

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE ODONTOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA / ORTODONTIA

Gabriela Ocampo Trojahn

Dissertação

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE UM ÍNDICE DE MATURAÇÃO FACIAL PARA
A DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA E SUA RELAÇÃO COM OS
ESTÁGIOS DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS**

Porto Alegre

2022

Gabriela Ocampo Trojahn

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE UM ÍNDICE DE MATURAÇÃO FACIAL PARA
A DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA E SUA RELAÇÃO COM OS
ESTÁGIOS DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito final para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Clínica Odontológica/Ortodontia.

Orientador(a): Prof. Dr(a). Kelly Fernanda Galvão Chiqueto

Porto Alegre

2022

CIP - Catalogação na Publicação

Trojahn, Gabriela

Avaliação preliminar de um índice de maturação facial para a determinação da idade óssea e sua relação com os estágios das vértebras cervicais / Gabriela Trojahn. -- 2022.

35 f.

Orientadora: Kelly Fernanda Galvão Chiqueto.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Odontologia, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Porto Alegre, BR-RS, 2022.

1. Crescimento. 2. Criança. 3. Face. 4. Vértebras Cervicais. I. Chiqueto, Kelly Fernanda Galvão, orient.
II. Título.

Gabriela Ocampo Trojahn

**AVALIAÇÃO PRELIMINAR DE UM ÍNDICE DE MATURAÇÃO FACIAL PARA
A DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA E SUA RELAÇÃO COM OS
ESTÁGIOS DAS VÉRTEBRAS CERVICAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia, nível Mestrado, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como pré-requisito final para a obtenção do título de Mestre em Odontologia, Clínica Odontológica/Ortodontia.

Porto Alegre, 29 de março de 2022.

Prof^a. Dr^a. Thais Maria Freire Fernandes Poleti - UNOPAR

Prof^a. Dr^a. Leniana Santos Neves - UFMG

Prof. Dr. Heraldo Luís Dias da Silveira – UFRGS

Dedico esta dissertação aos meus pais Renato e Marina.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais Renato e Marina, pelo amor incondicional, pelos valores ensinados, por cada esforço para que eu pudesse estudar e por sempre acreditarem no meu potencial.

Ao meu companheiro de vida Weslei Ambrós, pelo apoio, dicas e suporte diário.

Agradeço em especial aos professores Kelly Fernanda Galvão Chiqueto e Sérgio Estelita Cavalcante Barros, pelos ensinamentos práticos e acadêmicos, pela oportunidade de realizar este trabalho, obrigada por serem tão solícitos, por toda ajuda e contribuição prestada para meu aprendizado ao longo desses dois anos.

Agradeço a todos os professores da Ortodontia/ UFRGS, pela atenção e por me receberem com tanta simpatia em suas aulas. Agradeço também aos alunos da Graduação em Odontologia, pela amizade e por toda troca de experiências.

Obrigada a todos os professores do Programa de Pós Graduação em Odontologia/ UFRGS, pelas aulas ministradas, as quais contribuíram para o meu processo de formação acadêmica ao longo do curso.

Agradeço aos meus colegas de mestrado e também aos doutorandos da Ortodontia/ UFRGS, por compartilharem momentos de descobertas ao longo deste percurso. Obrigada em especial à Paula Balestrin, por toda paciência, pelo companheirismo e por ser minha dupla ao longo dessa pesquisa.

Agradeço a todos os meus amigos, aos colegas de profissão por torcerem pelo meu sucesso, assim como a todos os meus pacientes, os quais sempre confiaram no meu trabalho com muito carinho.

E por fim, agradeço a Deus pela vida e pela oportunidade de estar aqui, é uma honra e uma alegria, estudar e compartilhar momentos na UFRGS.

“Nossa maior fraqueza está em desistir. O caminho mais certo de vencer é tentar mais uma vez.”

Thomas Edison

RESUMO

TROJAHN, G. **Avaliação preliminar de um índice de maturação facial para a determinação da idade óssea e sua relação com os estágios das vértebras cervicais.** 2022. 35f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica – Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

Introdução: A estimativa do grau de maturação das estruturas craniofaciais pode auxiliar na escolha do melhor momento para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico. **Objetivo:** Avaliar um novo índice de maturação facial (IMF) a partir das mudanças na proporção entre a área da face e do crânio, correlacionando este índice com os estágios de maturação das vértebras cervicais (CVMS). **Metodologia:** A amostra foi composta de 321 telerradiografias selecionadas a partir do legado da American Association of Orthodontists Foundation. O IMF foi definido pela relação entre a área da face e a área do crânio. Os pontos do contorno do esqueleto facial e do crânio foram demarcados utilizando-se o programa Digimizer (Versão 5.7.2/ © 2005-2022 MedCalc Software Ltd/ Bélgica). As áreas da face e do crânio e o IMF foram comparados entre os cinco estágios de CVMS por meio da ANOVA a um critério seguido pelo teste de Tukey. A correlação entre o IMF e CVMS foi avaliada pela correlação de Spearman. **Resultados:** Houve um aumento de 31,7% na área da face de CVMS I a CVMS V, com diferença significativa entre todos os estágios ($p < 0,001$). Não ocorreu alteração significativa na área do crânio ($p = 0,843$). Houve um aumento significativo no IMF ($p < 0,001$) entre os estágios de maturação, exceto entre CVMS IV e CVMS V. A correlação de Spearman resultou em 0,73 entre o IMF e o CVMS. O maior aumento do IMF ocorreu entre os estágios CVMS II e CVMS III. Um valor de IMF entre 0,44 e 0,48 sugere um crescimento adicional substancial das estruturas faciais. **Conclusão:** O aumento significativo da face e sua relação com o crescimento ínfimo do crânio possibilitam estabelecer um novo índice de maturação óssea para auxiliar na estimativa de crescimento da face. O IMF apresentou uma correlação forte e positiva com o índice de maturação das vértebras cervicais, permitindo assim, discriminar os diferentes estágios de maturação óssea.

Palavras-Chave: Crescimento. Criança. Face. Vértebras cervicais.

ABSTRACT

TROJAHN, G. **Preliminary evaluation of a facial maturation index for the determination of skeletal age and its relationship with the cervical vertebrae stages.** 2022. 35f. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica – Ortodontia) – Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2022.

Introduction: The supposition of the maturation stage of craniofacial structures may help determine the best time to initiate an orthodontic/orthopedic treatment.

Objective: To evaluate a new facial maturation index (FMI) based on changes in proportions between the facial surface area and the skull surface area, correlating the obtained index with cervical vertebrae maturation stages (CVMS).

Methodology: The sample comprised 321 lateral telerradiographs selected from American Association of Orthodontists Foundation Legacy. The IMF was defined as the ratio between the facial surface area and the skull surface area. Points of facial skeleton and skull contour were marked using Digimizer software (version 5.7.2/ © 2005-2022 MedCalc Software Ltd/ Belgium). Facial and skull areas, as well as the IMF, were compared over the five stages of CVMS using ANOVA and Tukey test. The correlation between the FMI and CVMS was assessed by using Spearman's correlation.

