

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA

SAMANTHA MENDES SEMEUNKA

CORRELAÇÃO DE IMAGENS AXIAIS E SAGITAIS DAS VÉRTEBRAS
CERVICAIS NA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Porto Alegre
2016

SAMANTHA MENDES SEMEUNKA

CORRELAÇÃO DE IMAGENS AXIAIS E SAGITAIS DAS VÉRTEBRAS
CERVICAIS NA AVALIAÇÃO DO CRESCIMENTO E DESENVOLVIMENTO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Graduação em
Odontologia da Faculdade de
Odontologia da Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, como requisito
parcial para obtenção do título de
Cirurgiã-Dentista.

Orientadora: Prof^a Dr^a Vania Fontanella
Coorientadora: Prof^a Dr^a Karina
Mundstock

Porto Alegre
2016

CIP - Catalogação na Publicação

Semeunka, Samantha Mendes

Correlação de imagens axiais e sagitais das
vértebras cervicais na avaliação do crescimento e
desenvolvimento. / Samantha Mendes Semeunka. -- 2016.
33 f.

Orientadora: Vania Regina Camargo Fontanella.
Coorientadora: Karina Santos Mundstock.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade
de Odontologia, Curso de Odontologia, Porto Alegre,
BR-RS, 2016.

1. Tomografia Computadorizada de Feixe Cônico. 2.
Crescimento e Desenvolvimento. 3. Vértebras
Cervicais. I. Fontanella, Vania Regina Camargo,
orient. II. Mundstock, Karina Santos, coorient. III.
Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).

À minha família, que me deu todo o apoio ao longo dessa jornada.

AGRADECIMENTOS

Ao Universo, sob a alcunha de **Deus**, por iluminar e guiar meus passos nessa caminhada. Muitas foram as alegrias e as tristezas, e por todas elas sou grata, pois é a partir desses momentos que pude crescer. Agradeço pela força e paciência a mim concedida, tendo a motivação necessária para a cada dia correr atrás dos meus objetivos.

À minha família por todo o apoio e investimentos variados. À minha mãe, **Valmira Mendes da Silva**, por sempre manter sua presença em minha vida, ainda que seja dando um oi a cada dia pelo telefone e me ajudando em todas as minhas decisões e escolhas; tu, para mim, és um grande exemplo de força, personalidade e dedicação. Ao meu pai, **Carlos Semeunka da Silva**, por ser um verdadeiro guerreiro, travando batalhas diárias em busca do bem da nossa família. Ao meu irmão, **Gabriel Mendes Semeunka**, grande mentor de muitos conhecimentos que trago comigo, pela parceria de sempre. Vocês me ensinaram e ainda ensinam o conceito de amor incondicional.

Ao meu namorado, **Jadir Soares de Oliveira**, que me trás equilíbrio, senso crítico, foco e persistência. A vida foi muito generosa em ter promovido nosso reencontro, tornando-te peça fundamental para a conclusão dessa jornada.

Aos **amigos do coração**, que sabem quem são, por toda a compreensão quanto a minha ausência em muitos momentos e por dividirem comigo, também, grandes alegrias vividas durante esse caminho, além das lágrimas caídas.

Aos **parentes queridos**, pela compreensão, apoio e presença na minha vida.

Ao **Grupo PET**, que me proporcionou muitas vivências e muito crescimento. Através dele fiz grandes amizades, além de descobrir novos olhares para as mais variadas situações. Em especial, agradeço aos **amigos do PET Odontologia**, que ao longo desses anos foram minha família, sendo meu ombro amigo, meu riso fácil e minha parceria. Honestamente, a parte triste da minha nova jornada após a Graduação é não ter mais a convivência diária com vocês.

À Professora **Susana Maria Werner Samuel**, Tutora do PET Odontologia, por ter sempre acreditado e confiado em mim. Nas adversidades sempre estive ao meu lado me apoiando das mais variadas formas, sempre me oportunizando formas de não desistir. Foste ao longe desses anos, como sabes, minha “mãe da semana”. Sem dúvida o mundo precisa de mais Mestres/ Anjos da Guarda como a Sra.

À **Faculdade de Odontologia**, agradeço a todos os bons professores que cruzaram meu caminho e foram exemplos de profissionalismo.

À **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, que além de me proporcionar um curso de reconhecida qualidade, garantiu a continuidade do meu curso nessa instituição através da Permanência Estudantil.

À **CEUFRGS**, Casa do Estudante da UFRGS, pela acolhida, tornando factível essa caminhada. Aos colegas e a toda vivência que apenas uma casa de Estudante torna possível, que me proporcionaram momentos extremos, dos incríveis aos desesperadores, aos quais, independente da natureza, sou grata; sem dúvida, para mim, pensar no Coletivo já não é mais o mesmo.

À Professora **Karina Santos Mundstock**, que aceitou participar do desenvolvimento desse trabalho assumindo a sua coorientação e sempre esteve disponível a contribuir, seja enriquecendo-o ou recebendo-me com muito carinho.

À minha querida orientadora, Professora **Vania Regina Camargo Fontanella**, que desde sempre foi uma profissional de referência para mim e que topou estar ao meu lado no desenvolvimento desse trabalho. Nossa parceria, para mim, excedeu a qualquer expectativa. Sou grata a todas as experiências que tive proporcionadas por ti e grata, também, pela honra de tê-la junto comigo nelas.

Aos queridos professores **José Renato Prietsch** e **Mário Marques Fernandes** por me contemplarem com a honra de estarem presentes no momento de minha defesa como banca.

A força não provém da
capacidade física. Provém de
uma vontade indomável.

Mahatma Gandhi

RESUMO

TCC SEMEUNKA, Samantha Mendes. **Titulo em negrito**. 2016. x f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

A determinação da idade óssea é uma prática comum ao exercício dos profissionais da odontologia, de maneira a serem úteis tanto para o planejamento adequado de tratamentos ortodônticos quanto para a colaboração da ciência forense. Dentre os métodos, o mais comumente utilizado é a partir de radiografias. Rotineiramente utilizam-se as radiografias carpais, com avaliação de mão e punho, mas, com o passar do tempo, também se difundiu o uso da telerradiografia de perfil, para a qual existem diversos métodos de validação da determinação da idade óssea a partir da avaliação da vértebra cervical, além de ser um meio de minimizar a exposição à radiação, uma vez que a radiografia carpal pode ser substituída. Com o aumento do uso das tomografias computadorizadas, até mesmo em planejamento de tratamento ortodôntico, tem sido pensado em seu uso para determinar a idade óssea utilizando a vértebra cervical, aproveitando a mesma imagem para novas radiografias não serem realizadas. A partir da análise de tomografias computadorizadas de feixe ônico foram descritos parâmetros morfológicos das vértebras cervicais em vista axial associados a cada um dos seis estágios propostos por Hassel e Farman. A partir do estudo foi possível identificar padrões relacionados à C2 que podem contribuir para a determinação de forma mais precisa de alguns dos estágios de maturação esquelética.

Palavras chave: Tomografia computadorizada por feixe cônico. Crescimento e desenvolvimento. Vértebras cervicais.

ABSTRACT

SEMEUNKA, Samantha Mendes. **Titulo em negrito**. 2016. X p. Final Paper (Graduation in Dentistry) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

The bone age determination is a common practice in dentistry for planning orthodontic treatment and in the forensic science. Among the methods, the most commonly used are radiographs, especially the carpal ones, with evaluation of hand and wrist, and lateral cephalograms for assessment of cervical vertebra. The last could minimize exposure to radiation, since the carpal radiography can be replaced. With the increasing use of computed tomography, even in orthodontic treatment planning, it has been thought to use those images also to determine bone age, evaluating the cervical vertebrae. This study described morphological parameters of the cervical vertebrae in axial cone beam computed tomography slices, trying to associate them with each of the six stages proposed by Hassel and Farman. From the study it was possible to identify patterns related to C2 that can help to determine the skeletal maturation stages.

