rápidos e tamanhos maiores de voxel. Os autores concluíram que as imagens adquiridas por meio do tomógrafo avaliado apresentam medidas clinicamente precisas e resolução aceitável.

Kumar et al., em 2008, compararam as medidas de cefalogramas laterais obtidos a partir de TCFC utilizando projeções ortogonais e perspectiva com medidas obtidas de radiografias cefalométricas laterais convencionais (RCLC) de 31 indivíduos. Dados de volume da TCFC foram importados para o software Dolphin 3D. Vista lateral, frontal e superior foram obtidas a partir do modelo virtual em 3D. Doze medições lineares e cinco medições angulares foram feitas em cefalogramas sintetizados e nas RCLCs de uma forma aleatória. Medições angulares e lineares foram comparadas entre as modalidades, e não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, com a exceção do ângulo do plano Frankfurt-mandibular. Os autores concluíram que as medições de cefalogramas in vivo obtidos a partir de TCFC são semelhantes as baseadas em imagens radiográficas convencionais, e em casos de imagens ambíguas, o cefalograma obtido a partir de TCFC pode fornecer uma delimitação mais precisa do ponto resultando em medições diferentes dos obtidos em RCLC. Assim, métodos convencionais de imagem adicional podem geralmente ser evitados quando TCFC são adquiridas para o diagnóstico ortodôntico.

Em 2009, Fernandes analisou e comparou os EMVC por meio do método modificado descrito por Baccetti et al. (2005) em RCLC e TCFC de 42 indivíduos. Utilizou o software Dolphin Imaging para processar as imagens tomográficas e gerar as reconstruções de perfil por meio da ferramenta 3D, em seguida as medições lineares foram realizadas no mesmo programa. A partir da análise dos resultados, o autor concluiu que as alterações nas medições lineares das vértebras não interferiram na classificação do estágio da maturação esquelética,

portanto a reconstrução de perfil a partir de TCFC pode substituir a RCLC para esse tipo de análise.

Lamichane et al., em 2009, verificaram se as imagens em 2 dimensões (2D) produzidas a partir de TCFC obtidas pelo tomógrafo iCAT (Imaging Sciences International, Hatfield, Pa) podem substituir RCLCs. Pontos foram traçados e medidos manualmente nas imagens 2D por 2 examinadores, em seguida, digitalmente no Dolphin 10 (Dolphin Imaging Sciences, Chatsworth, Calif) pelos mesmos examinadores. Cefalogramas frontais e laterais foram criados usando a ferramenta 3D no Dolphin 10, digitalizados e avaliados pelos mesmos 2 examinadores. As medidas lineares foram comparadas para avaliar a precisão das imagens geradas a partir dos exames tomográficos. As medições sobre as projeções ortogonais não foram significativamente diferentes a partir das dimensões reais, e medições sobre as projeções perspectivas foram altamente correlacionadas com as realizadas em filmes em 2D. Os autores concluíram que através da construção de um cefalograma lateral, a partir de TCFC, pode-se replicar a ampliação inerente de um cefalograma 2D convencional lateral com alta precisão.

Brown et al., em 2009, compararam a confiabilidade e acurácia in vitro de medidas lineares de imagens volumétricas (3D) de TCFC variando de projeção de imagens base para mensurações diretas em crânios humanos. Foram medidas diretamente 16 dimensões lineares entre 24 sítios anatômicos marcados em 19 crânios humanos. As TCFC foram realizadas em 3 configurações: 153 projeções, 306 projeções e 612 projeções. A medida do erro absoluto e desvio padrão das medidas lineares de representações volumétricas foram comparadas com as medidas reais do crânio. Nenhuma diferença no erro médio absoluto foi encontrada para quase todas as medições. A TCFC resultou em medições mais baixas para nove dimensões e maiores para uma dimensão. Não houve diferenças entre as seqüências de digitalização da TCFC. Os autores concluíram que as medições da TCFC foram

consistentes entre as seqüências de digitalização e as medidas entre pontos de referência marcados. Afirmaram que a redução do número de projeções para reconstrução 3D não acarreta danos à precisão dimensional e ainda oferece uma menor exposição à radiação ao indivíduo.

Grauer et al., em 2010, avaliaram as diferenças sistemáticas na posição de pontos de referência entre cefalogramas gerados a partir de TCFC e radiografias cefalométricas laterais digitais (RCLD) e estimaram a quantidade de variabilidade quando ambas são utilizadas dentro do mesmo estudo longitudinal. Os pontos de referência tanto nos cefalogramas gerados a partir de TCFC e RCLD foram registrados e comparados. Não houve diferenças sistemáticas entre as duas modalidades na posição da maioria dos pontos. Porém, três pontos mostraram diferenças estatisticamente significativas, mas sem significância clínica. Os autores concluíram que não há erro sistemático ao se comparar pontos homólogos em RCLD e cefalogramas gerados por TCFC, acrescentaram ainda que em um estudo longitudinal, quando ambas as modalidades são utilizadas em um mesmo indivíduo, o erro do método pode produzir diferenças clinicamente significativas.

Zamora et al., em 2011, avaliaram se os valores das diferentes medidas realizadas em reconstruções em 3D de TCFC são comparáveis com as medidas realizadas em imagens 2D de RCLC e verificaram se existem diferenças entre os diferentes tipos de software de TCFC quando se faz essas medidas. Foram selecionados 8 indivíduos com RCLC e TCFC, e reconstruções em 3D de cada um foram avaliadas através de dois diferentes softwares: NemoCeph 3D e InVivo5. Um observador realizou 10 medições angulares e 3 medições lineares em cada um dos 3 tipos de registro em 2 ocasiões diferentes. Após a análise dos resultados os autores concluíram que não houve diferenças estatisticamente significativas para as medições angulares e lineares entre RCLC e TCFC para qualquer medida com níveis de correlação

elevados para todas as medições e ainda que não houve qualquer diferença estatisticamente significativa entre as medidas angulares ou lineares usando os dois softwares para TCFC.

Joshi et al., em 2012, compararam a maturação das vértebras cervicais avaliada a partir de TCFC com o método de maturação da mão e punho e maturação das vértebras cervicais avaliada por meio de RCLC. O material do estudo consistiu em 100 indivíduos, de 3 a 35 anos, que possuíam a TCFC, RMP e RCLC. A avaliação da maturação esquelética da mão e punho foi feita com base em indicadores de maturidade esquelética (IME) proposto por Fishman (1982). O índice de maturação das vértebras cervicais foi avaliado na radiografia cefalométrica lateral (IMVC) e na TCFC (IMVC-TCFC) pelo método de Hassel e Farman (1995). Foi observada uma relação significativa entre IMVC e IMVC-TCFC, bem como entre IMVC-TCFC e IME. Os autores concluíram que a avaliação da maturação das vértebras com TCFC fornece uma avaliação confiável do surto de crescimento puberal e, portanto, pode ser usada para avaliar a maturação óssea.



### **3 PROPOSIÇÃO**

O objetivo neste trabalho foi avaliar possíveis diferenças das razões lineares da segunda e da terceira vértebras cervicais em cinco fases do SCP avaliadas por TCFC.

## **4 MATERIAL E MÉTODO**

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos – UNESP- sob o protocolo nº074/2011-PH/CEP (ANEXO A).

### **4.1 Seleção da amostra**

Para a realização do presente estudo transversal, foram selecionados 26 exames de TCFC e as respectivas radiografias de mão e punho, de pacientes do sexo masculino e do feminino, com idades entre 8 e 18 anos e 11 meses. A amostra foi obtida do arquivo de uma clínica de ortodontia que utiliza esse exame rotineiramente para diagnóstico, sendo que todas as tomografias foram realizadas no tomógrafo i-Cat<sup>®</sup> (Imaging Science International, EUA), utilizando campo de visão (FOV) de 22 cm, voxel de 0,3 mm e tempo de aquisição 20 x 20 segundos pulsáteis.