Results: The results showed an increase of 31.7% in the facial surface area from CVMS I to CVMS V, with a significant difference among all stages ($p < 0.001$). No significant alteration of the skull surface area was observed ($p = 0.843$). The Spearman's correlation between the IMF and CVMS was 0.73. The highest increase in the IMF occurred between the CVMS II and CVMS III stages. An IMF value between 0.44 and 0.48 suggests an additional substantial growth of facial structures.

Conclusion: The relationship between the significant facial growth and the small skull growth allows establishing a new skeletal maturation index that can assist the estimation of facial growth. The IMF showed a high and positive correlation with the cervical vertebrae index, enabling the differentiation among distinct skeletal maturation stages.

Keywords: Growth. Child. Face. Cervical vertebrae.

APRESENTAÇÃO

A presente dissertação intitulada “Avaliação preliminar de um índice de maturação facial para a determinação da idade óssea e sua relação com os estágios das vértebras cervicais” está sendo apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica/Ortodontia.

Este estudo avaliou um novo índice de maturação óssea, o IMF, verificando a sua correlação com os estágios de maturação das vértebras cervicais, no intuito de identificar a idade óssea do paciente. Espera-se que no futuro, o IMF possa servir como uma possível ferramenta para o diagnóstico e o planejamento ortodôntico.

A presente dissertação contém uma introdução geral ao tema, seguida de um manuscrito e as considerações finais. O manuscrito a partir do estudo realizado será traduzido para a língua inglesa após as alterações sugeridas pela banca examinadora e, em seguida, submetido para avaliação por pares no periódico American Journal of Orthodontics e Dentofacial Orthopedics – AJODO.

SUMÁRIO

1 REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2 OBJETIVOS.....	15
2.1 OBJETIVO GERAL	15
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3 MANUSCRITO	16
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
5 REFERÊNCIAS.....	35

1 REFERENCIAL TEÓRICO

As idades cronológica e biológica de um indivíduo não são necessariamente coincidentes, sendo a última de maior interesse para estudos que investigam estágios do crescimento^{1,2}. Diante da estimativa da idade biológica, o grau de maturação óssea pode ser considerado um indicador mais confiável³.

A maturidade esquelética resulta de um conjunto de eventos quantitativos e qualitativos associados ao crescimento e desenvolvimento das estruturas ósseas⁴. A determinação do estágio de maturação em que as estruturas craniofaciais da criança se encontram pode ajudar a estabelecer o melhor momento para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico⁵. Essa questão assume maior importância em pacientes com más oclusões envolvendo problemas transversais, verticais e anteroposteriores das bases ósseas (mandíbula e maxila) já que o período de aceleração do crescimento dessas estruturas pode ser uma valiosa ferramenta no auxílio da correção de seus problemas esqueléticos⁶.

Cabe lembrar que a estimativa de quando a criança atingirá seu surto de crescimento ou mesmo a puberdade é variável. Algumas crianças possuem um nível de maturação mais rápido e atingem o surto de crescimento em uma idade cronológica mais precoce, enquanto outras possuem a taxa de maturação mais lenta que desencadeia o seu pico de crescimento em idade mais avançada⁷. O crescimento não é influenciado apenas por aspectos genéticos, mas também por aspectos ambientais e nutricionais⁸.

A maturidade de um indivíduo pode ser determinada por indicadores biológicos como: maturação esquelética dos ossos que compõem a mão e o punho⁴, mudanças na morfologia das vértebras cervicais⁹, mudanças estaturais¹⁰, características de maturação sexual como o surgimento de pelos pubianos, a menarca e a telarca nas mulheres, as alterações da voz nos homens¹¹ e o estágio de desenvolvimento dos dentes¹².

Na prática ortodôntica, além da radiografia de mão e punho para avaliação da idade óssea e consequente estimativa da maturação biológica, outro método encontra-se amplamente difundido: o método de maturação das vértebras

cervicais (CVM). Autores que defendem este método destacam o uso da telerradiografia em norma lateral já presente nas documentações ortodônticas, sem a necessidade de exposição do paciente a uma dose adicional de radiação para a obtenção de uma radiografia de mão e punho⁶. Dentre os métodos de avaliação das vértebras cervicais mais citados na literatura encontram-se o índice de maturação cervical vertebral (CVMI) proposto em 1995 por Hassel e Farman⁹ e o método de Baccetti, Franchi e McNamara¹³, proposto em 2002. Hassel e Farman⁹ elaboraram a partir de 220 indivíduos um método para avaliação da maturidade esquelética por meio das vértebras C2, C3 e C4 e realizaram correlações com os estágios de maturação definidos pela radiografia de mão e punho por meio do método de Fishman⁴. Como resultado, seis categorias de maturação esquelética das vértebras cervicais puderam ser definidas: iniciação, aceleração, transição, desaceleração, maturação e conclusão. Já o método de Baccetti, Franchi e McNamara¹³ constitui-se de 5 estágios maturacionais. A análise consistiu em avaliações visuais e cefalométricas das características morfológicas das vértebras cervicais. O objetivo dos autores foi apresentar uma versão aprimorada do método das vértebras cervicais com fins para o diagnóstico em Ortodontia, ou seja, correlacionando as mudanças nas morfologias das vértebras e o crescimento mandibular.

Os métodos de diagnóstico que avaliam as mudanças na morfologia dos ossos que compõem a mão, o punho e a coluna cervical, com o propósito de determinar a idade óssea, são amplamente discutidos e consolidados na literatura científica. Entretanto, eles dependem de um treinamento e familiarização do ortodontista com um procedimento que difere substancialmente dos métodos radiográficos de diagnóstico rotineiramente utilizados em Ortodontia, os quais geralmente envolvem mensurações em telerradiografias (cefalometria). Tem sido demonstrado que o percentual da altura adulta de crianças e adolescentes pode ser utilizada para fazer uma estimativa da idade esquelética¹⁴. Porém, este procedimento é baseado numa estimativa prévia acerca da altura que a criança atingirá na fase adulta¹⁴, fato que pode reduzir a sua acurácia. Por outro lado, a mudança de proporção entre as dimensões do crânio e da face são bem conhecidas, mas nunca antes avaliadas com o

propósito de estimar os estágios de maturação do indivíduo. Sabe-se que a proporção entre o crânio e a face pode chegar a 40:1 no período embrionário, reduzindo para 5:1 no quarto mês intrauterino devido ao crescimento facial diferencialmente mais rápido nesta época. O crânio volta a crescer mais rápido nos últimos meses pré-natais de tal forma que alcança uma proporção de 8:1 ao nascimento. O crescimento facial pós-natal reduzirá a proporção adulta para aproximadamente 2:1¹⁵.

Diante do exposto, bem como do conhecimento de que o neurocrânio e a face apresentam épocas de crescimento e desenvolvimento significativamente díspares, especulou-se que a proporção entre a área total da face e a área total do crânio poderia ser utilizada para determinar o estágio de maturação de indivíduos em fase de crescimento a partir de uma análise cefalométrica em norma lateral. Embora o volume total do encéfalo e de suas diferentes regiões anatômicas seja influenciado pela idade, o volume intracraniano não parece mudar significativamente a partir dos 9 anos de idade¹⁶, cessando, portanto, o seu crescimento em um período bastante precoce do desenvolvimento do indivíduo, sobretudo quando comparado à época de término do crescimento das estruturas faciais^{17, 18}. Desta forma, esta análise teria vantagem em relação ao método estatural anteriormente descrito, uma vez que a proporção envolvida nesta análise não se baseia em qualquer dado proveniente de estimativas, mas sim, na utilização de dados reais do paciente (área facial/área craniana). Além disso, as mudanças nesta proporção seriam decorrentes do próprio crescimento facial, estreitando a relação entre o método de determinação do estágio de maturação e os eventos de crescimento da face. Por fim, tem sido demonstrado que a medição da área de estruturas radiopacas em imagens radiográficas é um método confiável e reproduzível¹⁹.