Key-words: Cone beam computed tomography. Growth and development. Cervical vertebrae.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	MATERIAIS E MÉTODOS.....	13
2.1	TIPO DE ESTUDO.....	13
2.2	AMOSTRA.....	13
	2.2.1 Critérios de Inclusão.....	13
	2.2.2 Critérios de Exclusão.....	13
2.3	LOCAL DE REALIZAÇÃO.....	13
2.4	CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	13
2.5	ANÁLISE DAS IMAGENS.....	14
	2.5.1 Avaliação de Maturação – Método de Hassel e Farman (1995)....	14
	2.5.2 Instrumento.....	15
3.	RESULTADOS.....	17
4.	DISCUSSÃO.....	27
	REFERÊNCIAS.....	29

1 INTRODUÇÃO

Durante a prática clínica dos profissionais de saúde, a solicitação da determinação da idade óssea ou cronológica de pacientes tem como objetivo o planejamento para realização de tratamento ortodôntico ou, na prática forense, determinar a idade de vítimas e criminosos não identificados (CARVALHO et al., 2010). Dentre os métodos utilizados, o exame radiográfico pode ser utilizado para as duas utilidades descritas, em indivíduos vivos e *post-mortem*. Na segunda situação é possível realizar a comparação de imagens *ante-mortem* e *post-mortem* (CARVALHO et al., 2010).

As radiografias mais utilizadas para esses fins são a panorâmica, onde é possível avaliar a maturação dentária a partir dos Estágios de Nolla; a radiografia carpal, onde é possível avaliar a maturação óssea da mão e punho pela identificação de ossos específicos no carpo e metacarpo e pela união epifisária das falanges; e a telerradiografia lateral, onde é possível avaliar o grau de maturação óssea das vértebras C2 a C4, a partir do seu formato (ETO; MARTINS; TINANO, 2003; MORIHISA et al., 2005; MORAES et al., 2008).

Para a avaliação das vértebras cervicais, vários são os métodos estudados. Lamparski (1975) avaliou modificações anatômicas entre a C2 e C6; O'Reilly e Yanniello (1988), correlacionaram o método de Lamparski (1975) com mudanças de crescimento da mandíbula, concluindo haver relação; Hassel e Farman (1995) modificaram o método de Lamparski (1975), utilizando apenas as vértebras C2 a C4 para avaliação, onde definiram seis Indicadores de Maturação das Vértebras Cervicais (IMVCs) (MORATO, 2012). Após, muitos estudos feitos validaram e mostraram a aplicabilidade clínica do método de Hassel e Farman (ARMOND; CASTILHO; MORAES, 2001; SANTOS, 2005; UYSAL et al., 2006; CANALI; BRUCKER; LIMA, 2003; JAQUEIRA et al., 2010; JOSHI et al., 2010).

Esses métodos utilizados, apesar de validados, são avaliações subjetivas, havendo ainda controvérsias quanto à sua utilização, além de certa relutância dos cirurgiões-dentistas quanto ao abandono da utilização da avaliação de mão e punho (GABRIEL et al., 2009). Então, a partir de 2002 surgiram evidências utilizando fórmulas matemáticas para validar de maneira objetiva o formato das vértebras cervicais como determinadoras da idade esquelética.

Mito, Sato e Mitani (2002) desenvolveram um método utilizando cefalometria e o compararam ao método de Tanner et al. (1983) para radiografias de mão e punho, onde verificaram que seu método foi tão confiável quanto o que foi comparado. Ainda em 2002 Baccetti, Franchi e McNamara criaram uma versão melhorada do método de Maturação das Vértebras Cervicais (MVC) para acessar o crescimento mandibular, sendo que seus resultados traziam cinco estágios maturacionais, e não seis.

Cericato et al. (2007) testaram o método de Mito (2002) e verificaram ser reprodutível e confiável. Caldas, Ambrosano e Haiter-Neto (2007) também estudaram um novo método, criando uma fórmula para avaliar de maneira objetiva a MVC, que mostraram ser válido e confiável (MORATO, 2012). Al Khal, Wong e Rabie (2008) compararam o método de Baccetti com o método de Fishman (1982), validando o método de MVC como confiável. Moscatiello et al. (2008) também validaram o método de Baccetti, comparando-o com o método de Greulich e Pyle.

Chen et al. (2008), apresentaram método quantitativo para avaliar a MVC em vista sagital; Byun et al. (2015), publicaram dois estudos, sendo o primeiro um piloto, utilizando o método de Chen et al. (2008) de forma modificada, aplicando-o em tomografia computadorizada de feixe cônico, adicionando parâmetros na C2 e processo odontóide, sendo utilizado o plano sagital na avaliação, da mesma maneira que se avalia nas telerradiografias de perfil. No segundo estudo avaliou uma amostra de meninas.

Yang et al. (2014), trazem, pela primeira vez, o conceito da utilização do plano axial para avaliação quantitativa da MVC, com uma nova abordagem para o uso de análise de imagens e de forma estatística. Shin et al. (2015), utilizaram o método de Yang e apontaram em seus resultados a limitação pelo fator étnico. Contudo, estas análises quantitativas envolvem múltiplas mensurações e cálculos complexos, atualmente pouco acessíveis ao uso clínico.

A idade cronológica é um importante referencial durante a infância, porém, no período da puberdade, pode não ser mais um parâmetro seguro (TANAKA, 2008), apesar de haver correlação entre a idade cronológica e a MCV nos estudos de Generoso et al. (2003), Uysal et al. (2006) e Morato (2012).

O Surto de Crescimento Puberal (SCP) é um período de grande importância do ponto de vista ortodôntico, pois é nessa época que o tratamento pode alcançar melhores resultados em um período de tempo relativamente curto (BJÖRK; HELM, 1967). Segundo Mercadante (1996), há uma correlação entre o SCP com determinados eventos de maturação óssea que podem ser observados nas radiografias carpais. Os métodos de avaliação da vértebra cervical foram comprovados como sendo válidos e confiáveis, de maneira que seria seguro utilizar apenas a tomada da telerradiografia de perfil para avaliar tanto a maturação óssea quanto para realizar o traçado cefalométrico, reduzindo a radiação a que o paciente seria submetido, uma vez que a radiografia carpal não seria mais necessária.

Em se tratando de tomografia, os diferentes planos de cabeça e do pescoço podem ser avaliados, substituindo, também, na maioria dos casos, o uso de radiografias panorâmicas e de telerradiografias de perfil. Na Ortodontia, as imagens tridimensionais podem ajudar a desvendar a complexidade das maloclusões dentárias e esqueléticas e melhorar o diagnóstico e plano de tratamento em tipos de casos específicos (KAPILA; CONLEY; HARRELL, 2011). Porém, sabe-se que, apesar da qualidade, há um maior nível de exposição à radiação, portanto é de suma importância valer-se do pensamento de minimizar a solicitação de exames.

Segundo Kapila e Nervina (2015), a justificativa para a utilização de CBCT em ortodontia está associada ao diagnóstico e planejamento de um tratamento adequado, sendo que sua indicação tem sido limitada a um pequeno subconjunto de problemas, como ocorrência de dentes impactados, ocorrência de fissura de lábio e palato e necessidade de realização de cirurgia ortognática. Ainda, na ausência dessas situações, um clínico pode optar por utilizar a tecnologia se há razão suficiente para acreditar que ela provavelmente irá melhorar o diagnóstico e/ou alterar o plano de tratamento. Quando usado em qualquer um destes cenários, e com base na literatura, seu uso provavelmente irá fornecer informações relevantes para o caso.

Ao cogitar a avaliação da maturação óssea a partir de vistas axiais da vértebra cervical para estimar o momento do SCP, é prudente pensar na validação dos métodos utilizados. Portanto, tendo em vista a necessidade de uma padronização do uso de tomografias computadorizadas, bem como seus

planos de visualização, o presente estudo se propõe a descrever os parâmetros morfológicos das vértebras cervicais em vista axial associados a cada um dos seis estágios maturacionais propostos por Hassel e Farman (1995) para a análise das vértebras no plano sagital.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 TIPO DE ESTUDO

Observacional descritivo

2.2 AMOSTRA

Foram utilizadas imagens de banco de dados. Nenhum exame ou intervenção foi feito nos indivíduos para a realização do presente estudo. Por se tratar de um estudo descritivo, sem nenhuma inferência estatística, a amostra foi de conveniência. O banco de dados utilizado é de responsabilidade do curso de Especialização em Ortodontia da FO-UFRGS, coordenado pelo Prof Dr José Renato Prietsch, que autorizou seu uso.

2.2.1 Critérios de Inclusão

Foram incluídos todos os indivíduos entre 8 e 18 anos, que estão ou estiveram em atendimento na Clínica do Curso de Especialização em Ortodontia da FO-UFRGS.