### **4.2 Classificação da amostra**

A amostra selecionada foi dividida em cinco grupos de acordo a inspeção visual dos eventos de ossificação nas respectivas radiografias de mão e punho dos mesmos pacientes, obtidas na mesma data. Essas radiografias foram analisadas em sala escurecida, seguindo-

se a curva de crescimento proposta por Martins e Sakima (1977), modificada por Mercadante (1996) (Figura 7).

- a) Grupo 1: fase pré surto de crescimento puberal, FD= (epífises das falanges distais com a mesma largura das diáfises) a G1 (início do aparecimento do gancho radiopaco);
- b) Grupo 2: fase ascendente do surto de crescimento puberal, de Psi (visualização do osso psiforme) a S (visualização do osso sesamóide);
- c) Grupo 3: pico do surto de crescimento puberal, de G2 (gancho radiopaco nitidamente visível no corpo do osso ganchoso) a Rcap (capeamento epifisário do rádio);
- d) Grupo 4: fase descendente do surto de crescimento puberal, de FDui (início da união epifisária das falanges distais) a FMui (início da união epifisária das falanges medianas);
- e) Grupo 5: fase pós surto de crescimento puberal, de FDut (união total epifisária das falanges distais) a Rut (união total epifisária do rádio).

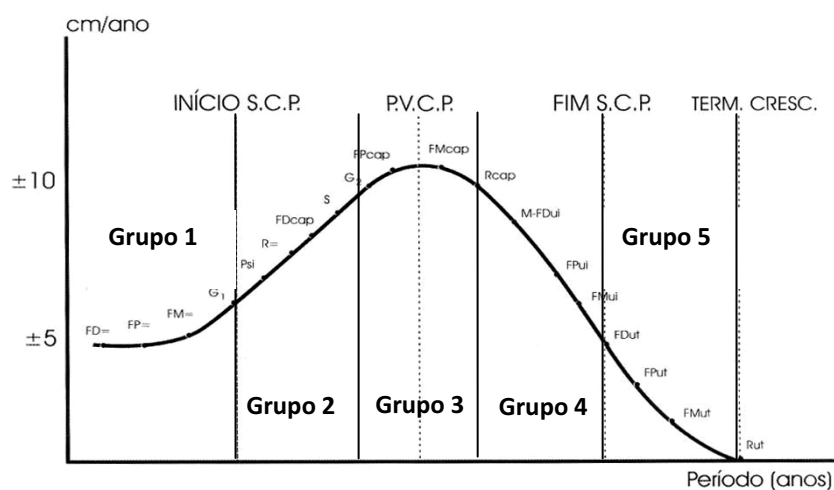


Figura 7 - Divisão dos grupos para o presente estudo, baseando-se na curva de crescimento de Martins e Sakima (1977) modificada por Mercadante (1996).

### 4.3 Mensurações das vértebras cervicais

Os exames foram analisados por meio do próprio software do I-Cat<sup>®</sup> chamado XoranCat (Xoran Technologies, EUA) sob a extensão de arquivo “xstd”. Realizaram-se pequenas correções em brilho e contraste e foi aplicado o filtro “*Angio Sharpen High 5 x 5*” em todas as imagens tomográficas. Qualquer desvio da cabeça do paciente na imagem de TCFC foi corrigido de modo que o plano sagital mediano ficasse perpendicular a horizontal, que é representada pela linha da sutura intermaxilar à espinha nasal anterior. De posse do plano sagital ajustado ao protocolo descrito anteriormente, com espessura de corte de 9,9 mm, foram realizadas, de forma objetiva, as mensurações das vértebras C2 e C3.

Baseado nos trabalhos de Hellsing (1991), Baccetti et al. (2002), Sán Roman et al (2002) e Tanaka (2006), foram utilizados 11 pontos para se obter as medidas das vértebras cervicais a serem avaliadas, já que não foi avaliada a vértebra C4 (Figura 8). Os pontos foram nomeados da seguinte forma:

- ✓ C2PI – ponto mais pósterio-inferior da vértebra C2;
- ✓ C2AI – ponto mais ântero-inferior da vértebra C2;
- ✓ C2Conc – ponto da maior concavidade inferior da vértebra C2;
- ✓ C3PS – ponto mais pósterio-superior da vértebra C3;
- ✓ C3AS – ponto mais ântero-superior da vértebra C3;
- ✓ C3Sup – ponto da maior concavidade superior da vértebra C3 (média entre C3AS e C3PS);
- ✓ C3PI – ponto mais pósterio-inferior da vértebra C3;
- ✓ C3AI – ponto mais ântero-inferior da vértebra C3;

- ✓ C3Ant – ponto anterior da vértebra C3 (média entre C3AS e C3AI);
- ✓ C3Post – ponto posterior da vértebra C3 (média entre C3PS e C3PI);
- ✓ C3Conc – ponto da maior concavidade inferior da vértebra C3 (média entre C3AI e C3PI).

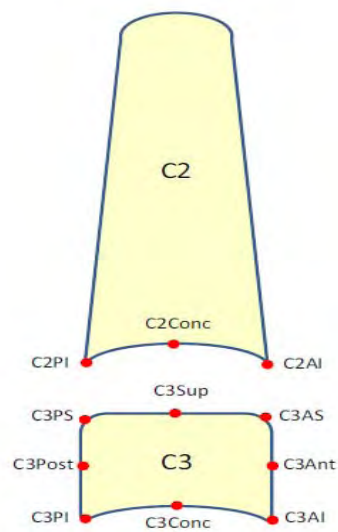


Figura 8 - Desenho esquemático da localização dos pontos utilizados.

A partir dos pontos de referência, 8 distâncias lineares foram obtidas (Figura 9). As distâncias foram nomeadas da seguinte maneira:

- ✓ Concavidade da superfície inferior de C2: distância perpendicular entre o ponto C2Conc e a reta C2PI–C2AI;
- ✓ Superfície inferior de C2: distância entre os pontos C2PI e C2AI;
- ✓ Superfície posterior de C3: altura da superfície posterior da vértebra C3 (C3PS – C3PI)

- ✓ Superfície anterior de C3: altura da superfície anterior da vértebra C3 (C3AS – C3AI)
- ✓ Altura do corpo de C3: distância perpendicular entre o ponto C3Sup e a reta C3PI-C3AI;
- ✓ Comprimento do corpo de C3: comprimento central do corpo da vértebra C3 (C3Post – C3 Ant)
- ✓ Concavidade da superfície inferior de C3: distância perpendicular entre o ponto C3Conc e a reta C3PI-C3AI;
- ✓ Superfície inferior de C3: distância entre os pontos C3PI e C3AI.

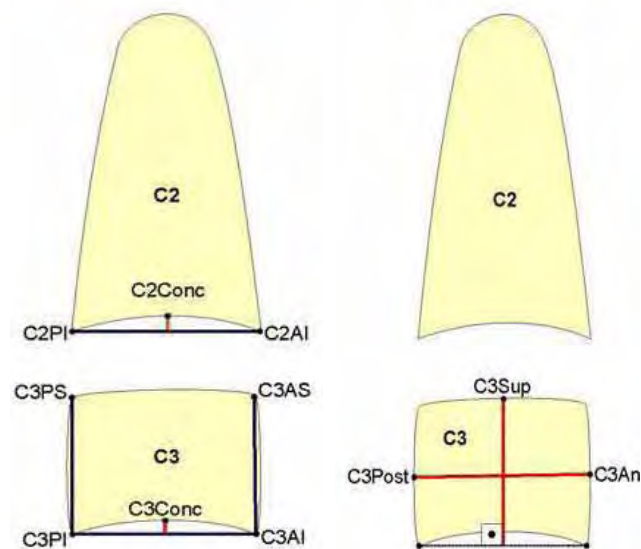


Figura 9 - Desenho esquemático das distâncias lineares utilizadas neste estudo. (Tanaka, 2006).