Este trabalho, portanto, visa propor uma abordagem inovadora para avaliar, por meio de telerradiografias, as mudanças na proporção entre a área da face e a área do crânio, criando um índice de maturação facial, o qual será correlacionado com os estágios de maturação óssea do paciente, determinados pelo método das vértebras cervicais.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar um novo índice de determinação da maturação esquelética, o índice de maturação facial, com os estágios de maturação das vértebras cervicais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Calcular a medida da área da face e do neurocrânio em telerradiografias;
- Criar um índice de maturação facial a partir da relação de proporção área da face/área do neurocrânio;
- Determinar o estágio de maturação a partir da análise das vértebras cervicais em telerradiografias;
- Avaliar a relação entre o índice de maturação facial e os indicadores de maturação óssea advindos da análise das vértebras cervicais;
- Determinar o valor médio do índice de maturação facial para cada um dos diferentes estágios de maturação definidos pelo método das vértebras cervicais;
- Comparar o valor médio do índice de maturação facial entre os diferentes estágios de maturação definidos pelo método das vértebras cervicais;

3 MANUSCRITO

**AVALIAÇÃO DE UM ÍNDICE DE MATURAÇÃO FACIAL
PARA A DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA – UM
ESTUDO PRELIMINAR**

**Gabriela Ocampo Trojahn¹
Kelly Fernanda Galvão Chiqueto¹**

¹ Departamento de Cirurgia e Ortopedia. Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, Brasil

• Autor correspondente:
Kelly Fernanda Galvão Chiqueto
E-mail: kellychiqueto@yahoo.com.br

HIGHLIGHTS

- Um índice de maturação facial pode ser estabelecido a partir da área da face e do crânio;
- O índice de maturação facial apresenta uma forte correlação com o índice de maturação cervical vertebral;
- O índice de maturação facial permite identificar os diferentes estágios de maturação óssea do indivíduo;
- A determinação do estágio de maturação facial pode ajudar a estabelecer o melhor momento para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico.

AVALIAÇÃO DE UM ÍNDICE DE MATURAÇÃO FACIAL PARA A DETERMINAÇÃO DA IDADE ÓSSEA – UM ESTUDO PRELIMINAR

RESUMO

Introdução: A estimativa do grau de maturação das estruturas craniofaciais pode auxiliar na escolha do melhor momento para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico, principalmente em casos envolvendo discrepâncias esqueléticas dos ossos maxilares. **Objetivo:** Avaliar um novo índice de maturação facial (IMF) a partir das mudanças na proporção entre a área da face e do crânio, correlacionando este índice com os estágios de maturação das vértebras cervicais (CVMS). **Metodologia:** A amostra foi composta de 321 telerradiografias selecionadas a partir da coleção legado da American Association of Orthodontists Foundation. O IMF foi definido pela relação entre a área da face e a área do crânio. Os pontos do contorno do esqueleto facial e do crânio foram demarcados utilizando-se o programa Digimizer (Versão 5.7.2/ © 2005-2022 MedCalc Software Ltd/ Bélgica). As áreas da face e do crânio e o IMF foram comparados entre os cinco estágios de CVMS por meio da ANOVA a um critério seguido pelo teste de Tukey. A correlação entre o IMF e CVMS foi avaliada pela correlação de Spearman. **Resultados:** Houve um aumento de 31,7% na área da face de CVMS I a CVMS V, com diferença significativa entre todos os estágios ($p < 0,001$). Não ocorreu alteração significativa na área do crânio ($p = 0,843$). Houve um aumento significativo no IMF ($p < 0,001$) entre os estágios de maturação, exceto entre CVMS IV e CVMS V. A correlação de Spearman resultou em 0,73 entre o IMF e o CVMS. O maior aumento do IMF ocorreu entre os estágios CVMS II e CVMS III. Um IMF entre 0,44 e 0,48 sugere um crescimento adicional substancial das estruturas faciais. **Conclusão:** O aumento significativo da face e sua relação com o crescimento ínfimo do crânio possibilitam estabelecer um novo índice de maturação óssea para auxiliar na estimativa de crescimento da face. O IMF apresentou uma correlação forte e positiva com o índice de maturação das vértebras cervicais, permitindo assim, discriminar os diferentes estágios de maturação óssea.

INTRODUÇÃO

A maturidade esquelética resulta de um conjunto de eventos quantitativos e qualitativos associados ao crescimento e desenvolvimento das estruturas ósseas¹. A determinação do estágio de maturação em que as estruturas craniofaciais da criança se encontram pode ajudar a estabelecer o melhor momento para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico². Essa questão assume maior importância em pacientes com más oclusões envolvendo problemas transversais, verticais e anteroposteriores das bases ósseas (mandíbula e maxila) já que o período de aceleração do crescimento dessas estruturas pode ser uma valiosa ferramenta no auxílio da correção de seus problemas esqueléticos³.

Assim como os ossos da mão e punho, a forma e o tamanho das vértebras cervicais também podem ser avaliados para estimar a idade óssea do paciente. Autores que defendem o método de maturação cervical vertebral destacam o uso da telerradiografia em norma lateral já presente nas documentações ortodônticas, sem a necessidade de exposição do paciente a uma dose adicional de radiação para a obtenção de uma radiografia de mão e punho³, além de ser um método comprovadamente reprodutível e confiável⁴.

A respeito do crescimento do complexo craniofacial, sabe-se que a proporção entre o crânio e a face pode chegar a 40:1 no período embrionário, reduzindo para 5:1 no quarto mês devido ao crescimento facial diferencialmente mais rápido nesta época. O crânio volta a crescer mais rápido no últimos meses pré-natais de tal forma que alcança uma proporção de 8:1 ao nascimento. O crescimento facial pós-natal reduzirá a proporção adulta para aproximadamente 2:1⁵. A mudança de proporção entre as dimensões do crânio e da face são bem conhecidas, mas nunca antes avaliadas com o propósito de estimar os estágios de maturação do indivíduo.

Diante do exposto, bem como do conhecimento de que o neurocrânio e a face apresentam épocas de crescimento e desenvolvimento significativamente díspares, especulou-se que a proporção entre a área total da face e a área total do crânio poderia ser utilizada para determinar o estágio de maturação de indivíduos em fase de crescimento a partir de uma análise cefalométrica em norma lateral, trazendo este tipo de diagnóstico para o rol dos procedimentos

cefalométricos, que são mais conhecidos e frequentemente utilizados pelos ortodontistas.

Este trabalho, portanto, visa propor uma abordagem inovadora para avaliar, por meio de telerradiografias, as mudanças na proporção entre a área da face e a área do crânio, criando um índice de maturação facial, o qual será correlacionado com os estágios de maturação óssea do paciente, determinados pelo método das vértebras cervicais.