2.2.2 Critérios de Exclusão

Foram excluídas da amostra as imagens de indivíduos cujo prontuário registre história de trauma ou patologia cervical, síndrome ou anomalia de crescimento. Foram excluídas, também, amostras que continham artefatos de técnica no exame.

2.3 LOCAL DE REALIZAÇÃO

A avaliação das imagens foi realizada no Setor de Ortodontia da FO-UFRGS, utilizado o software Dolphin 3D (Dolphin Imaging and Management Solutions, Chatsworth, CA, EUA), cedido pelo Curso de Especialização em Ortodontia da FO-UFRGS.

2.4. CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O presente estudo foi submetido e aprovado pela Comissão de Pesquisa da Faculdade de Odontologia e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, onde obteve aprovação.

Os indivíduos não foram submetidos a nenhum tipo de exame de imagem com possibilidade de exposição à radiação de forma desnecessária, sendo que foram utilizadas as documentações para fins de tratamento ortodôntico que tivessem incluída uma tomografia de feixe cônico. Todas as tomografias foram realizadas em um mesmo centro de radiologia, com o tomógrafo I-CAT.

2.5 ANÁLISE DAS IMAGENS

Do total de 133 tomografias em arquivo analisadas, 73 preencheram os critérios da pesquisa, com indivíduos de ambos os sexos, sendo 42 do sexo feminino e 31 do sexo masculino, com idade entre 8 e 18 anos, que são atendidos na Clínica do Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFRGS.

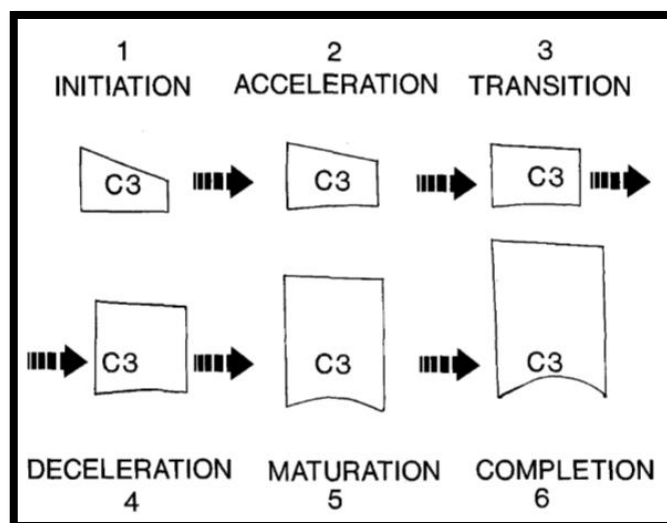
Primeiramente as imagens foram classificadas utilizando o plano sagital de acordo com a classificação proposta por Hassel e Farman (1995). Tendo o indivíduo classificado com uma das seis categorias de maturação, em seguida foi observada, em seu volume, a imagem no plano axial.

A partir desta observação, foi utilizado um instrumento elaborado baseado nas características anatômicas das vértebras cervicais e no fechamento de sincondroses, buscando elaborar padrões que se correlacionem com essa classificação.

2.5.1 Avaliação de Maturação – Método de Hassel e Farman (1995)

Em 1995, Hassel e Farman propuseram modificações no método de Lamparski (1975), os quais foram, posteriormente, comparados com os Indicadores de maturação esquelética carpal propostos por Fishman (1982). As categorias, ilustradas na figura 1, são: 1, Iniciação; 2, Aceleração; 3, Transição; 4, Desaceleração; 5, Maturação e 6, Finalização.

Figura 1 – Indicadores de maturação da vértebra cervical usando C3 como exemplo.



Fonte: Hassel e Farman, 1995

2.5.2 Instrumento

As vértebras cervicais C1 (Atlas) e C2 (Axis), C3 e C4 foram detalhadamente descritas quanto à sua anatomia e desenvolvimento, de acordo com a literatura, a seguir resumida.

Na C1, o desenvolvimento se dá através de três centros de ossificação presentes ao nascimento, tendo, então, o corpo da vértebra e dois arcos neurocentrais. A fusão da sincondrose posterior ocorre em torno dos cinco anos; da sincondrose neurocentral ocorre em torno dos sete anos. Aos cinco anos as sincondroses anteriores ainda podem permanecer abertas, com seu processo de fusão variando entre 4,5 a 17 anos de idade (OGDEN, 1984; OGDEN, 1984; OGDEN et al., 1986; KARWACKI; SCHNEIDER, 2012).

Na C2, o desenvolvimento se dá através de quatro centros de ossificação ao nascimento. A fusão da sincondrose neurocentral se dá entre os três e seis anos idade; a sincondrose subdental se dá, também, entre três e seis anos de idade. A sincondrose apicodental tem seu processo de fusão ocorrendo entre os três e 14 anos de idade (OGDEN, 1984; OGDEN, 1984; OGDEN et al., 1986; KARWACKI; SCHNEIDER, 2012).

De C3 até C7 o processo de ossificação se dá de maneira semelhante, uma vez que as vértebras têm as mesmas características anatômicas. A sincondrose neurocentral se funde entre três e seis anos, assim como seu

corpo teu a ossificação finalizando em torno de 7 anos, com a forma inicial em cunha, progredindo para uma forma quadrangular (DAVID; DORMANS, 2012).

Com base nestas características foram desenvolvidos critérios a serem analisados na avaliação das vértebras entre C1 e C4 na vista axial (Quadro 1).

Quadro 1 – Instrumento para caracterização das vértebras cervicais

C1
<ul style="list-style-type: none"> - O formato do forame vertebral é: () circular () ovalado () triangular () trapezoidal - O formato do tubérculo anterior é: () arredondado () pontiagudo - O formato do tubérculo posterior é: () arredondado () pontiagudo - O formato dos processos transversos é: () arredondado () quadrilátero () retangular - As sincondroses anteriores estão: () abertas () parcialmente fusionadas () fusionadas com cicatriz visível () fusionadas sem cicatriz visível
C2:
<ul style="list-style-type: none"> - O formato do forame vertebral é: () circular () ovalado () triangular () trapezoidal - O comprimento do processo espinhoso corresponde a: () menos que 25%, () menos que 50%, () mais que 50%, da dimensão anteroposterior do forame vertebral - O processo espinhoso é bífido? () sim () não - O formato dos processos transversos é: () arredondado () quadrilátero () retangular - A sincondrose subdental está: () aberta () parcialmente fusionada () fusionada com cicatriz visível () fusionada sem cicatriz visível - A sincondrose apicodental está: () aberta () parcialmente fusionada () fusionada com cicatriz visível () fusionada sem cicatriz visível
C3:
<ul style="list-style-type: none"> - O formato do forame vertebral é: () circular () ovalado () triangular () trapezoidal - O comprimento do processo espinhoso corresponde a: () menos que 25%, () menos que 50%, () mais que 50%, da dimensão anteroposterior do forame vertebral - O processo espinhoso é bífido? () sim () não - O formato dos processos transversos é: () arredondado () quadrilátero () retangular
C4:
<ul style="list-style-type: none"> - O formato do forame vertebral é: () circular () ovalado () triangular () trapezoidal - O comprimento do processo espinhoso corresponde a: () menos que 25%, () menos que 50%, () mais que 50%, da dimensão anteroposterior do forame vertebral - O processo espinhoso é bífido? () sim () não - O formato dos processos transversos é: () arredondado () quadrilátero () retangular

3. RESULTADOS

Os resultados obtidos são apresentados nas tabelas 1 a 4. É possível perceber que, em relação a C1 (Tabela 1), há uma tendência do forame vertebral adquirir o formato trapezoidal desde fases mais precoces, o tubérculo posterior tende para um formato pontiagudo na transição entre as etapas 2 e 3. O processo transversal apresentou tendência ao formato arredondado. As sincondroses anteriores se apresentaram, na maioria dos casos, fechadas e sem cicatriz; poucos foram os casos onde havia cicatriz ou que se apresentasse aberta.

Quanto à C2 (Tabela 2), percebeu-se tendência de evolução do formato do forame vertebral, saindo do formato circular para trapezoidal, ao longo das etapas; há, também, uma tendência de aumento no comprimento do processo espinhoso, apesar de já estar formado, na sua maioria, com o formato bífido. Quanto ao formato do processo transversal, parece não estar correlacionado com a maturação. Foi possível detectar uma tendência ao fechamento da sincondrose subdental nas fases 5 e 6. A sincondrose apicodental mostrou-se tanto aberta, quando parcialmente fusionada e fusionada em todas as etapas, de maneira que observa-se que não é possível usar a estrutura como referência para maturação óssea quando correlacionada com o método em estudo.