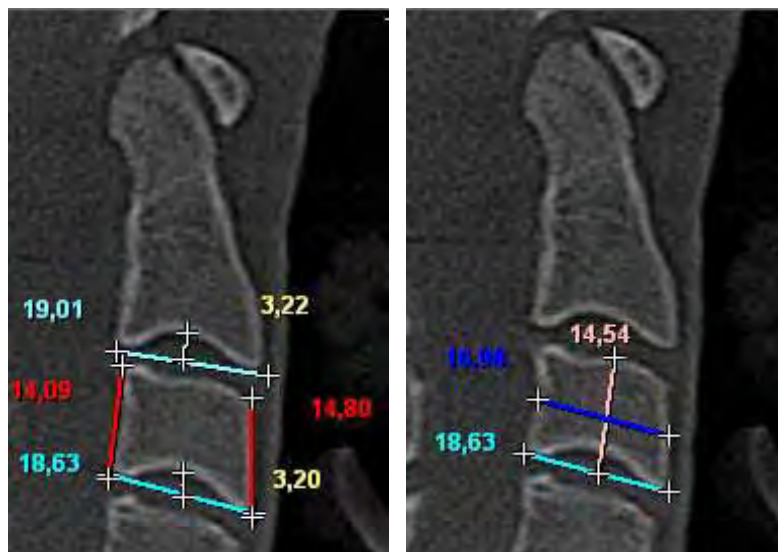


Figura 10 - Segmento tomográfico com as distâncias lineares utilizadas neste estudo.

A partir das 8 distâncias, foram calculadas 4 razões (divisão de uma distância pela outra), sendo uma para a vértebra C2 e três para a vértebra C3.

- ✓ C2Conc/C2PI-C2AI (C2R): razão entre a concavidade da superfície inferior da vértebra C2 e a reta C2PI-C2AI;
- ✓ C3Conc/C3PI-C3AI (C3R): razão entre a concavidade da superfície inferior da vértebra C3 com a reta C3PI-C3AI;
- ✓ Altura da superfície anterior de C3/Altura da superfície posterior de C3 (ASAP): razão entre as retas C3AS-C3AI e C3PS-C3PI;
- ✓ Altura do corpo de C3/Largura do corpo de C3 (AL): razão entre as retas C3Sup|C3PI-C3AI e C3Post-C3Ant

Segundo estudos realizados por Lamparski (1972), Hellsing (1991), Hassel e Farman (1995), Baccetti et al. (2002), os corpos das vértebras cervicais sofrem sucessivos aumentos em altura e

comprimento, partindo de uma forma de cunha, com bordo anterior mais baixo do que o bordo posterior, para uma forma retangular horizontal, passando por uma forma quadrada, com altura igual ao comprimento, chegando a uma forma retangular vertical, ou seja, altura do corpo maior em relação ao seu comprimento.

Baseado na pesquisa de Tanaka (2006) foram empregadas razões obtidas a partir de medidas que representassem as relações entre as superfícies anterior e posterior e entre a largura e altura dos corpos vertebrais de C3. Assim para a obtenção da relação entre a altura das superfícies anterior e posterior do corpo vertebral, a distância do ponto C3AS até o C3AI foi dividida pela distância do ponto C3PS ao C3PI ( $\Delta C3AS-I/\Delta C3PS-I$ ). Valores iguais ou próximos de um, indicaria que o bordo anterior se torna semelhante ao posterior em altura, ou seja, o momento em que as vértebras passam da forma de cunha para uma forma retangular horizontal.

Para se determinar a forma dos corpos vertebrais de C3, foi calculada a razão entre a altura e o comprimento dessa estrutura. Desta forma, a distância do ponto C3Sup a reta C3PI – C3AI foi dividida pela distância do ponto C3Post até C3Ant ( $\Delta C3Sup-Conc/\Delta C3Post-Ant.$ ) Valores inferiores a um, indicariam comprimento maior do que a altura, ou seja, forma retangular horizontal. Valores próximos a um, indicariam comprimento e altura iguais, ou seja, corpo vertebral com forma quadrada. Já valores maiores que um, indicariam comprimento do corpo menor que altura, ou seja, forma retangular vertical.

As mensurações foram realizadas duas vezes em todas as imagens pelo mesmo avaliador, previamente treinado, com intervalo de 15 dias, e os valores resultantes das marcações nos dois tempos foram comparados estatisticamente pela análise de Regressão e Correlação de Pearson.



#### **4.4 Comparações entre as razões obtidas para cada grupo com os estágios de maturação pela curva de crescimento**

Para verificar a existência das diferenças entre as razões obtidas para os cinco grupos da curva de crescimento, foi realizado o teste estatístico de análise de variância (Anova), fator único, associado ao teste de homogeneidade de Tukey para caracterizar cada fase do SCP. O nível de significância adotado foi de 95% para todas as análises.

## 5 RESULTADOS

As TCFCs avaliadas pertenciam a 26 pacientes, sendo que destes 14 (54%) são do sexo masculino e 12 (46%), do feminino, de 8 a 18 anos e 11 meses, com média de idade de 13,16 anos e desvio padrão de 3,22 anos.

Aplicando-se o teste de Correlação de Pearson verificou-se que houve correlação linear positiva entre as mensurações da primeira e segunda avaliação ( $r^2=0,994$ ), sendo feito o gráfico de Regressão Linear para confirmação o qual revelou concordância de 98,8% (Figura 11). Embasado nisso, foram empregadas as médias entre a primeira e segunda avaliação de cada medida para o cálculo das razões analisadas.

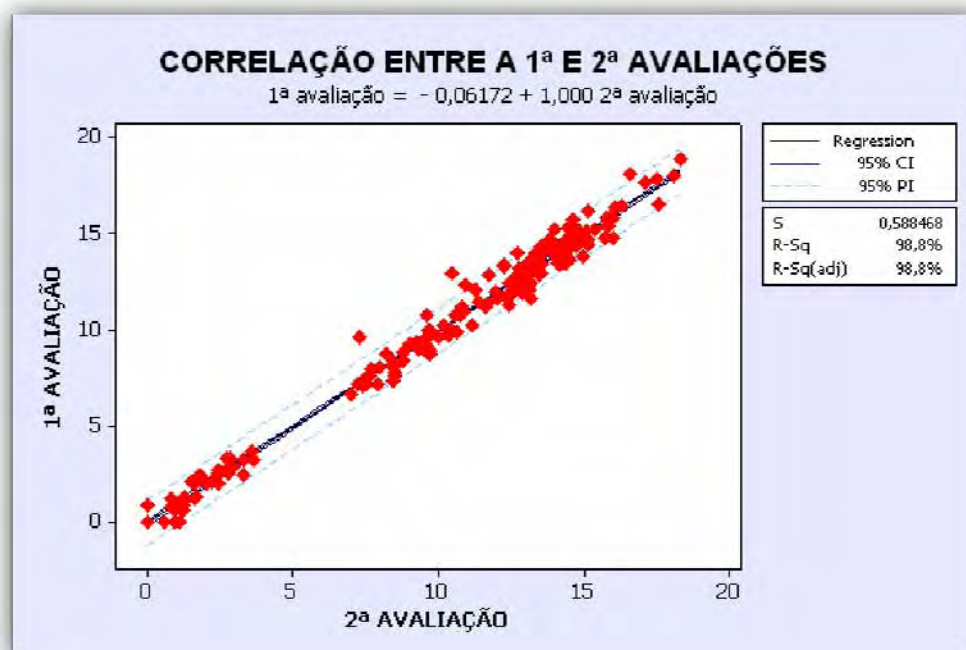


Figura 11 - Gráfico de Regressão Linear para obtenção percentual da correlação entre a primeira e a segunda avaliação.