MATERIAL E MÉTODO

Este estudo é de caráter observacional, longitudinal (coorte) retrospectivo. A amostra foi constituída por telerradiografias em norma lateral oriundas do banco de dados apoiado pela American Association of Orthodontists Foundation (AAOF)/*Craniofacial Growth Legacy Collection Project*.

Previamente calibradas, duas pesquisadoras (PB) e (GT) selecionaram na plataforma 90 pacientes do centro de Forsyth Twin (figura 1). Para cada um dos 90 pacientes, telerradiografias foram selecionadas para cada um dos 5 estágios de maturação das vértebras cervicais, de acordo com o método proposto por Baccetti, Franchi e McNamara⁶ (figura 2), entretanto, nem todos os pacientes tiveram os 5 estágios completos, totalizando assim 321 telerradiografias. O método de maturação cervical vertebral foi realizado avaliando-se a curvatura das bases das vértebras C2, C3 e C4 e suas respectivas formas.

Quando houve divergência na avaliação radiográfica e consequente dúvida quanto à seleção de uma determinada imagem, um terceiro examinador (KC) auxiliou na análise.

Foram excluídas as radiografias que apresentaram qualidade de imagem que compromettesse qualquer das análises a serem realizadas. Indivíduos com anomalias craniofaciais foram excluídos em razão da sua influência sobre o padrão de crescimento do crânio e da face.

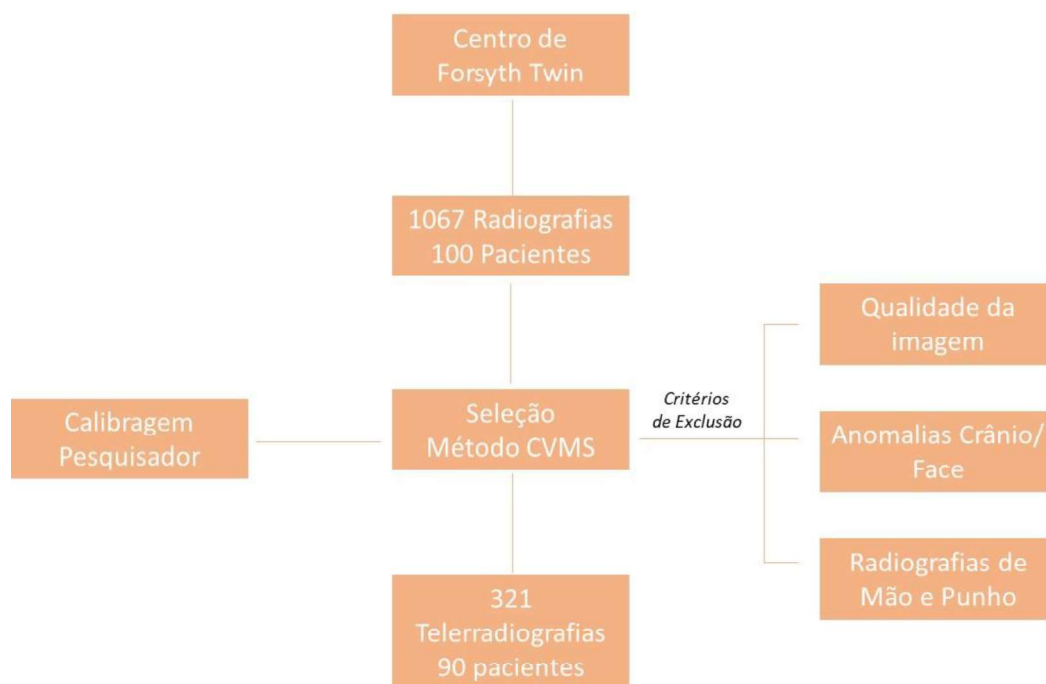


Figura 1. Fluxograma da seleção da amostra.

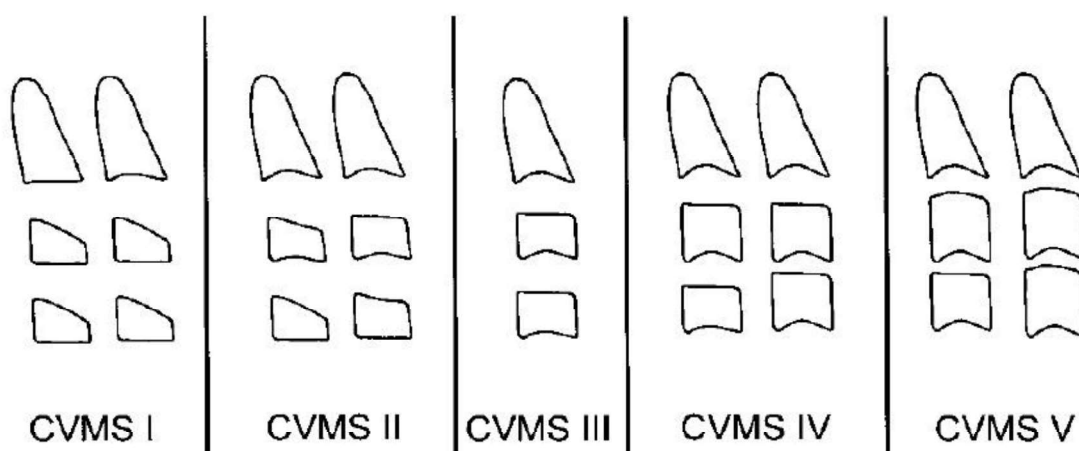


Figura 2. Método de Maturação Cervical Vertebral proposto por Baccetti, Franchi e McNamara⁶.

Os pontos para determinação do índice de maturação facial (IMF) foram marcados sequencialmente e com uma distância não maior do que 5mm um do outro na área do crânio, de tal forma a produzir uma delimitação tão fidedigna quanto possível do contorno. O contorno do crânio foi delimitado sobre a lâmina interna dos ossos da calvária e da base do crânio (frontal, parietal, occipital, esfenóide e etmoide), não sofrendo assim influência da aposição óssea e fechamento das suturas ao longo dos anos do crescimento do indivíduo.

O contorno da face foi delimitado a partir do contorno externo dos ossos da face, com início na base do crânio - já estabelecido – percorrendo o contorno mais externo da mandíbula até o ponto cefalométrico B, ligando-se à maxila a partir do ponto A e ENA, seguindo na região mais anterior da órbita até o ponto N e logo, encontrando-se à base do crânio novamente (Figura 3).