Quanto a C3 e C4 (tabelas 3 e 4), não foi observada relação de modificação ou aumento de forma que destaque alguma característica compatível com as fases.

As figuras 2 a 11 ilustram estes aspectos.

Tabela 1. Vértebra C1 e distribuição dos estágios de maturação segundo Hassel e Farman (1995).

C1					
Forame vertebral	Circular	Ovalado	Triangular	Trapezoidal	Total
Fase 1	0	2 (16,6%)	1 (8,3%)	9 (75,0%)	12
Fase 2	6 (24,0%)	9 (36,0%)	1 (4,0%)	9 (36,0%)	25
Fase 3	2 (14,2%)	0	5 (35,7)	7 (50,0%)	14
Fase 4	0	3 (33,3%)	3 (33,3%)	3 (33,3%)	9
Fase 5	2 (20,0%)	1 (10,0%)	1 (10,0%)	6 (60,0%)	10
Fase 6	0	0	2 (66,6%)	1 (33,3%)	3
Tubérculo anterior	Arredondado	Pontiagudo			
Fase 1	3 (25,0%)	9 (16,6%)	-	-	12
Fase 2	25 (100%)	0	-	-	25
Fase 3	1 (7,1%)	13 (92,8%)	-	-	14
Fase 4	1 (11,1%)	8 (88,8%)	-	-	9
Fase 5	1 (10,0%)	9 (90,0%)	-	-	10
Fase 6	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	-	3
Tubérculo posterior	Arredondado	Pontiagudo			
Fase 1	11 (91,6%)	1 (16,6%)	-	-	12
Fase 2	19 (76,0%)	6 (24,0%)	-	-	25
Fase 3	8 (57,1%)	6 (42,8%)	-	-	14
Fase 4	4 (44,4%)	5 (55,5%)	-	-	9
Fase 5	6 (60,0%)	4 (40,0%)	-	-	10
Fase 6	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	-	3
Processos transversos	Arredondado	Quadrilátero	Retangular		
Fase 1	10 (83,3%)	2 (16,6%)	0	-	12
Fase 2	22 (88,0%)	2 (8,0%)	1 (4,0%)	-	25
Fase 3	13 (16,6%)	0	1 (4,0%)	-	14
Fase 4	9 (100%)	0	0	-	9
Fase 5	6 (60,0%)	2 (20,0%)	2 (16,6%)	-	10
Fase 6	3 (100%)	0	0	-	3
Sincondroses anteriores	Abertas	Parcialmente fusionadas	Fusionadas cicatriz visível	Fusionadas sem cicatriz	
Fase 1	0	1 (8,3%)	1 (8,3%)	10 (83,3%)	12
Fase 2	0	2 (8,0%)	1 (4,0%)	22 (88,0%)	25
Fase 3	1 (7,1%)	0	1 (7,1%)	7 (50,0%)	14
Fase 4	0	0	1 (11,1%)	8 (88,8%)	9
Fase 5	0	0	2 (20,0%)	8 (80,0%)	10
Fase 6	0	0	0	3 (100%)	3

Tabela 2. Vértebra C2 e distribuição dos estágios de maturação segundo Hassel e Farman (1995).

C2					
Forame vertebral	Circular	Ovalado	Triangular	Trapezoidal	Total
Fase 1	7 (58,3%)	0	2 (16,6%)	3 (25,0%)	12
Fase 2	17 (64,0%)	2 (8,0%)	2 (8,0%)	4 (16,0%)	25
Fase 3	6 (42,8%)	1 (7,1%)	1 (7,1%)	6 (42,8%)	14
Fase 4	3 (33,3%)	0	0	4 (44,4%)	9
Fase 5	3 (30,0%)	0	0	7 (70,0%)	10
Fase 6	0	0	0	3 (100%)	3
Comprimento	Menos que 25%	Menos que 50%	Mais que 50%		
Processo espinhoso					
Fase 1	3 (25,0%)	5 (41,6%)	4 (33,3%)	-	12
Fase 2	1 (4,0%)	13 (52,0%)	11 (44,0%)	-	25
Fase 3	0	5 (35,7%)	9 (64,2%)	-	14
Fase 4	0	1 (11,1%)	8 (88,8%)	-	9
Fase 5	0	0	10 (100%)	-	10
Fase 6	0	0	3 (100%)	-	3
Processo espinhoso bífido	Sim	Não			
Fase 1	12 (100%)	0	-	-	12
Fase 2	24 (96,0%)	1 (4,0%)	-	-	25
Fase 3	13 (16,6%)	1 (7,1%)	-	-	14
Fase 4	9 (100%)	0	-	-	9
Fase 5	10 (100%)	0	-	-	10
Fase 6	3 (100%)	0	-	-	3
Processos transversos	Arredondado	Quadrilátero	Retangular		
Fase 1	9 (36,0%)	8 (24,0%)	8 (24,0%)	-	25
Fase 2	22 (88,0%)	6 (24,0%)	1 (4,0%)	-	25
Fase 3	7 (50,0%)	7 (50,0%)	3 (21,4%)	-	14
Fase 4	2 (22,2%)	4 (44,4%)	3 (33,3%)	-	9
Fase 5	3 (30,0%)	3 (30,0%)	4 (44,4%)	-	10
Fase 6	2 (66,6%)	1 (33,3%)	0	-	3
Sincondrose subdental	Abertas	Parcialmente fusionadas	Fusionadas cicatriz visível	Fusionadas sem cicatriz	
Fase 1	1 (8,3%)	10 (83,3%)	1 (8,3%)	0	12
Fase 2	1 (4,0%)	17 (68,0%)	7 (28,0%)	0	25
Fase 3	0	11 (78,5%)	3 (21,4%)	0	14
Fase 4	0	7 (77,7%)	2 (22,2%)	0	9
Fase 5	0	0	9 (90,0%)	1 (10,0%)	10
Fase 6	0	0	2 (66,6%)	1 (33,3%)	3
Sincondroses apicodental	Abertas	Parcialmente fusionadas	Fusionadas cicatriz visível	Fusionadas sem cicatriz	
Fase 1	3 (25,0%)	3 (25,0%)	5 (41,6%)	1 (8,3%)	12
Fase 2	1 (4,0%)	3 (12,0%)	16 (64,0%)	5 (20,0%)	25
Fase 3	1 (7,1%)	0	10 (71,4%)	3 (21,4%)	14
Fase 4	0	1 (11,1%)	4 (44,4%)	4 (44,4%)	9
Fase 5	0	0	8 (80,0%)	2 (20,0%)	10
Fase 6	1 (33,3%)	0	1 (33,3%)	1 (33,3%)	3

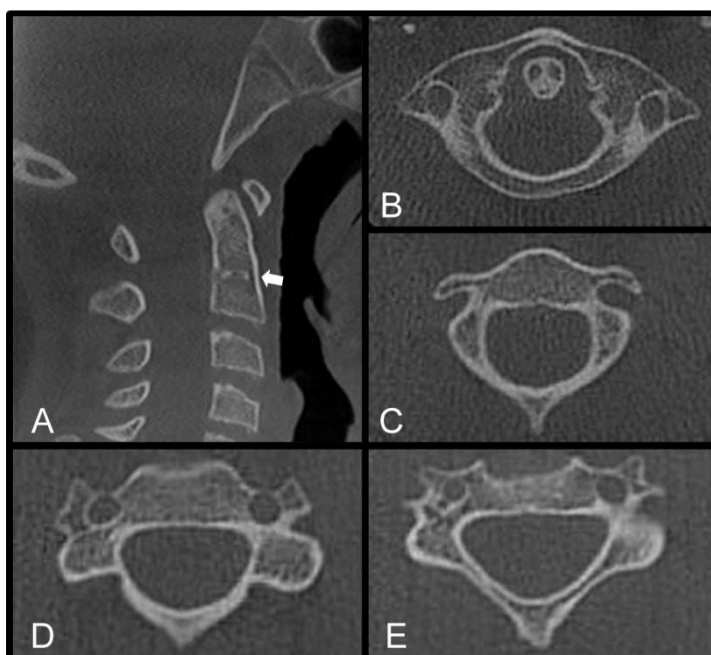
Tabela 3. Vértebra C3 e distribuição dos estágios de maturação segundo Hassel e Farman (1995).