A comparação entre as médias de cada razão nas diferentes fases do SCP foi feita por meio da análise Anova fator único associado ao teste Tukey, na qual as médias de cada razão foram testadas, com significância de 95%.

Ao comparar os valores médios para a razão C2R (C2Conc/C2PI-C2AI) observou-se que houve aumento dos valores de acordo com os estágios do SCP, indicando aumento da profundidade da concavidade inferior da vértebra C2. Destaca-se ainda que com a análise de Tukey foi possível verificar que os grupos interagem entre si, mas ao mesmo tempo se diferem em alguns valores exceto pelos grupos 3 e 4 em que foi verificado alta homogeneidade conforme a Tabela 1 e Figura 12.

Tabela 1- Valores médios, desvio padrão e homogeneidade para a razão C2R (C2Conc/C2PI-C2AI)

<b>C2R</b>				
<b>Grupos</b>	<b>Número</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio Padrão</b>	<b>TUKEY</b>
<b>1</b>	4	0,000	0,000	AB
<b>2</b>	4	0,050	0,014	ABC
<b>3</b>	5	0,083	0,011	BC
<b>4</b>	2	0,086	0,001	BC
<b>5</b>	11	0,175	0,046	D

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

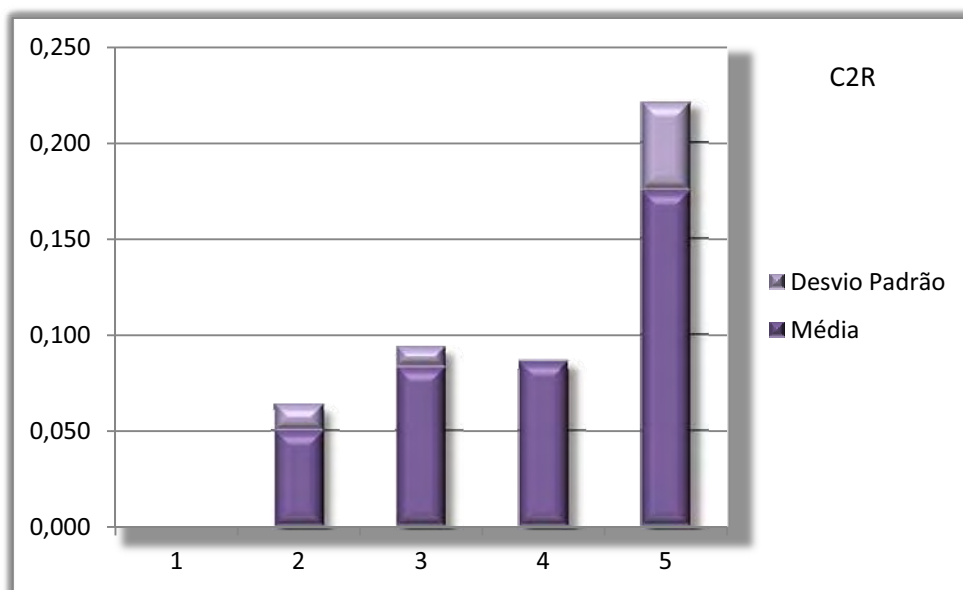


Figura 12 - Gráfico de média e desvio padrão da razão C2R (C2Conc/C2PI-C2AI).

Quando se comparou os grupos entre si para a razão C2R, de acordo com a tabela 2, houve diferenças estatisticamente significantes ( $p < 0,05$ ) para todos os grupos exceto na comparação do grupo 3 com o grupo 4, confirmando os achados do teste Tukey de homogeneidade.

Tabela 2 – Comparação entre as médias da razão C2R (C2Conc/C2PI-C2AI)

Grupos	COMPARAÇÃO C2R				
	1	2	3	4	5
1	*	0,000	0,000	0,000	0,000
2	0,000	*	0,005	0,027	0,000
3	0,000	0,005	*	<b>0,706</b>	0,001
4	0,000	0,027	0,706	*	0,023
5	0,000	0,000	0,001	0,023	*

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

Ao comparar os valores médios para a razão ASAP (C3AS-C3AI /C3PS-C3PI) observou-se aumento nos grupos 1, 3 e 5 de acordo com os estágios do SCP, porém os grupos 2 e 4 apresentaram valores menores em decorrência ao alto valor do desvio padrão como mostra a Tabela 3, sendo verificado homogeneidade nos valores entre os dois primeiros grupos.

Tabela 3 – Valores médios, desvio padrão e homogeneidade para razão ASAP (C3AS-C3AI /C3PS-C3PI)

Grupos	Número	ASAP		TUKEY
		Média	Desvio Padrão	
1	4	0,835	0,023	A
2	4	0,832	0,094	A
3	5	0,890	0,038	AB
4	2	0,751	0,131	ABC
5	11	0,973	0,068	BD

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

Quando comparados os grupos entre si para a razão ASAP (C3AS-C3AI /C3PS-C3PI), tanto na comparação entre o grupo 1 e o 3, quanto para todas as comparações do grupo 5 observou-se diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) conforme Tabela 4 e Figura 13.

Tabela 4 – Comparação entre as médias da razão ASAP (C3AS-C3AI /C3PS-C3PI)

Grupos	COMPARAÇÃO ASAP				
	1	2	3	4	5
1	*	<b>0,965</b>	0,038	<b>0,229</b>	0,002
2	0,965	*	<b>0,248</b>	<b>0,418</b>	0,007
3	0,038	0,248	*	<b>0,057</b>	0,024
4	0,229	0,418	0,057	*	0,003
5	0,002	0,007	0,024	0,003	*

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

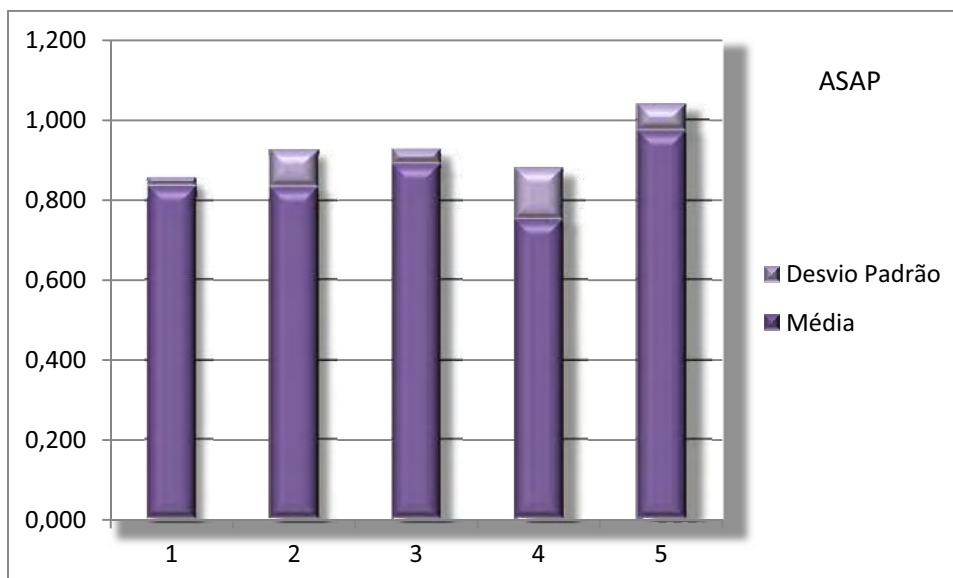


Figura 13 - Gráfico de média e desvio padrão da razão ASAP (C3AS-C3AI / C3PS-C3PI).

Ao se comparar os valores médios para a razão AL (C3SupIC3pl-C3AI/ C3Post-C3Ant), verificou-se aumento nesses valores de acordo com os estágios do SCP (Tabela 5 e Figura 14), o que demonstra as alterações de forma que ocorrem nas vértebras em função do desenvolvimento, cujos valores menores que um indicam comprimento maior que altura, próximos de um comprimento igual à altura e maiores que um indicam altura maior do que o comprimento.