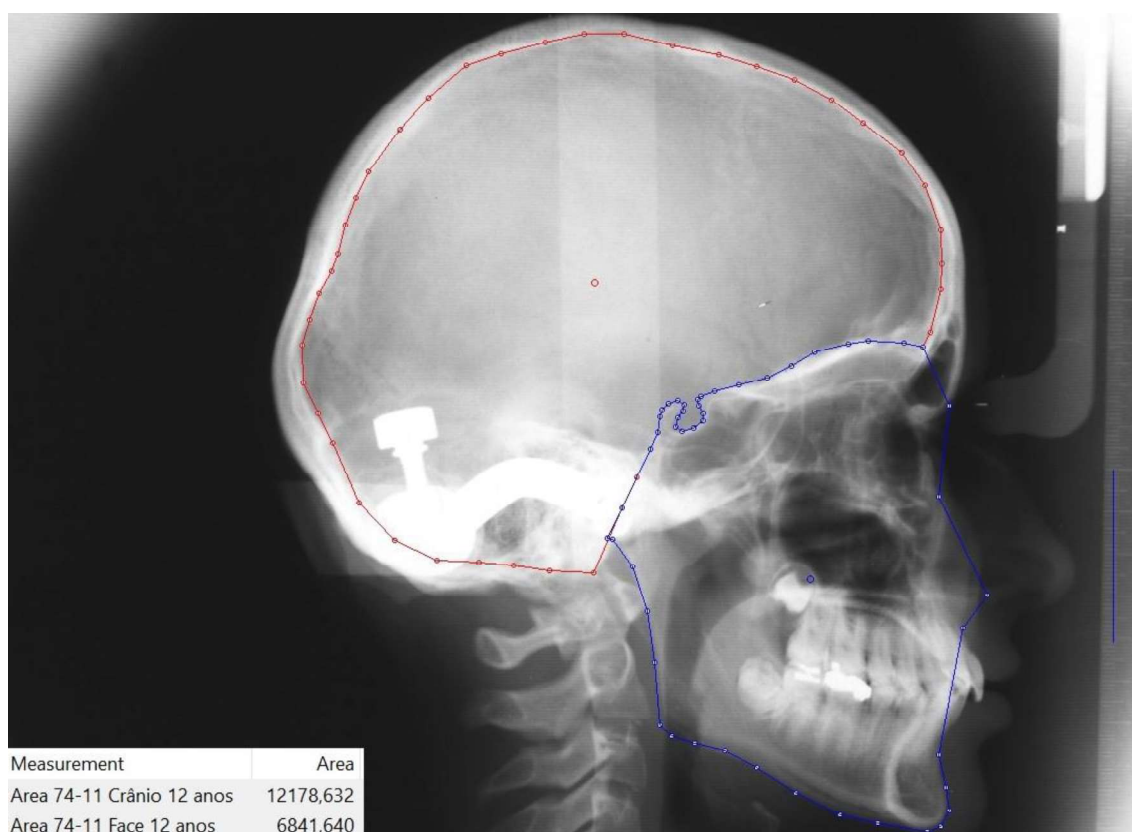


Figura 3 - Contorno do crânio e da face para cálculo das respectivas áreas.

Todas as imagens digitais das telerradiografias tiveram o seu fator de magnificação corrigidos de acordo com as orientações do manual fornecido pela AAOF Legacy Collection⁷, utilizando-se o software Digimizer (Versão 5.7.2/ © 2005-2022 MedCalc Software Ltd/ Bélgica).

Para a obtenção do índice de maturação facial, a área da face (AF) foi relacionada à área do crânio (AC), a partir da seguinte fórmula: $IMF=AF/AC$. Este cálculo foi realizado pela pesquisadora (KC) para cada estágio de maturação das vértebras cervicais.

ANÁLISE ESTATÍSTICA

O cálculo da amostra foi realizado assumindo os valores de 5% e 20% para α (erro Tipo I) e β (erro Tipo II). O coeficiente de correlação foi baseado em um estudo prévio que relacionou o crescimento das estruturas faciais com a idade esquelética⁸. Neste estudo, observou-se que o menor coeficiente de correlação (R) com significância estatística foi de 0.29 para a medida N-Me. Assim, este valor de R foi assumido para o cálculo amostral, em conjunto com os demais parâmetros estatísticos já descritos. Considerando uma hipótese nula igual a zero, ou seja, assumindo que as duas variáveis a serem testadas não têm nenhuma correlação, obteve-se um cálculo amostral com valor mínimo de 91 indivíduos.

Foi realizada a análise estatística descritiva, incluindo média, desvio padrão e valores mínimos e máximos para cada um dos índices de maturação avaliados neste estudo. Em seguida, os dados foram checados quanto à distribuição normal pelo teste de Kolmogorov-Smirnov para determinar a escolha entre testes estatísticos paramétricos e não paramétricos.

Um segundo examinador (P.B.) calculou as áreas da face e do crânio de 304 telerradiografias. A reprodutibilidade dos dados foi verificada pelo coeficiente de correlação intraclasse.

Uma análise descritiva apresentou a distribuição da amostra entre os cinco estágios e suas respectivas idades. As áreas da face e do crânio e o IMF foram comparados entre os cinco estágios de maturação por meio da análise de variância a um critério seguido pelo teste de Tukey para comparações múltiplas. Esta comparação foi realizada tanto na amostra total, como nos indivíduos do sexo masculino e do sexo feminino, separadamente.

A correlação entre o IMF e os estágios de maturação óssea foi avaliada pela correlação de Spearman. E por fim, as áreas da face e do crânio e o IMF foram comparados entre os sexos masculino e feminino, por meio do teste t.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o programa MedCalc (MedCalc Software Ltd, Ostend, Bélgica), considerando um intervalo de confiança de 95%.

RESULTADOS

O coeficiente de correlação intraclasse variou de 0,93 a 0,95 para a área da face e de 0,86 a 0,91 para a área do crânio. A reprodutibilidade dos dados foi considerada de ótima a excelente.

A amostra foi composta por 321 telerradiografias distribuídas de acordo com o estágio de maturação óssea, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição da amostra de acordo com o estágio de maturação óssea e suas respectivas idades.

Estágio	N	Idade (anos)			
		Média	Mínimo	Máximo	DP
CVMS I	65	8,42	8	11	0,75
CVMS II	75	10,64	9	13	0,95
CVMS III	79	12,90	11	15	0,99
CVMS IV	63	15,08	13	18	1,02
CVMS V	39	17,38	15	19	1,01

As médias das áreas da face e do crânio e as médias do IMF foram calculadas para os cinco estágios de maturação óssea. A área da face apresentou um aumento progressivo de 31,7% entre os estágios I e V. A área do crânio não mostrou mudança expressiva entre os estágios. O aumento da face e a estabilidade do crânio resultaram em um aumento de 29,2% no IMF ao longo dos cinco estágios.

Considerando a amostra total, a área da face apresentou diferença significativa entre todos os estágios de maturação, a área do crânio não mostrou diferença, e o IMF foi estatisticamente diferente entre os estágios de maturação, exceto entre os estágios IV e V (Tabela 2).

Considerando apenas os indivíduos do sexo masculino (Tabela 3), a área da face apresentou diferença entre todos os estágios, exceto entre os estágios IV e V, a área do crânio não mostrou diferença, e o IMF apresentou diferença entre os estágios, exceto entre os dois estágios iniciais (I e II) e entre os dois estágios finais (IV e V).

Para os indivíduos do sexo feminino, a comparação mostrou resultados semelhantes aos da amostra total, onde a área da face apresentou diferença significativa entre todos os estágios de maturação, área do crânio não mostrou diferença, e o IMF foi estatisticamente diferente entre todos os estágios de maturação, exceto entre os estágios IV e V (Tabela 3).

Na comparação das variáveis entre os sexos masculino e feminino (tabela 3) a área da face apresentou diferença significativa entre os sexos em todos os estágios de maturação, mostrando que a face dos meninos é maior que a das meninas em todos os estágios de maturação óssea avaliados. A área do crânio também foi maior nos meninos que nas meninas, porém, no estágio V, não houve diferença significativa. O IMF foi significativamente maior nos meninos que nas meninas nos estágios I, IV e V.