C3					
Forame vertebral	Circular	Ovalado	Triangular	Trapezoidal	Total
Fase 1	2 (16,6%)	3 (25,0%)	7 (58,3%)	0	12
Fase 2	1 (4,0%)	3 (12,0%)	19 (76,0%)	2 (8,0%)	25
Fase 3	1 (7,1%)	4 (28,5%)	9 (64,2%)	0	14
Fase 4	1 (11,1%)	5 (55,5%)	3 (33,3%)	0	9
Fase 5	1 (10,0%)	3 (30,0%)	5 (50,0%)	1 (10%)	10
Fase 6	0	0	3 (100%)	0	3
Comprimento	Menos que 25%	Menos que 50%	Mais que 50%		
Processo espinhoso					
Fase 1	3 (25,0%)	7 (58,3%)	2 (16,6%)	-	12
Fase 2	5 (20,0%)	17 (68,0%)	3 (12,0%)	-	25
Fase 3	1 (7,1%)	9 (64,2%)	4 (28,5%)	-	14
Fase 4	0	2 (22,2%)	7 (77,7%)	-	9
Fase 5	0	4 (40,0%)	6 (60,0%)	-	10
Fase 6	0	2 (66,6%)	1 (33,3%)	-	3
Processo espinhoso bífido	Sim	Não			
Fase 1	4 (33,3%)	8 (66,6%)	-	-	12
Fase 2	9 (36,0%)	16 (64,0%)	-	-	25
Fase 3	6 (42,8%)	8 (57,1%)	-	-	14
Fase 4	6 (66,6%)	3 (33,3%)	-	-	9
Fase 5	5 (50,0%)	5 (50,0%)	-	-	10
Fase 6	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	-	3
Processos transversos	Arredondado	Quadrilátero	Retangular		
Fase 1	2 (16,6%)	2 (16,6%)	2 (16,6%)	-	12
Fase 2	1 (4,0%)	17 (68,0%)	7 (28,0%)	-	25
Fase 3	0	7 (50,0%)	7 (50,0%)	-	14
Fase 4	0	7 (77,7%)	2 (22,2%)	-	9
Fase 5	0	10 (100%)	0	-	10
Fase 6	0	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	3

Tabela 4. Vértebra C4 e distribuição dos estágios de maturação segundo Hassel e Farman (1995).

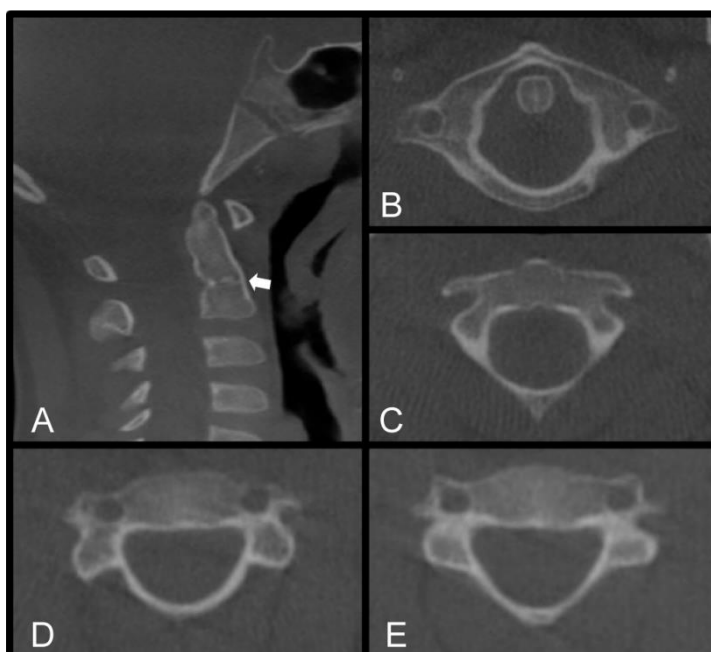
C4					
Forame vertebral	Circular	Ovalado	Triangular	Trapezoidal	Total
Fase 1	1 (8,3%)	3 (25,0%)	8 (66,6%)	0	12
Fase 2	1 (4,0%)	3 (12,0%)	19 (76,0%)	2 (8,0%)	25
Fase 3	1 (7,1%)	4 (28,5%)	9 (64,2%)	0	14
Fase 4	0	3 (33,3%)	6 (66,6%)	0	9
Fase 5	1 (10,0%)	3 (30,0%)	5 (50,0%)	1 (10,0%)	10
Fase 6	1 (10,0%)	3 (30,0%)	5 (50,0%)	1 (10,0%)	10
Comprimento	Menos que 25%	Menos que 50%	Mais que 50%		
Processo espinhoso					
Fase 1	3 (25,0%)	7 (58,3%)	2 (16,6%)	-	12
Fase 2	5 (20,0%)	17 (68,0%)	3 (12,0%)	-	25
Fase 3	1 (7,1%)	9 (64,2%)	4 (28,5%)	-	14
Fase 4	0	3 (33,3%)	6 (66,6%)	-	9
Fase 5	0	4 (40,0%)	6 (60,0%)	-	10
Fase 6	0	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	3
Processo espinhoso bífido	Sim	Não			
Fase 1	5 (41,6%)	7 (58,3%)	-	-	12
Fase 2	9 (36,0%)	16 (64,0%)	-	-	25
Fase 3	6 (42,8%)	8 (57,1%)	-	-	14
Fase 4	6 (66,6%)	3 (33,3%)	-	-	9
Fase 5	5 (50,0%)	5 (50,0%)	-	-	10
Fase 6	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	-	3
Formato dos processos transversos	Arredondado	Quadrilátero	Retangular		
Fase 1	5 (41,6%)	5 (41,6%)	2 (16,6%)	-	12
Fase 2	0	12 (48,0%)	13 (52,0%)	-	25
Fase 3	0	7 (50,0%)	7 (50,0%)	-	14
Fase 4	0	4 (44,4%)	5 (55,5%)	-	9
Fase 5	0	8 (80,0%)	2 (20,0%)	-	10
Fase 6	0	1 (33,3%)	2 (66,6%)	-	3

Imagem 2 – Exemplos das vértebras na Fase de Iniciação.



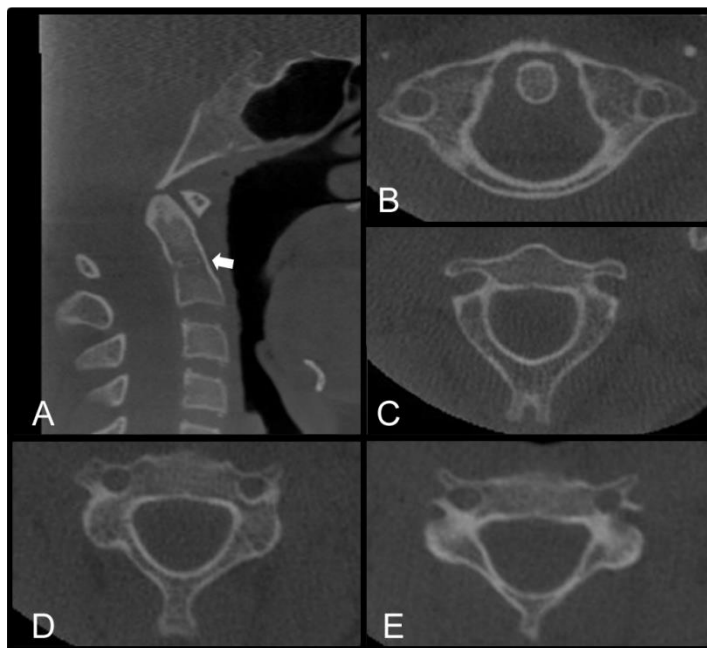
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 3 – Exemplos das vértebras na Fase de Aceleração.