Tabela 5 - Valores médios, desvio padrão e homogeneidade para a razão AL (C3SupIC3pl-C3AI/ C3Post-C3Ant)

Grupos	Número	AL		TUKEY
		Média	Desvio Padrão	
1	4	0,673	0,057	A
2	4	0,678	0,105	A
3	5	0,777	0,089	AB
4	2	0,859	0,032	ABCD
5	11	0,977	0,101	CD

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

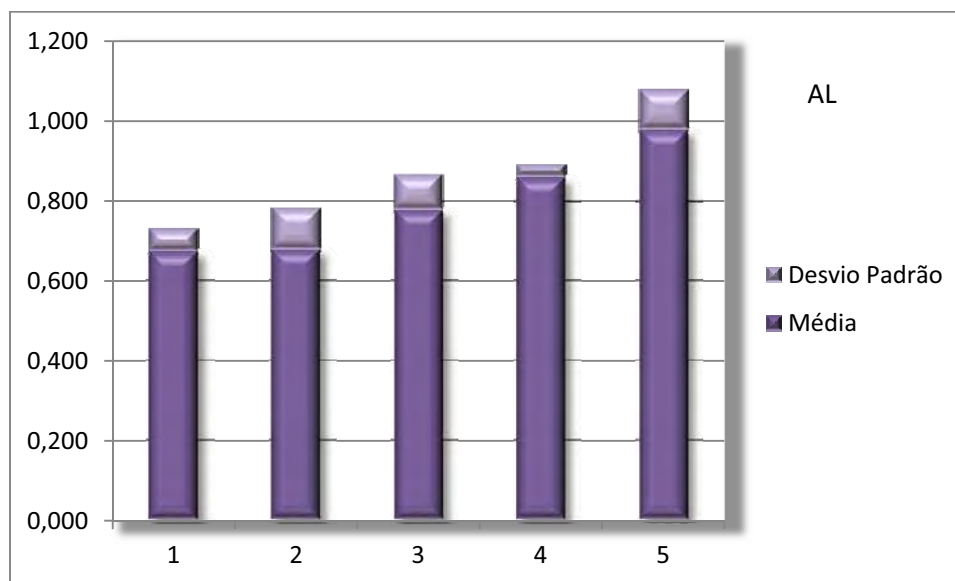


Figura 14 - Gráfico de média e desvio padrão da razão AL (C3SupIC3pl-C3AI/ C3Post-C3Ant).

Para se verificar as diferenças entre a razão AL entre os 5 grupos, os valores médios foram comparados entre si e observou-se que houve diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre os grupos 1 e 4, e em todos as comparações com o grupo 5, exceto entre o grupo 4 e 5, como mostra a Tabela 6, mostrando que as alterações nesta razão são sutis.

Tabela 6 – Comparação entre as médias da razão AL (C3SupIC3pl-C3AI/ C3Post-C3Ant)

Gupos	COMPARAÇÃO AL				
	1	2	3	4	5
1	*	<b>0,943</b>	<b>0,086</b>	0,015	0,000
2	0,943	*	<b>0,169</b>	<b>0,087</b>	0,000
3	0,086	0,169	*	<b>0,283</b>	0,002
4	0,015	0,087	0,283	*	<b>0,137</b>
5	0,000	0,000	0,002	0,137	*

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

Em relação à concavidade inferior da vértebra C3, os valores médios para a razão C3R se apresentaram crescentes no decorrer da curva do SCP (Tabela 7 e Figura 15), indicando aumento na profundidade das concavidades, exceto no grupo 4, o que pode estar relacionado ao número da amostragem deste grupo.

Tabela 7 – Valores médios, desvio padrão e homogeneidade para a razão C3R (C3Conc/C3PI-C3AI)

Grupos	Número	C3R		TUKEY
		Média	Desvio Padrão	
1	4	0,000	0,000	A
2	4	0,062	0,032	B
3	5	0,076	0,031	BC
4	2	0,061	0,033	ABC
5	11	0,177	0,027	D

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

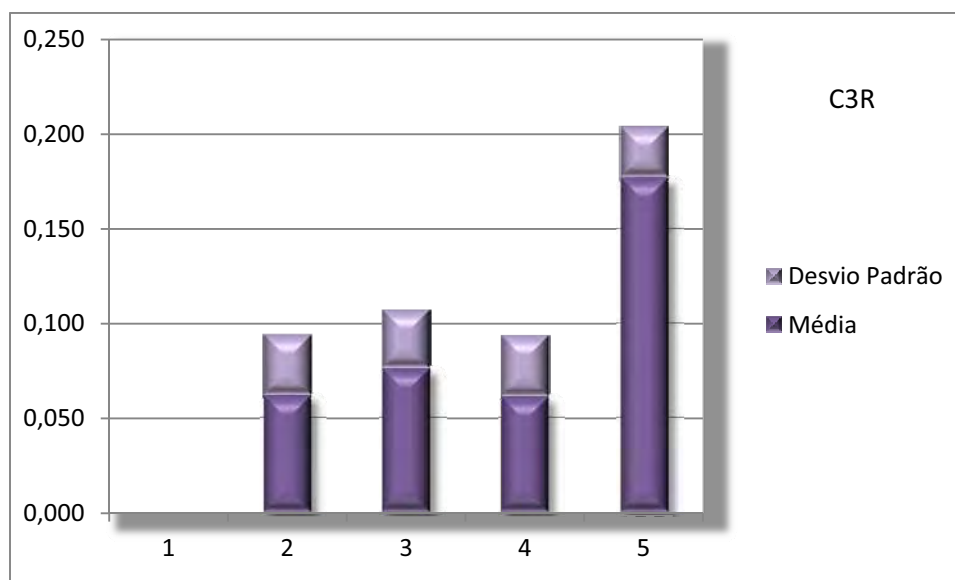


Figura 15 - Gráfico de média e desvio padrão da razão C3R (C3Conc/C3PI-C3AI).



Ao se comparar os grupos entre si para a razão C3R, correspondente à concavidade inferior da vértebra C3, observou-se diferenças significantes ( $p < 0,05$ ) em todas as comparações com o grupo 1 e com o grupo 5 (Tabela 8).

Tabela 8 – Comparação entre as médias da razão C3R (C3Conc/C3PI-C3AI)

Grupos	COMPARAÇÃO C3R				
	1	2	3	4	5
1	*	0,009	0,002	0,012	0,000
2	0,009	*	<b>0,522</b>	<b>0,980</b>	0,000
3	0,002	0,522	*	<b>0,592</b>	0,000
4	0,012	0,980	0,592	*	0,000
5	0,000	0,000	0,000	0,000	*

Grupos: 1- Antes do surto de crescimento; 2- Fase ascendente; 3- Pico do surto de crescimento; 4- Fase descendente; 5- Fim de surto.

## 6 DISCUSSÃO

A idade óssea é o indicador mais comumente utilizado nos estudos sobre crescimento e desenvolvimento (Tavano, 1976; Fishman et al., 1982; O' Reilly, Yanniello, 1988; Ursi, 1994; Hassel, Farman, 1995; Kucukles et al., 1999; Armond et al., 2001; Uysal et al., 2004; Gandini et al., 2006), porém tem sido crescente o uso das vértebras cervicais para este fim, já que estudos recentes mostram uma alta correlação entre a maturação óssea da mão e punho e das vértebras cervicais (Armond et al., 2001; Sán Roman et al., 2002; Grave, Townsend, 2003; Flores-Mir et al., 2006; Damian et al., 2006; Uysal et al., 2006).