Tabela 2 – Comparação das áreas da face e do crânio e do IMF entre os cinco estágios de maturação (N total = 321).

Estágio	N	Área da face (mm ²)		Área do crânio (mm ²)		IMF	
		Média	Dp	Média	Dp	média	Dp
CVMS I	65	5.998,11 ^A	523,67	14.620,38	1.139,28	0,41 ^A	0,03
CVMS II	75	6.466,69 ^B	478,62	14.757,58	1.184,44	0,44 ^B	0,04
CVMS III	79	7.012,05 ^C	584,05	14.783,62	1.132,49	0,48 ^C	0,04
CVMS IV	63	7.536,21 ^D	709,08	14.761,62	1.248,35	0,51 ^D	0,05
CVMS V	39	7.890,58 ^E	656,31	14.895,39	1.344,37	0,53 ^D	0,05
ANOVA		p<0,001*		p=0,843		p<0,001*	

* Significância estatística para p < 0,05.

Tabela 3 – Comparação entre os sexos nos diferentes estágios de maturação óssea, quanto às áreas da face e do crânio e ao IMF.

	Masculino (N=168)			Feminino (N=153)			p
	N	Média	DP	N	Média	DP	
Área da face							
CVMS I	34	6.245,05 ^A	558,84	31	5.727,27 ^A	310,76	<0,001*
CVMS II	43	6.665,46 ^B	474,60	32	6.199,60 ^B	336,47	<0,001*
CVMS III	40	7.290,01 ^C	612,38	39	6.726,96 ^C	388,03	<0,001*
CVMS IV	30	8.017,48 ^D	691,05	33	7.098,69 ^D	356,13	<0,001*
CVMS V	21	8.320,21 ^D	543,91	18	7.389,35 ^E	347,52	<0,001*
ANOVA	p<0,001*			p<0,001*			
Área do crânio							
CVMS I	34	14.895,21	1.161,10	31	14.318,97	1.051,91	0,041*
CVMS II	43	15.079,29	1.118,53	32	14.325,28	1.147,76	0,006*
CVMS III	40	15.194,88	960,69	39	14.361,82	1.150,97	<0,001*
CVMS IV	30	15.197,12	1.195,53	33	14.365,71	1.176,70	0,007*
CVMS V	21	15.301,18	1.305,55	18	14.421,96	1.262,51	0,062
ANOVA	p=0,690			p=0,998			
IMF							
CVMS I	34	0,42 ^A	0,04	31	0,40 ^A	0,02	0,021*
CVMS II	43	0,44 ^A	0,04	32	0,43 ^B	0,03	0,286
CVMS III	40	0,48 ^B	0,04	39	0,47 ^C	0,04	0,258
CVMS IV	30	0,53 ^C	0,06	33	0,50 ^D	0,04	0,008*
CVMS V	21	0,55 ^C	0,04	18	0,51 ^D	0,05	0,030*
ANOVA	p<0,001*			p<0,001*			

* Significância estatística para $p < 0,05$.

Na análise da correlação entre o IMF e os estágios de maturação óssea, observou-se uma correlação forte e positiva tanto para a amostra total, quanto para o sexo masculino e feminino separadamente (Tabela 4).

Tabela 4 – Análise da correlação de Spearman entre o índice de maturação facial (IMF) e os indicadores de maturação óssea.

	Sexo masculino	Sexo feminino	Amostra total
r	0,73	0,76	0,73
p	<0,001*	<0,001*	<0,001*

* Significância estatística para $p < 0,05$.

Uma avaliação da dinâmica da variação do IMF, da área facial e da área do crânio foi realizada ao analisar as taxas de variação do crescimento relativo (Δx) entre os estágios de maturação cervical vertebral. O cálculo da taxa foi obtido através da seguinte equação:

$$(\Delta x) = \frac{X_{i+1} - X_i}{X_i} \times 100\%$$

onde X_i é a área da face, do crânio ou o IMF no estágio i , e X_{i+1} é a área da face, do crânio ou o IMF corresponde ao estágio imediatamente posterior.

Na Figura 4a, pode-se observar que o IMF teve seu maior aumento entre os estágios II - III, com uma variação de quase 10% do seu valor. Entre os estágios IV - V, o aumento do IMF foi menos expressivo, cerca de 4%. A taxa de variação na área da face foi semelhante até o estágio IV, mantendo-se em torno de 8% entre cada estágio, mostrando uma velocidade constante de crescimento da face. Entre os estágios IV - V, o aumento relativo caiu para cerca de 5%, refletindo a desaceleração do crescimento facial. As mudanças proporcionais ocorridas na área do crânio foram insignificantes, ficando entre 0 e 1% entre cada estágio.

Quando a amostra foi separada por sexos, para sexo masculino (figura 4b) o IMF teve seu maior aumento entre os estágios III - IV, com uma variação acima de 10% do seu valor. No intervalo IV - V, a taxa de variação do IMF foi menor, abaixo de 5%. A variação da área da face mostra aumento até o estágio

III - IV, sendo esse último, o pico de crescimento facial relativo. Ao final do período avaliado, a taxa de variação facial ficou abaixo do 5% entre os estágios IV - V. As mudanças na taxa de variação do crânio mostraram-se insignificantes, com cerca de 0 a 1% entre cada estágio.

Para o sexo feminino (figura 4c), o IMF teve seu maior aumento entre os estágios II - III com cerca de 9% da taxa de variação. Houve decréscimo da variação até o intervalo IV - V, apresentando um valor final abaixo de 3%. A taxa de variação da área da face apresentou estabilidade nos intervalos I - II e II - III com cerca de 8%, houve decréscimo nos intervalos seguintes, chegando a uma variação final abaixo de 5% no estágio IV - V. Por final, as mudanças na taxa de variação da área do crânio feminino também foram insignificantes ficando entre 0 e 1% ao longo dos períodos avaliados.