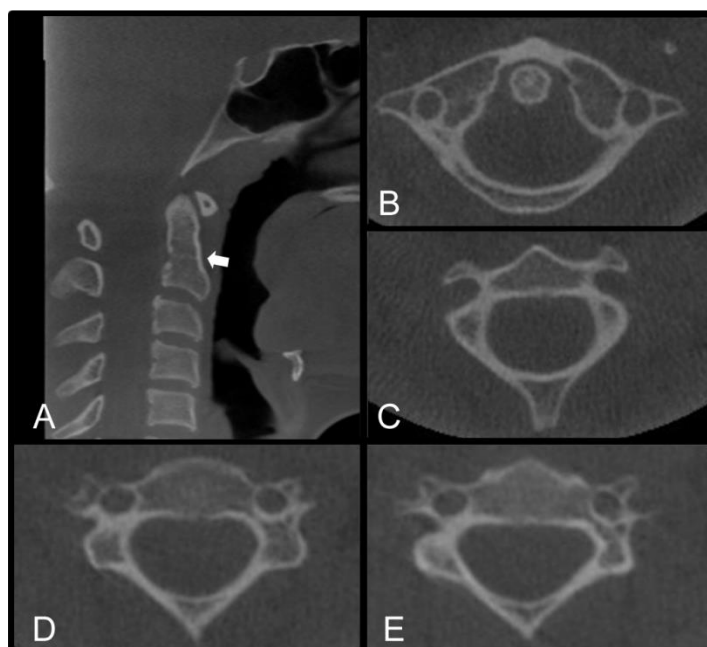
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 4 – Exemplos das vértebras na Fase de Transição.



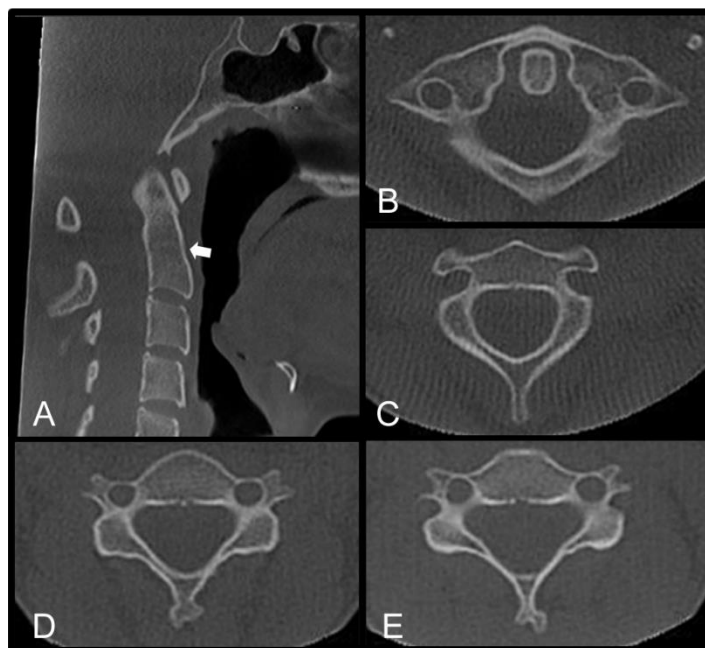
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 5 – Exemplos das vértebras na Fase de Desaceleração.



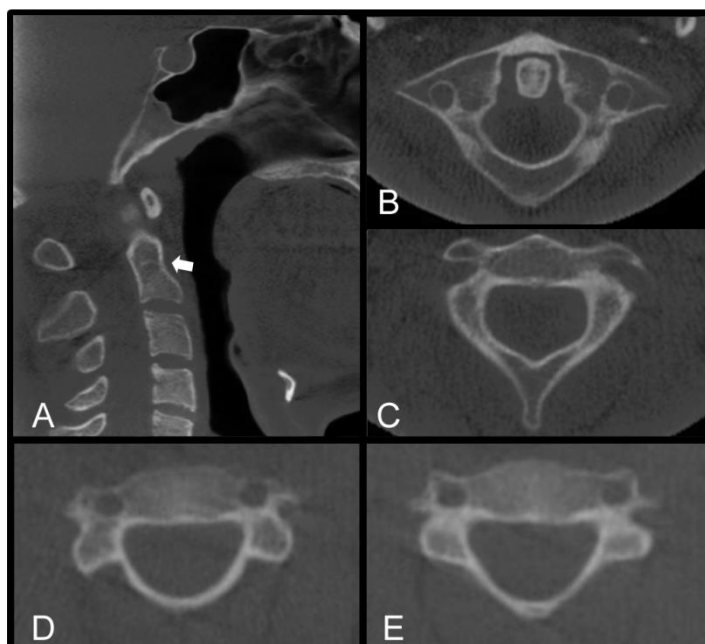
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 6 – Exemplos das vértebras na Fase de Maturação.



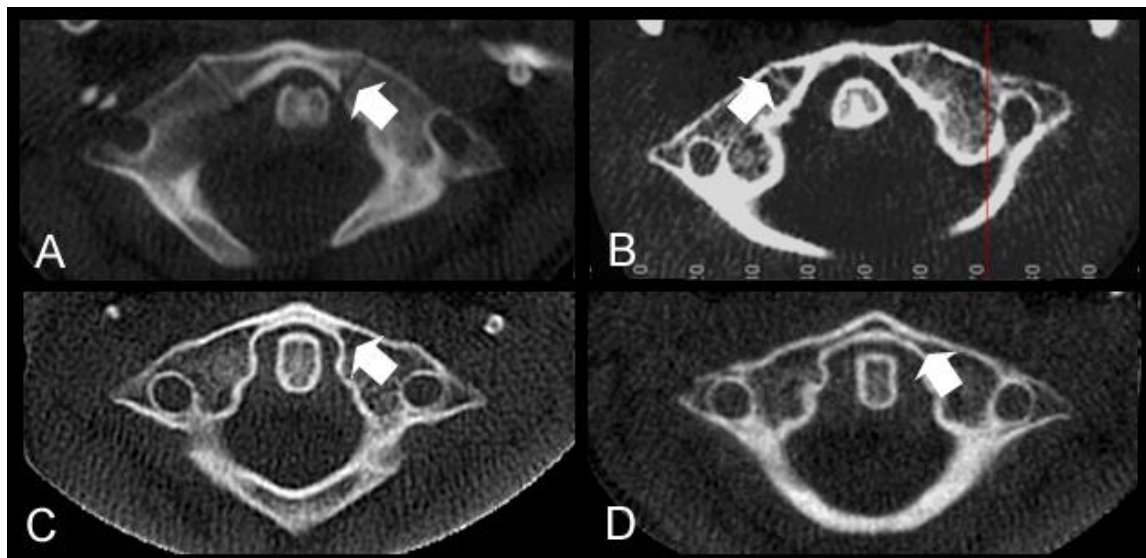
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 7 – Exemplos das vértebras na Fase de Finalização.



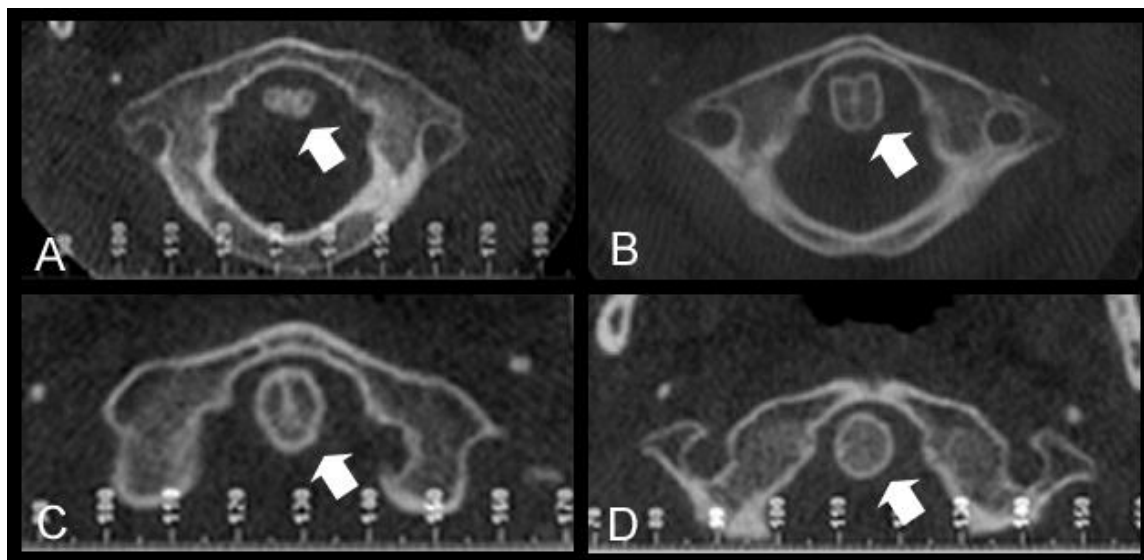
Legenda: A: C1 a C4 em normal sagital; B, C e D: C1 a C4, respectivamente, em norma axial. Na seta, observar Sincondrose Subdental.