De uma forma geral, os métodos que avaliam a maturação óssea por meio das vértebras cervicais são baseados nas alterações morfológicas caracterizadas por aumentos sucessivos na altura dos corpos vertebrais, assim como no desenvolvimento de concavidades nos bordos inferiores. As vértebras cervicais partem de uma forma de cunha, com bordo anterior mais baixo do que o bordo posterior, para uma forma retangular com maior comprimento do corpo em relação à altura, passando por uma forma quadrada, com altura igual ao comprimento, chegando a uma forma retangular com maior altura do corpo em relação ao seu comprimento (Lamparski, 1972; Hellsing, 1991, Hassel, Farman, 1995; Baccetti et al., 2002; San Román et al., 2002).

O método de avaliação da maturação óssea por meio das vértebras cervicais é considerado um método útil, confiável, aplicável (Lamparki, 1972; Hellsing, 1991; Hassel, Farman, 1995; Santos et al., 1998; Franchi et al., 2000; Armond et al., 2001; Baccetti et al., 2002, Generoso et al., 2003; Flores-Mir et al., 2006; Damian et al., 2006; Wong et al., 2009; Chen et al., 2010; Jaqueira et al., 2010), reprodutível (Santos

et al., 2005; Gandini et al., 2006) e pode apresentar o mesmo valor que o método de avaliação por meio da mão e punho (Lamparki, 1972; Gandini et al., 2006; Uysal et al., 2006). Porém autores sugeriram que o método seja utilizado com cautela e recomendaram a associação de diversos indicadores de maturação para um diagnóstico com maior precisão (Santos et al., 1998; Armond et al., 2001; Damian et al., 2006; Ball et al., 2011) e que a combinação dos indicadores da mão e punho e da vértebra cervical pode melhorar a previsão do surto (Grave, Townsend, 2003).

A vantagem dos métodos que empregam as vértebras na avaliação da idade óssea é a eliminação de uma exposição radiográfica adicional, já que essas estruturas são registradas em radiografias cefalométricas laterais, pertencente à documentação ortodôntica de rotina (O'Reilly, Yaniello, 1988; Hellsing, 1991; Santos et al., 1998; Gandini et al., 2006; Soegiharto et al., 2008; Litsas, Ari-Demirkaya, 2010; Altan et al., 2011).

Frente às inúmeras aplicações da TCFC na Ortodontia, como avaliações cefalométricas, localização de dentes inclusos, auxílio na instalação de microimplantes, planejamentos de cirurgias ortognáticas, avaliação das vias aéreas, preferiu-se utilizar essa modalidade de exame para avaliação das vértebras cervicais, com a vantagem de eliminar sobreposições ou distorções de imagens, o que pode tornar a avaliação mais fidedigna (Gâdelha et al., 2006; Kumar et al., 2008; Ballrick et al., 2008; Lamichane et al., 2009).

Estudos relacionaram a idade cronológica com a maturação das vértebras cervicais (Franchi et al., 2000; Armond et al., 2001; Generoso et al., 2003; Uysal et al., 2006; Moscatiello et al., 2008; Alkhal et al., 2008; Caldas et al., 2010; Baidas et al., 2012). Foram observadas dificuldades em se empregar a idade cronológica como indicador de maturação, pelo potencial de crescimento diversificado entre os indivíduos (Armond et al., 2001) e baixa correlação entre idade

cronológica e maturação da vértebra cervical (Alkhal et al., 2008). Outros estudos verificaram que a idade cronológica apresenta uma correlação direta com a maturação das vértebras cervicais, assim à medida que a idade cronológica aumenta, também de maneira similar, o índice de maturação das vértebras cervicais fica maior (Generoso et al., 2003; Moscatiello et al., 2008; Uysal et al., 2006; Caldas et al., 2010). O método MVC é mais previsível do que a idade cronológica isolada no estabelecimento do adequado tempo e tipo de tratamento ortodôntico segundo Baidas et al. (2012).

Alkhal et al. (2008) destacaram que os métodos de avaliação da MVC não detectam alterações em indivíduos com idade muito aquém ou além da fase de SCP, à concordância de nosso estudo em que a amostra foi restringida apenas aos pacientes que abrangessem o SCP, e portanto, as alterações decorrentes do desenvolvimento ósseo teriam maior previsibilidade.

Estudos vêm sendo realizados a fim de simplificar o método original de Lamparski (1972) que descreveu seis estágios baseados nas alterações morfológicas da segunda a sexta vértebra. Hassel e Farman (1995), por sua vez, sugeriram modificações no método anterior a partir da avaliação das segunda, terceira e quarta vértebras. Já Baccetti et al. (2002) reclassificaram os EMVC em 5 estágios avaliando também a segunda, terceira e quarta vértebras. Neste trabalho, para a simplificação da técnica e considerando a possibilidade da vértebra C4 ser ocultada na TCFC, reduziu-se o número de estruturas a serem avaliadas, dando destaque apenas para a concavidade da vértebra C2 e forma e concavidade inferior da vértebra C3.

Diante das dificuldades em avaliar de maneira subjetiva as modificações que ocorrem nas vértebras cervicais, associado às imagens dúbias ou pouco precisas (Santos et al., 1998), estudos sugeriram que a avaliação do EMVC fosse realizada por meio de medidas

lineares (Mito et al., 2002; Baccetti et al.; 2005; Tanaka, 2006; Caldas, 2007; Tanaka, 2008; Caldas et al., 2010; Baptista et al., 2011).

Assim como Mito et al. (2002) estabeleceram fórmulas de regressão para análise objetiva da maturação esquelética das vértebras cervicais em japonesas, Caldas (2007) aplicou essa fórmula em indivíduos brasileiros e verificou que a eficiência se deu somente em indivíduos do sexo feminino. A partir disso, desenvolveu uma nova fórmula para indivíduos tanto do sexo masculino e quanto do feminino. Posteriormente, Caldas et al. (2010) desenvolveram um programa computadorizado para avaliar de forma objetiva a maturação esquelética a qual se mostrou confiável.

Com a finalidade de avaliar a maturação das vértebras cervicais em imagens de TCFC, Fernandes (2009) verificou que a reconstrução de perfil a partir de TCFC pode substituir a radiografia cefalométrica lateral para esse tipo de análise e Shi et al. (2007) afirmaram ser possível a abordagem em 3D da idade biológica dos pacientes ortodônticos utilizando as vértebras cervicais. Em concordância, Joshi et al. (2012) destacaram que a avaliação da MVC por meio de TCFC fornece uma avaliação confiável do SCP, e portanto pode ser usada para avaliar a maturação.

Baseado no estudo de Ballrick et al., em 2008, que verificaram que as imagens adquiridas por meio do tomógrafo I-Cat apresentam medidas clinicamente precisas e resolução aceitável, a amostra deste estudo foi colhida de aquisições no mesmo tomógrafo para que fosse feitas as medidas das razões vertebrais. Kumar et al. (2008) acrescentaram que métodos convencionais de imagem adicional podem, geralmente, ser evitados quando TCFC são adquiridas para o diagnóstico ortodôntico. Por sua vez, Lamichane et al. (2009) verificaram que através da construção de um cefalograma lateral, a partir de TCFC, pode-se replicar a ampliação inerente de um cefalograma 2D convencional lateral com alta precisão.

No presente estudo, avaliou-se por TCFC a presença ou não de diferenças entre as razões das vértebras cervicais C2 e C3 nas cinco fases do SCP. Tanaka (2006) também avaliou essas razões, inclusive na vértebra C4, utilizando, porém, radiografias cefalométricas laterais corroborado por Lara et al.(2008), que estudaram a morfologia de C3 e C4, representativa dos estágios de pré-pico, pico e pós pico, excluindo a vértebra C2, em virtude desta apresentar alterações morfológicas muito sutis e de difícil mensuração (Mito et al; 2002). Ainda nesta linha, Tanaka (2008) criou um novo método de análise de maturação óssea por meio de razões em radiografias cefalométricas laterais com eficácia comparável à da Curva de Crescimento do SCP.