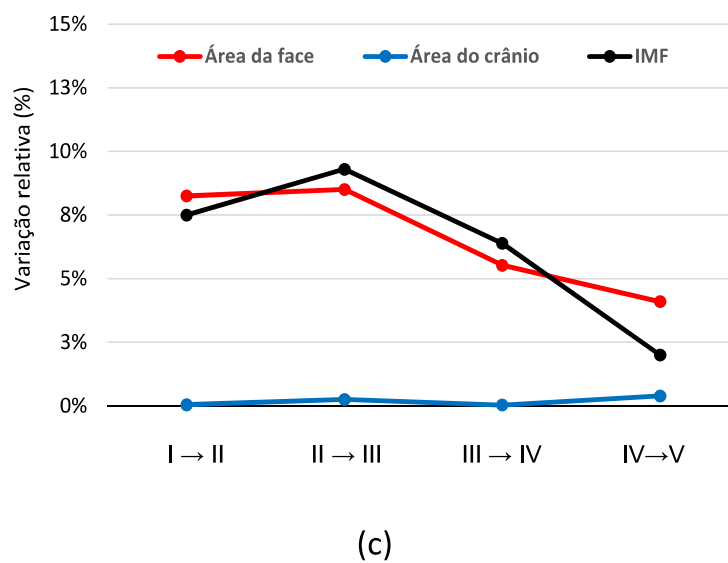
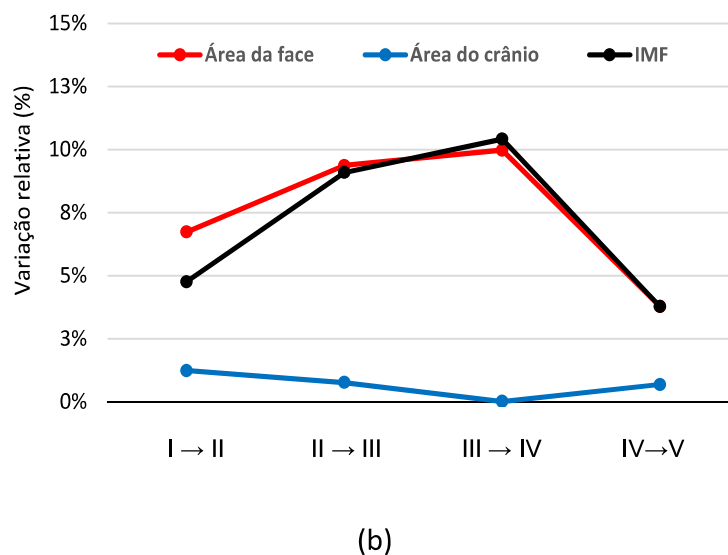
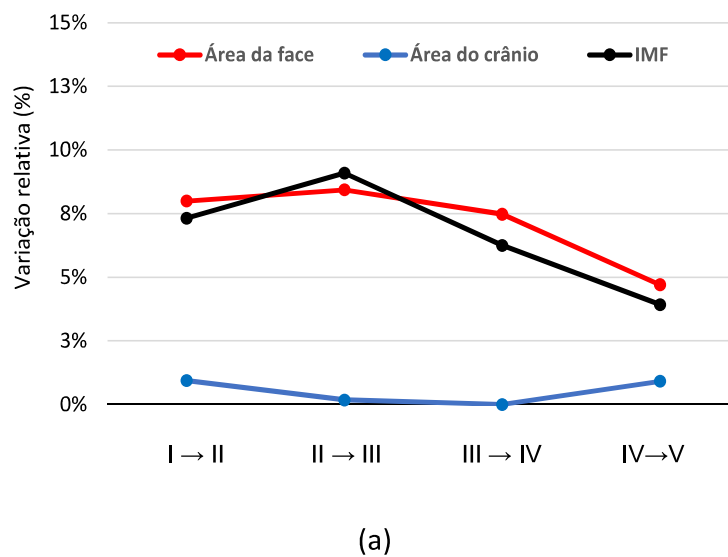


Figura 4 – Taxas de variação relativa da área da face, área do crânio e IMF. (a) Amostra total; (b) Amostra masculina; (c) Amostra feminina.

DISCUSSÃO

As más oclusões, por muitas vezes, originam-se de alterações esqueléticas dos ossos maxilares, por isso a importância do conhecimento acerca do crescimento do complexo craniofacial⁹. Neste sentido, o presente estudo avaliou um novo índice de maturação facial e verificou sua correlação com um método estabelecido de maturação das vértebras cervicais.

A maioria dos estudos que avaliaram vértebras e o crescimento craniofacial utilizaram-se de medidas lineares cefalométricas^{10,11}. Neste sentido, o índice proposto no presente trabalho é inovador por analisar o tamanho das estruturas maxilo-mandibulares e calcular suas áreas. Os dados obtidos no estudo mostraram uma correlação do IMF com o CVMS de 0,730. Da mesma forma, outros métodos de maturação correlacionado com vértebras apresentaram valores de 0,780 para segundos molares¹² e 0,616 - 0,937 entre estudos de mão e punho¹³.

A partir dos resultados na amostra geral, a área da face apresentou um crescimento progressivo e de caráter linear, totalizando um aumento total de 31,7% ao longo dos estágios CVMS I e CVMS V. Por outro lado, a variação de área do crânio entre estágios sucessivos é mínima, sendo um pouco maior do que 1,8%. De fato, Ranly¹⁴ descreveu que a base do crânio amadurece mais cedo que a face e pode ser usada cefalometricamente como uma área de referência relativamente estável.

Quanto ao crescimento relativo do IMF, a amostra total (figura 2) teve seu pico no intervalo entre CVMS II – CVMS III, com aproximadamente 10% de aumento, decaindo consideravelmente na transição entre os estágios CVMS IV-CVMS V (variação de apenas 3,7%). De modo similar, estudos anteriores sugerem que o intervalo CVMS II – CVMS III parece ter especial importância, uma vez que picos de crescimento estatural e mandibular^{2,6,15} também foram descritos neste intervalo.

Também em concordância com estudos anteriores^{16,17} foi a observação da ocorrência de dimorfismo sexual no crescimento das estruturas ósseas. Quando da amostra separada por sexos, o pico de crescimento facial ocorreu de forma mais tardia para os homens do que para as mulheres e por sua vez, o

crescimento facial total dos homens também foi maior (tabela 3). O pico de crescimento facial para homens ocorreu no intervalo de CVMS III – CVMS IV, enquanto para as mulheres o crescimento facial relativo de maior alcance foi no intervalo de CVMS II – CVMS III (figura 2). Esses resultados vão ao encontro do estudo realizado por Montasser¹¹, o qual avaliou o estirão de crescimento de indivíduos Classe I, com foco na capacidade de prever o pico do crescimento dos comprimentos maxilar (Co-A) e mandibular (Co-Pog) a partir das alterações maturacionais das vértebras cervicais.

A aplicação clínica do IMF ao tratamento ortodôntico torna-se relevante para os protocolos que se beneficiam da inclusão do período de crescimento acelerado das estruturas faciais nas correções das más oclusões de origem esqueléticas. A partir dos resultados deste estudo, um valor de IMF entre 0,44 e 0,48 (tabela 2) sugere que existe um crescimento substancial das estruturas faciais e, por consequência, pode ser um momento muito oportuno para o início da terapia ortopédico-ortodôntica para a maioria das discrepâncias esqueléticas. Da mesma forma, o IMF de 0,53 sugere estabilidade do crescimento no indivíduo e assim pode servir como uma ferramenta adicional para o clínico, ao decidir o momento de uma cirurgia ortognática.

Finalmente, cabe ressaltar que o papel das discrepâncias esqueléticas sagitais e verticais dos ossos maxilares infere sobre os resultados ainda não foi testado, embora a amostra do presente estudo seja expressiva, em estudos futuros, o IMF será avaliado em número maior de indivíduos levando-se em consideração a influência das variáveis supracitadas.

CONCLUSÃO

O aumento significativo da face e sua relação com o crescimento ínfimo do crânio possibilitam estabelecer um novo índice de maturação óssea para auxiliar na estimativa de crescimento da face. O IMF apresentou uma correlação forte e positiva com o índice de maturação das vértebras cervicais, permitindo discriminar os diferentes estágios de maturação óssea.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos em especial à AAOF Legacy Collection pelo suporte e fornecimento das radiografias e à MedCalc Software Ltd pela concessão da licença provisória do software Digimizer sem os quais, esta pesquisa não seria possível.