Imagem 8 – Exemplos das fases de fusão da Sincondrose Anterior em C1.



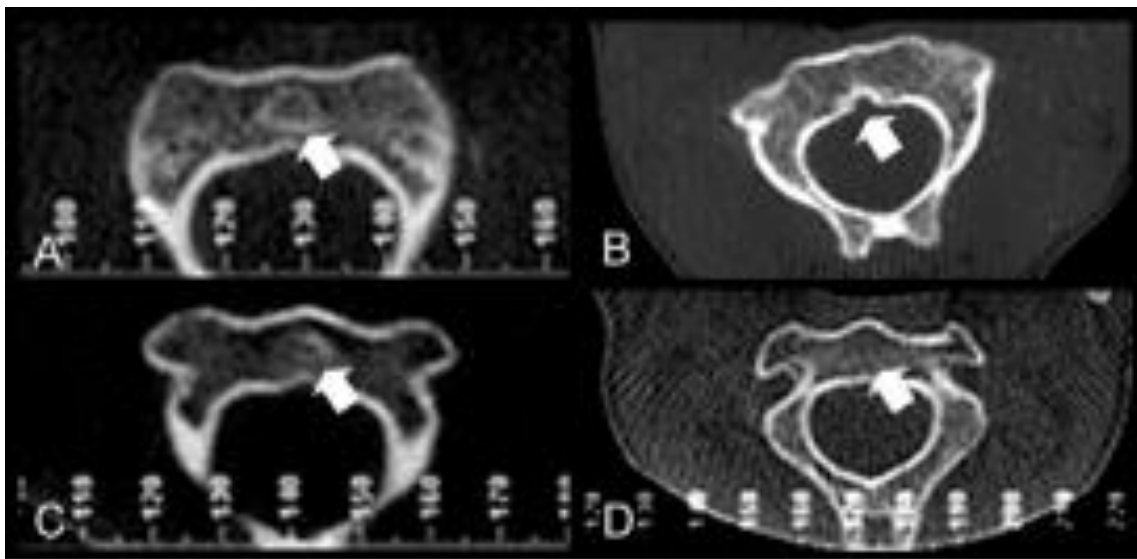
Legenda: A: Sincondre Anterior Aberta; B: Sincondre Anterior Parcialmente Fusionada; C: Sincondrose Anterior Fusionada com Cicatriz Visível; D: Sincondrose Anterior Fusionada sem Cicatriz Visível.

Imagem 9 – Exemplos das fases de fusão da Sincondrose Apicodental.



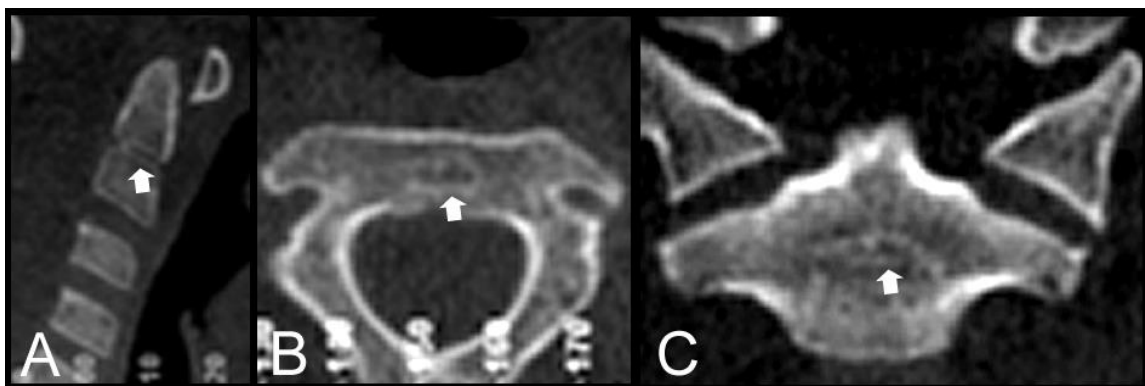
Legenda: A: Sincondre Apicodental Aberta; B: Sincondre Apicodental Parcialmente Fusionada; C: Sincondrose Apicodental Fusionada com Cicatriz Visível; D: Sincondrose Apicodental Fusionada sem Cicatriz Visível.

Imagem 10 – Exemplos das fases de fusão da Sincondrose Subdental.



Legenda: A: Sincondre Subdental Aberta; B: Sincondre Subdental Parcialmente Fusionada; C: Sincondrose Subdental Fusionada com Cicatriz Visível; D: Sincondrose Subdental Fusionada sem Cicatriz Visível.

Imagem 11 – Sincondrose Subdental Aberta em diferentes normas de visualização.



Legenda: A: norma sagital; B: norma axial; C: norma coronal.

4 Discussão

O presente estudo foi conduzido com a intenção de verificar a possibilidade do estabelecimento de critérios para a classificação das características morfológicas das vértebras cervicais de crianças e adolescentes.

O desenvolvimento da vértebra cervical é complexo, além de sua maturação apresentar um amplo período de ocorrência, que varia não somente em função da idade cronológica do indivíduo. Dessa forma, torna-se de suma importância a pesquisa e desenvolvimento de análises para uso clínico.

Shin et al. (2015), em sua caracterização axial estatística das vértebras C1 a C4, encontraram variação significativa no formato vertebral capaz de caracterizar o desenvolvimento ósseo em uma população japonesa. A análise é baseada em cálculos matemáticos complexos, de forma que o presente estudo buscou a simplificação para possível aplicação na prática clínica, considerando dispensar o uso de radiografias de mão e punho quando o paciente realiza uma tomografia.

O principal resultado do presente estudo foi a percepção de que, na amostra estudada, não existe um padrão de imagens que permita caracterizar o corte axial das vértebras cervicais nas diferentes fases propostas por Hassel e Farman (1995), exceto pela fusão parcial da sincondrose subdental da C2 nas fases 5 e 6.

Este resultado está de acordo com Gebauer et al. (2006), os quais descrevem, em estudo radiográfico e histológico em cadáveres, que a cicatriz da sincondrose subdental ainda está presente em adultos.

Çokluk et al. (2006) também estudaram a C2, descrevendo sua segmentação com base nas sincondroses, utilizando imagens sagitais e coronais de ressonância magnética de crianças e adultos. Os autores apontaram a proporção corpo vertebral : processo odontóide como um possível descritor da maturação esquelética.

Desta forma, os resultados obtidos demonstram que futuros estudos sobre a correlação entre as fases de desenvolvimento esquelético e morfologia vertebral devem se concentrar na avaliação da tridimensional da C2, que apresenta mais centros de ossificação. Além disso, as proporções aqui

encontradas também permitirão a realização de cálculo amostral para estudos inferenciais futuros.

Também foi possível observar, durante a análise dos casos, variações em outras estruturas anatômicas, tais como a sincondrose esfenoccipital e o osso hióide, os quais devem ser estudados em relação ao crescimento e desenvolvimento. A avaliação do fechamento da sincondrose esfeno-occipital já é bastante difundida na pesquisa forense (BASSED et al. 2010), e sua aplicação à ortodontia carece de estudos.

Salienta-se, também, a necessidade de estudos com populações de diferentes etnias, para eventuais ajustes de parâmetros classificatórios, como demonstrado em estudos referentes à estimativa de idade na prática forense (LOPES et al., 2014).

5 Conclusão

A partir do estudo foi possível identificar padrões relacionados à C2 que podem contribuir para a determinação de forma mais precisa de alguns dos estágios de maturação observados em norma sagital.