Sán Roman et al. (2002), ao estudarem as alterações na concavidade inferior, altura e forma do corpo vertebral, afirmaram que a concavidade do bordo inferior teve a maior correlação com a maturação da mão e punho, e que, quanto maior o grau de maturação, maior a concavidade (Hassel, Farman, 1995; Baccetti et al., 2002), o que vem ao encontro deste estudo, em que se observou aumento dos valores médios para as razões C2R ( $C2Conc/C2PI-C2AI$ ) e C3R ( $C3Conc/C3PI-C3AI$ ), exceto no grupo 4 (curva descendente), de acordo com os estágios do SCP. Verificou-se ainda que, no início do SCP, as vértebras C2 e C3 apresentaram bordas inferiores planas e que a presença de concavidade é indicativa de proximidade com o pico de crescimento na maioria dos indivíduos, o que está de acordo com estudos de Lamparski (1972), Hassel e Farman (1995), Baccetti et al. (2002) e Lara et al. (2008). Em concordância com Tanaka (2006), verificou-se que, visualmente, é difícil quantificar a profundidade das concavidades, porém matematicamente, as concavidades realmente aumentam gradativamente no decorrer do desenvolvimento esquelético.

Em relação à forma da vértebra C3, ao comparar os valores médios para a razão ASAP ( $C3AS-C3AI /C3PS-C3PI$ ), correspondente à altura da superfície anterior pela altura da superfície

posterior de C3, observou-se aumento nos grupos 1 (fase pré SCP), 3 (pico) e 5 (fase pós SCP), porém não foi possível observar a razão 1:1, a qual representaria a forma quadrada, à semelhança de Tanaka (2006), que verificou valores próximos apenas para o grupo 5 (fase pós SCP).

Ao comparar valores médios para a razão AL ( $C3_{Supl}C3_{pl}-C3_{AI} / C3_{Post}-C3_{Ant}$ ), correspondentes à divisão da altura pela largura do corpo de C3, verificou-se aumento nesses valores de acordo com os estágios do SCP, com valores médios de 0,673 para o Grupo 1 (fase pré SCP) e 0,977 para o grupo 5 (pós SCP), o que demonstra as alterações anatômicas que ocorrem nas vértebras em função do desenvolvimento. No entanto, a relação matemática de 1:1 entre a altura e o comprimento do corpo de C3, não foi alcançada em nenhum grupo à semelhança de Tanaka (2006). Assim como não foi possível verificar valores maiores que um, os quais representariam a forma retangular vertical encontrada na fase pós-pico do SCP como apresentado em estudos anteriores (Lamparski, 1972; Hassel, Farman, 1995; Baccetti et al, 2002; Lara et al., 2008).

Diante do exposto, fica evidente que é possível diferenciar os estágios do SCP por meio das razões matemáticas mensuradas em TCFC, em tamanho real e sem sobreposição, o que difere das outras pesquisas que se basearam nas imagens radiográficas convencionais bidimensionais e análises subjetivas. Desta forma, acredita-se que novos estudos com amostragem mais significativa deveriam ser realizados a fim de comprovar a precisão da avaliação por meio da TCFC, apenas nas vértebras C2 e C3, as quais aparecem nas aquisições tomográficas de rotina, em relação aos métodos consagrados subjetivos e mensurados em radiografias convencionais, os quais incluem as vértebras cervicais de C2 a C4.

## **7 CONCLUSÃO**

De acordo com os resultados, concluiu-se que é possível diferenciar as fases do SCP por meio de razões matemáticas das vértebras C2 e C3 mensuradas em TCFC, exceto entre as fases 3 (pico) e 4 (fase descendente).



## 8 REFERÊNCIAS\*

Alkhal HA, Wong RWK, Rabie, ABM. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in southern Chinese. *Ang Orthod*. 2008;78(4):591-96.

Altan M, Nebioglu Dalci O, Iseri H. Growth of the cervical vertebrae in girls from 8 to 17 years. A longitudinal study. *Eur J Orthod*. 2011. Doi:10.1093/ejo/cjr013.

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

Baccetti T, Franchi L, McNamara Junior JA. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2002;72(4):316-23.

Baccetti T, Franchi L, McNamara Junior JA. The cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod*. 2005;11:119-26.

Baidas L. Correlation between cervical vertebrae morphology and chronological age in Saudi adolescents. *King Saud University J Dent Scien*. 2012;3:21-6.

Ball G, Woodside D, Tompson B, Hunter WS, Posluns J. Relationship between cervical vertebral maturation and mandibular growth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2011;139(5):455-61.

---

\* Baseado em: International Committee of Medical Journal Editors Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical journals: Sample References [homepage na Internet]. Bethesda: US NLM; c2003 [disponibilidade em 2008 ago; citado em 25 ago.] Disponível em: [http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform\\_requirements.html](http://www.nlm.nih.gov/bsd/uniform_requirements.html)

Ballrick J W, Palomo JM, Ruch E, Amberman BD, Hans MG. Image distortion and spatial resolution of a commercially available cone-beam computed tomography machine. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134:573-82.

Baptista RS, Quaglio CL, Mourad LMEH, Hummel AD, Caetano CAC, Ortolani CLF, Pisa IT. A semi-automated method for bone age assessment using cervical vertebrae maturation. *Ang Orthod.* 2011. doi.org/10.2319/070111-425.1.

Björk A, Helm S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Ang Orthod.* 1967;37(2):134-43.

Björk A. Timing of interceptive orthodontic measures based on stages of maturation. *Trans Eur Orthod Soc.* 1972: 61.

Brown AA, Scarfe WC, Scheetz JP, Silveira AM, Farman AG. Linear Accuracy of Cone Beam CT Derived 3D Images. *Angle Orthod.* 2009;79:150–57.

Caldas MP, Ambrosano GMB, Haiter Neto F. Computer-assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz Oral Res.* 2010; 24:120-6.

Caldas MP. Avaliação da maturação esquelética na população brasileira por meio da análise das vértebras cervicais [tese]. Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas; 2007.

Chen L, Liu J, Xu T, Long X, Lin J. Quantitative skeletal evaluation based on cervical vertebral maturation: a longitudinal study of adolescents with normal occlusion. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2010;39(7):653-9.

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

Eklöf O, Ringertz H. A method for assessment of skeletal maturity. *Ann. Radiol.* 1967;10:330-6.

Fernandes FS. Avaliação comparativa do estágio de maturação esquelética em telerradiografias de perfil e tomografias computadorizadas de feixe cônico utilizando a análise das vértebras cervicais [tese]. Porto Alegre: Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2009.

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. *Ang Orthod.* 2006;76:1-5.

Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation: a clinically oriented method based on hand- wrist film. *Ang Orthod.* 1982;52(2):88-112.

Franchi L, Baccetti T, McNamara Junior JA. Mandibular growth as related to cervical vertebral maturation and body height. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2011;118(3):335-40.

Gadêlha FP, Rosa DA, Garib DG, Cotrim-Ferreira FA. A aplicabilidade da tomografia computadorizada na Ortodontia. *Ortodontia SPO.* 2006;40(2):143-8.

Gandini P, Mancini M, Andreani F. A comparasion of hand-wrist bone and cervical vertebral analyses in measuring skeletal maturation. *Ang Orthod.* 2006;76 (6):984-9.

Generoso R, Tavano O, Ribeiro A, Parreira MLJ. Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2003;8(4):19-36.

Grauer D, Cevidanes LSH, Styner MA, Heulfe I, Harmon ET, Zhu H, Proffit WR. Accuracy and Landmark Error Calculation Using Cone-Beam Computed Tomography–Generated Cephalograms. *Angle Orthod.* 2010;80:286–94.

Grave KC, Brown T. Skeletal ossification and the adolescent growth spurt. *Am J Orthod.* 1976;69(6):611-9.

Grave K, Townsend G. Hand-wrist and cervical vertebral maturation indicators: how can these events be used to time Class II treatments? *Aust Orthod J.* 2003;19(2):33-45.