REFERÊNCIAS

1. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.
2. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics.* 2005;11(3):119-29.
3. McNamara JA, Jr., Franchi L. The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *Angle Orthod.* 2018;88(2):133-43.
4. Rainey BJ, Burnside G, Harrison JE. Reliability of cervical vertebral maturation staging. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 2016;150(1):98-104.
5. Moyers RE. *Ortodontia: Guanabara Koogan;* 1991
6. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod.* 2002;72(4):316-23.
7. Collection AL. Scaled Measurements from the AAOF Legacy Collection Images 2020.
8. Moore RN, Moyer BA, DuBois LM. Skeletal maturation and craniofacial growth. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 1990;98(1):33-40.
9. Brown T, Barrett MJ, Grave KC. Facial growth and skeletal maturation at adolescence. *Tandlaegebladet.* 1971;75(12):1211-22.
10. Mellion ZJ, Behrents RG, Johnston LE, Jr. The pattern of facial skeletal growth and its relationship to various common indexes of maturation. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the*

American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 2013;143(6):845-54.

11. Montasser MA. Craniofacial growth spurt in Class I subjects. American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics. 2019;155(4):473-81.

12. Mollabashi V, Yousefi F, Gharebabaie L, Amini P. The relation between dental age and cervical vertebral maturation in orthodontic patients aged 8 to 16 years: A cross-sectional study. International orthodontics. 2019;17(4):710-8.

13. Szemraj A, Wojtaszek-Słomińska A, Racka-Pilszak B. Is the cervical vertebral maturation (CVM) method effective enough to replace the hand-wrist maturation (HWM) method in determining skeletal maturation?-A systematic review. European journal of radiology. 2018;102:125-8.

14. Ranly DM. Craniofacial growth. Dental clinics of North America. 2000;44(3):457-70.

15. Hosni S, Burnside G, Watkinson S, Harrison JE. Comparison of statural height growth velocity at different cervical vertebral maturation stages. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2018;154(4):545-53.

16. Grave KC. Timing of facial growth: a study of relations with stature and ossification in the hand around puberty. Aust Orthod J. 1973;3(4):117-22.

17. Tanner JM, Healy MJR, Cameron N, Goldstein H. Assessment of Skeletal Maturity and Prediction of Adult Height (TW3 Method): W.B. Saunders; 2001.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo teve por objetivo a avaliar um novo índice de maturação facial, que por sua vez foi correlacionado com o índice de maturação cervical vertebral. O que é esperado durante a fase de crescimento facial, não é simplesmente um aumento de proporções no volume, mas sim uma relação harmoniosa de suas partes.

Diante da amostra estudada, a variação do IMF manteve-se predominantemente controlada pelo crescimento facial, uma vez que o crescimento do crânio não foi significativo ao longo do período estudado. A área da face apresentou um aumento progressivo de 31,7% entre os estágios CVMS I e CVMS V, sendo o pico de crescimento relativo entre os estágios CVMS II - CVMS III. Já o IMF cresceu 29,2% ao longo do período avaliado, e da mesma forma, seu maior crescimento relativo foi encontrado no intervalo entre CVMS II – CVMS III.

A aplicação clínica do IMF torna-se relevante na determinação do estágio de maturação craniofacial e por isso, pode ajudar o clínico a estabelecer o momento ideal para o início de um tratamento ortodôntico/ortopédico, o qual, tem grande importância na resolução de más oclusões envolvendo discrepâncias esqueléticas das bases maxilares.

Portanto, a utilização do índice mostra-se vantajosa em relação aos métodos morfológicos (vértebras/ mão e punho), uma vez que a proporção envolvida não se baseia em qualquer dado proveniente de estimativas, mas sim, na utilização de dados reais do paciente (área facial/área craniana). Além disso, as mudanças nesta proporção seriam decorrentes do próprio crescimento facial, estreitando a relação entre o método de determinação do estágio de maturação e os eventos de crescimento da face.

5 REFERÊNCIAS

1. Al-Balbeesi HO, Al-Nahas NW, Baidas LF, Bin Huraib SM, Alhaidari R, Alwadai G. Correlation between skeletal maturation and developmental stages of canines and third molars among Saudi subjects. *Saudi Dent J.* 2018;30(1):74-84.
2. Alkhal HA, Wong RW, Rabie AB. Correlation between chronological age, cervical vertebral maturation and Fishman's skeletal maturity indicators in southern Chinese. *Angle Orthod.* 2008;78(4):591-6.
3. Manzoor Mughal A, Hassan N, Ahmed A. Bone age assessment methods: a critical review. *Pakistan journal of medical sciences.* 2014;30(1):211-5.
4. Fishman LS. Radiographic evaluation of skeletal maturation. A clinically oriented method based on hand-wrist films. *Angle Orthod.* 1982;52(2):88-112.
5. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) Method for the Assessment of Optimal Treatment Timing in Dentofacial Orthopedics. *Seminars in Orthodontics.* 2005;11(3):119-29.
6. McNamara JA, Jr., Franchi L. The cervical vertebral maturation method: A user's guide. *Angle Orthod.* 2018;88(2):133-43.
7. Vellini - Ferreira, F. *Ortodontia Diagnóstico e Planejamento Clínico: Artes Médicas; 2008.*
8. Delemarre-van de Waal H. Secular trend of timing of puberty. *Endocrine development.* 2005;8:1-14.
9. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics : official publication of the American Association of Orthodontists, its constituent societies, and the American Board of Orthodontics.* 1995;107(1):58-66.
10. Hägg U, Taranger J. Maturation indicators and the pubertal growth spurt. *Am J Orthod.* 1982;82(4):299-309.
11. Hägg U, Taranger J. Menarche and voice change as indicators of the pubertal growth spurt. *Acta odontologica Scandinavica.* 1980;38(3):179-86.
12. Rai V, Saha S, Yadav G, Tripathi AM, Grover K. Dental and skeletal maturity- a biological indicator of chronologic age. *Journal of clinical and diagnostic research : JCDR.* 2014;8(9):Zc60-4.

13. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA, Jr. An improved version of the cervical vertebral maturation (CVM) method for the assessment of mandibular growth. *Angle Orthod*. 2002;72(4):316-23.
14. Olivares LAF, De Leon LG, Fragoso MI. Skeletal age prediction model from percentage of adult height in children and adolescents. *Sci Rep*. 2020;10(1):15768.
15. Moyers RE. *Ortodontia*: Guanabara Koogan; 1991.
16. Koolschijn PC, Crone EA. Sex differences and structural brain maturation from childhood to early adulthood. *Dev Cogn Neurosci*. 2013;5:106-18.
17. Waitzman AA, Posnick JC, Armstrong DC, Pron GE. Craniofacial skeletal measurements based on computed tomography: Part II. Normal values and growth trends. *The Cleft Palate-Craniofacial Journal*. 1992;29(2):118-28.
18. Proffit WR, Fields Jr HW, Sarver DM. *Contemporary orthodontics*: Elsevier Health Sciences; 2006.
19. Kurien A, Ganpule A, Muthu V, Sabnis RB, Desai M. Measuring stone surface area from a radiographic image is accurate and reproducible with the help of an imaging program. *J Endourol*. 2009;23(1):17-9.