REFERÊNCIAS

- AL KHAL, H. A.; WONG, R. W.; RABIE, A. B. Elimination of hand-wrist radiographs for maturity assessment in children needing orthodontic therapy. *Skeletal Radiol.*, Berlin, v. 37, no.3, p. 195-200, Oct. 2008.
- BACCETTI, T.; FRANCHI, L.; MCNAMARA, J. A. An improved version of the Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the Assessment of Mandibular Growth. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 72, no. 4, p. 316-323, 2002.
- BASSED, R. B.; BRIGGS, C.; DRUMMER, O. H. Analysis of time of closure of the spheno-occipital synchondrosis using computed tomography. *Forensic Sci Int.*, Lausanne, v. 200, no. 1-3, p. 164-1, Jul. 2010.
- BJÖRK, A.; HELM, S. Prediction of the age of maximum puberal growth in body height. *Angle Orthod.*, Appleton, v. 37, no.2, p.134-143, Apr. 1967.
- BYUN, B. R. et. al. Quantitative skeletal maturation estimation using cone-beam computed tomography-generated cervical vertebral images: a pilot study in 5- to 18-year-old Japanese children. *Clin. Oral Invest.*, Berlin, v.19, no. 8, p. 2133–2140, Jan. 2015.
- BYUN, B.-R. et. al. Quantitative Assessment of Cervical Vertebral Maturation Using Cone Beam Computed Tomography in Korean Girls. *Comput. Math. Methods Med.*, Berlin, v. 11, no. 10, 9 pages, Mar. 2015.
- CALDAS, M. P.; AMBROSANO, G. M. B.; HAITER-NETO, F. Use of cervical vertebral dimensions for assessment of children growth. *J. Appl. Oral Sci.*, Bauru, v. 15, no. 2, p. 144-147, 2007.
- CALDAS, M. P.; AMBROSANO, G. M. B.; HAITER-NETO, F. Computer assisted analysis of cervical vertebral bone age using cephalometric radiographs in Brazilian subjects. *Braz. Oral Res.*, São Paulo, v. 24, no. 1, p. 120-126, Jan./Mar. 2010.
- CARVALHO, A.C.A. et al. Métodos de análise da maturação óssea e estimativa da idade. *R. Ci. Méd. Biol.*, Brasil, 9(Supl.1):95-103, 2010.
- CERICATO, G. O. et al. As vértebras cervicais como instrumento para determinação da idade óssea. *RFO*, v. 12, n. 1, p. 42-46, jan./abr. 2007.
- CHEN, L. L. et al. “Quantitative cervical vertebral maturation assessment in adolescents with normal occlusion: a mixed longitudinal study.” *Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop.*, St Louis, v.134, no.6, p.720.e1–720.e7, 2008.
- ÇOKLUK, C. et al. The borders of the odontoid process of c2 in adults and in children including the estimation of odontoid/body ratio. *Eur. Spine. J.*, v.15, no. 3, p. 278–282, Aug. 2006.

ETO, L.F.; MARTINS, M.A.T.S.; TINANO, M.M. Importância da determinação da idade biológica nos pacientes odontológicos. Rev. do CROMG; Brasil, 9(1):17-24, 2003,ilus.

FISHMAN, L. S. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. Angle Orthod., Appleton, v. 52, no. 2, p.88–112, 1982.

FRANCHI, L.; BACCETTI, T.; MCNAMARA JR., J. A.; Mandibular growth to cervical vertebral maturation and body height. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., St Louis, v 118, no 3, p. 335-40, Set. 2000.

GABRIEL, D. B. et al. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. Am. J. Orthod, Dentofacial Orthop., St.Louis, v. 136, no. 4, p. 478e1-478e7, Oct. 2009.

GEBAUER, M. et al. Subdental synchondrosis and anatomy of the axis in aging: a histomorphometric study on 30 autopsy cases. Eur. Spine. J., v. 15, no. 3, p. 292–298, Mar. 2006

GENEROSO, R. et. al. Estudo da correlação entre a idade cronológica e a maturação das vértebras cervicais em pacientes em fase de crescimento puberal. R. Dental Press. Ortop. Facial, v. 8, no. 4, p. 19-36, jul./ago. 2003.

HARRELL, W. E. Jr. 3D Diagnosis and treatment planning in orthodontics. Semin. in Orthod., v 15, p. 35–41, 2009.

HARRELL, W. E. Jr; HATCHER, D. C.; BOLT, R. L. In search of anatomic truth: 3-dimensional digital modeling and the future of orthodontics. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., St Louis, v. 122, no3, p. 325–330, Sep. 2002.

HARRELL, W. E. Jr.; STANFORD, S.; BRALOWER, P. ADA initiates development of orthodontic informatics standards. Am. J. Orthod. Dentofacial Orthop., St Louis, v. 128, no 2, p. 153–156, Aug. 2005.

HASSEL, B.; FARMAN, A. G. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., Monterey, v 107, no. 1, p. 58-66, Jan. 1995

KAPILA, S.; CONLEY, R. S.; HARRELL, W. E. Jr. The current status of cone beam computed tomography imaging in orthodontics. Dentomaxillofac. Radiol., Erlangen, v. 40, no 1., p. 24–34, Jan. 2011.

LAMPARSKI, D. G. Skeletal Age Assessment Utilizing Cervical Vertebrae [Master's Thesis]. Am. J. Orthod Dentofac Orthop., Monterey, v. 67, no 4, p. 458-459, April 1975.

LOPES, J. R. et al. Age estimation by teeth periodontosis and transparency: accuracy of Lamendin's method on a Brazilian sample. Braz. J. Oral Sci., Piracicaba, v. 13, no., Jan./Mar. 2014.

MERCADANTE, M. M. N. Radiografia de mão e punho. In: FERREIRA, F. V. Ortodontia: diagnóstico e planejamento clínico. 1. ed. São Paulo: Artes Médicas, 1996. p. 187-216.

MITO, T.; SATO, K.; MITANI, H. Cervical vertebral bone angle in girls. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop, Monterey, v. 122, no. 4, p. 380-385, Oct. 2002.

MORAES, M.E.L. et al. Apresentação do software Span para avaliação do surto de crescimento puberal. Ortodontia SPO., São José dos Campos, v. 41, no. 3, p. 185-192, Jul. 2008.

MORATO, T.G.M. As vértebras cervicais na determinação da idade óssea. Monografia apresentada ao PPG da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Radiologia Odontológica e Imaginologia. 2012

MORIHISA, O. et al. Avaliação da maturação esquelética: Uma revisão comparativa do método carpal e da imagem das vértebras cervicais. Ortodontia SPO, São José dos Campos, v. 38, no.3, p.70-77, jul./ set., 2005

MOSCATELLO, V. A. M. et al. Maturação das vértebras cervicais e sua correlação com a idade óssea da mão e punho como indicadores no tratamento ortodôntico. R. Dental Press Ortodon. Ortop. Fac., v. 13, no. 4, p. 92-100, jul./ago. 2008.

OGDEN, J. A. Radiology of postnatal skeletal development. XI. The first cervical vertebra. Skeletal. Radiol., Berlin, v. 12, no. 1, p. 12-20, 1984.

OGDEN, J. A. Radiology of postnatal skeletal development. XII. The second cervical vertebra. Skeletal. Radiol., Berlin, v. 12, no. 3, p. 169-77, 1984.

OGDEN, J. A. et al. Radiology of postnatal skeletal development. XIII. C1-C2 interrelationships. Skeletal. Radiol., Berlin, v. 15, no. 6, p. 433-8, 1986.

O'REILLY, M. T.; YANNIELLO, G. J. Mandibular growth changes and maturation of cervical vertebrae: a longitudinal cephalometric study. Angle Orthod., Appleton, v. 58, no 2, p. 179-84, Apr. 1988.

SHIN, S. M. et. al. The skeletal maturation status estimated by statistical shape analysis: axial images of Japanese cervical vertebra. Dentomaxillofac. Radiol., Erlangen, v. 44, no 3, Mar. 2014.

TANAKA, T.G. et al. Puberdade precoce e tardia: aspectos importantes no contexto da clínica ortodôntica. OrtodontiaSPO|Brasil, São Paulo, v. 41. ed.espec. p. 275-81 Set. 2008.

TANNER, J. M. et al. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW2 method). Academic Pr., London, 2. ed., 108 pages, Dec. 1983.

TANNER, J. M. et al. Assessment of skeletal maturity and prediction of adult height (TW3 method). Academic Pr., London, 3. ed., 110 pages, Jan. 2001.

UYSAL, T. et al. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: Is there a relationship? Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop., v. 130, no. 5, p. 622-628, Nov. 2006.

YANG, Y.-M. et. al. Axial cervical vertebrae-based multivariate regression model for the estimation of skeletal maturation status. Orthod. Craniofac. Res., Oxford, v.17, no. 3, p. 187–196, Mar. 2014