Greulich WW, Pyle S. I. Radiographic atlas of skeletal development of the hand and wrist. Stanford: Stanford University Press; 1959.

Hagg U, Taranger J. Skeletal stages of the hand and wrist as indicators of the pupertal growth spurt. *Acta Odontol Scand.* 1980;38:187-200.

Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Dentofac Orthop.* 1995;107:58-66.

Hellsing E. Cervical vertebral dimensions in 8-11 and 15-year-old children. *Acta Odontol Scand.* 1991;49(4):207-13.

Jaqueira LM, Armond MC, Pereira LJ, Alcântara CE, Marques LS. Determining skeletal maturation stage using cervical vertebrae: evaluation of three diagnostic methods. *Braz Oral Res.* 2010;24(4):433-7.

Joshi V, Yamaguchi T, Matsuda Y, Kaneko N, Maki K, Okano T. Skeletal maturity assessment with the use of cone-beam computerized tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol.* 2012. Doi: 10.1016/j.oooo.2011.11.018.

Kucukkeles N, Acar 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.

Kumar V, Ludlow J, Cevitanes LHS, Mol A. In Vivo Comparison of Conventional and Cone Beam CT Synthesized Cephalograms. *Angle Orthodontist.* 2008;78(5):873-9.

Lamichane M, Anderson NK, Rigali PH, Seldin EB, Wille LA. Accuracy of reconstructed images from cone-beam computed tomography scans. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:156.e1-156.e6.

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

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

Litsas G, Ari-Demirkaya A. Growth indicators in orthodontic patients. Part 1: Comparison of cervical vertebral maturation and hand-wrist skeletal maturation. *Eur J Paediatr Dent.* 2010;11(4):171-5.

Martins JCR, Sakima T. Considerações sobre o surto de crescimento puberal. *Ortodontia.* 1977;10(3):164-70.

Mercadante MMN. Radiografia de mão e punho. In: Ferreira FV. *Ortodontia: diagnóstico e planejamento.* São Paulo: Artes Médicas; 1996; p. 188-216.

Moraes, MEL; Medice 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.

Moscatiello VAM, Laderman H, Moscatiello RA, Faltin-Junior K, Moscatiello RM. Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. *Rev Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 2008;13(4):92-100.

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

O'Reilly MT, Yanniello GJ. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae – a longitudinal cephalometric study. *Ang Orthod.* 1988;58(2):179-84.

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

Santiago RC, Costa LFM, Vitral RWF, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity: A systematic review. *Ang Orthod.* 2012. Doi: 10.2319/103111-673.1.

Santos ECA, Bertoz FA, Arantes FM, Reis PMP. Avaliação da reprodutibilidade do método de determinação da maturação esquelética por meio das vértebras cervicais. *Rev Dent Press Ortod Ortop Fac.* 2005;10(2):62-8.

Santos MFH, Lima RL, Ary-Pires B, Pires-Neto MA, Ary-Pires R. Developmental steps of the human cervical spine: parameters for evaluation of skeletal maturation stages. *Anat Sci Int.* 2010;85:105–14.

Santos SCBN, Almeida RR, Henriques JFC, Bertoz FA, Almeida RR. Avaliação de um método de determinação do estágio de maturação esquelética utilizando as vértebras cervicais presentes nas telerradiografias em norma lateral. *Dental Press Ortodon Ortop Facial.* 1998;3(3):67-77.

Seedat AK, Forsberg CD. An evaluation of the third cervical vertebra (C3) as a growth indicator in Black subjects. *SADJ.* 2005;. 60(4):156-60.

Shi H, Scarfe WC, Farman AG. Three-dimensional reconstruction of individual cervical vertebrae from cone-beam computed tomography images. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007;131:426-32.

Soegiharto BM, Moles DR, Cunningham SJ. Discriminatory ability of the skeletal maturation index and the cervical vertebrae maturation index in detecting peak pubertal growth in Indonesian and white subjects with

receiver operating characteristics analysis. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008;134:227-37.

Tanaka JLO. Estudo da relação entre a análise de maturação das vértebras cervicais por meio de medidas em radiografias cefalométricas laterais e a curva de crescimento ósseo [dissertação]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; UNESP-Universidade Estadual Paulista; 2006.

Tanaka JLO. Desenvolvimento e avaliação de um método de análise de maturação óssea por meio de medidas das vértebras cervicais em radiografias cefalométricas laterais [tese]. São José dos Campos: Faculdade de Odontologia de São José dos Campos; UNESP-Universidade Estadual Paulista; 2008.

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.

Tanner JM, Whitehouse RH, Cameron N, Marshall WA, Healy MJR, Goldstein H. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). 2 ed. London: Academic Press; 1983.

Tanner JM, Whitehouse RH. Standards for skeletal maturity. Paris: Internacional Childrens's Centre; 1959.

Tavano O. Estudo das principais tabelas de avaliação da idade biológica, através do desenvolvimento ósseo, visando sua aplicação em brasileiros leucodermas da região de Bauru [tese]. Bauru: Universidade de São Paulo, Faculdade de Odontologia de Bauru; 1976.

Ursi WJS. Determinação da maturidade esquelética através de radiografias carpais: sua importância no tratamento ortodôntico-ortopédico. In: Interlandi, S. Ortodontia: bases para iniciação. 3 ed. Rio de Janeiro: Artes Médicas, 1994.p. 615.

Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:622-8.

Wong RWK, Alkhal HA, Rabie ABM. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009;136:484 e1-484.e6.

Zamora N., Llamas JM , Cibrián R, Gandia JL. Paredes V. Cephalometric measurements from 3D reconstructed images compared with conventional 2D images. *Angle Orthod.* 2011;81:856–64.



## ANEXO A - Certificado do Comitê de Ética em Pesquisa

  UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA  
Av. Eng. Francisco José Longo, 777 - Jd. São Diniz  
CEP - 12201-890 - F. (12)3347-9028  
Fax (12)3347-9010 - janete@sjc.unesp.br

---

 **CERTIFICADO**  
Comitê de Ética em Pesquisa  
Com Seres Humanos

**CERTIFICAMOS**, que o protocolo nº 074/2011-PH/CEP, referente ao Projeto intitulado "Verificação da validade da análise de maturação óssea das vértebras cervicais em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico(TCFC) nos planos sagital e coronal", sob a responsabilidade de TASSIA MARA FERNANDES MENDONÇA, tendo como orientador o Prof. Titula LUIZ CESAR DE MORAES, está de acordo com os Princípios Éticos, seguindo diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisa, com seres humanos, conforme, Resolução nº 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e foi aprovado por este Comitê de Ética em Pesquisa.

São José dos Campos, 11 de outubro de 2011.

  
Profa. Adjunto JANETE DIAS ALMEIDA  
Coordenadora

**ANEXO B - Parecer do Comitê de Ética em pesquisa para alteração de título.**

	 <b>UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA</b> CAMPUS DE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS FACULDADE DE ODONTOLOGIA <small>Av. Eng. Francisco José Longo, 777 – São Diniz – CEP 12201-970 – F. (12) 3945-9000 – FAX (12) 3947-9028 –</small>
	<b>Comitê de Ética em Pesquisa Com Seres Humanos</b>
São José dos Campos, 15 de junho de 2012	
Ofício nº 06/12-CEP	
<b>Prezado(a) Sr.(a)</b>	<b>TASSIA MARA FERNANDES</b>
<b>Projeto</b>	Verificação da validade da análise de maturação óssea das vértebras cervicais em imagens de tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC) nos planos sagital e coronal
<b>PARECER</b>	
De acordo com solicitação da Pesquisadora Responsável fica alterado o título do projeto para "Comparação das razões lineares das vértebras cervicais por tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)". Convalidando dessa forma o Protocolo nº 074/2011-PH/CEP de 11/10/2011.	
Atenciosamente,	
 <b>Profa. Adjunta JANETE DIAS ALMEIDA</b> Coordenadora	