



**Universidade Federal Fluminense**

**Faculdade de Odontologia**

**Especialização em Ortodontia**

**Nathalia Blanco Ferreiro dos Santos**

**Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de  
maturação vertebral**

Niterói

2017

**Nathalia Blanco Ferreiro dos Santos – C.D.**

**Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de  
maturação vertebral**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFF como parte dos requisitos para obtenção do título de Especialista em Ortodontia.

**Orientadores: Profa. Dra. Mariana Martins e Martins,  
Profa. Dra. Adriana de Alcântara Cury Saramago**

Niterói

2017

**Nathalia Blanco Ferreiro dos Santos – C.D.**

**Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de  
maturação vertebral**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Ortodontia da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal Fluminense - UFF como parte dos requisitos para obtenção do Título de Especialista em Ortodontia.

**COMISSÃO EXAMINADORA**

---

**Prof. Dra. Mariana Martins e Martins**  
Universidade Federal Fluminense – UFF / Niterói

---

**Prof. Dra. Beatriz de Souza Vilella**  
Universidade Federal Fluminense – UFF / Niterói

---

**Prof. Dra. Claudia Trindade Mattos**  
Universidade Federal Fluminense – UFF / Niterói

Niterói  
2017

“Mesmo quando tudo parece desabar,  
cabe a mim decidir entre rir ou chorar, ir  
ou ficar, desistir ou lutar; porque  
descobri, no caminho incerto da vida,  
que o mais importante é o decidir.”

Cora Coralina

## **DEDICO**

Dedico a minha mãe Maria José e minha avó Julia, que me apoiaram sempre que precisei, durante toda a minha vida, orientando-me e transmitindo a segurança necessária em todos os momentos incertos. Sem vocês, não seria possível a concretização de nenhum dos meus sonhos.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a minha mãe, **Maria José Blanco Ferreiro**, minha grande incentivadora durante todos esses anos da minha formação. Graças aos seus ensinamentos, fui capaz de superar todas as dificuldades durante a vida acadêmica. Sempre ao meu lado quando precisei. Minha inspiração, pois manteve-se erguida nos momentos difíceis da vida, conseguindo superar todas as dificuldades. As minhas conquistas, devo a ela.

Agradeço a minha avó, **Julia Ferreiro Pazos**, que assim como a minha mãe, sempre esteve ao meu lado em todos os momentos difíceis da minha vida. Devo agradecer por todas as suas orações e conselhos, que foram sempre fundamentais para eu tomar as decisões da minha vida. Muito da pessoa que sou hoje, devo a ela.

Agraço a minha avó, **Lea Eiras Affonso**, por todo o carinho e atenção durante toda a minha vida.

Agradeço a minha tia, **Thaissa Rocha Fernandes**, que considero como uma irmã, sempre preocupada e carinhosa comigo e me presenteou com a minha afilhada **Philipa**. Desde então, soube o que é o amor de dinda.

Esse amor foi duplicado esse ano com a chegada do meu afilhado **Theo**.

Agradeço aos meus primos, **Juliana Blanco Arditti e José Henrique de Jesus Blanco**. Posso dizer que foram meus primeiros amigos.

Agradeço aos meus padrinhos, **José Blanco Ferreiro e Julia Blanco Ferreiro**, por todo o apoio e carinho.

Não poderia deixar de agradecer a minha família da **Espanha**, que mesmo de longe, me apoiam e torcem por mim. Nenhuma distância poderia diminuir o carinho que tenho por eles.

Agradeço a minha dentista **Neusa Costa**, por ter me inspirado a seguir essa profissão, em especial na área de Ortodontia. Agradeço por todo o seu apoio e carinho em todos os momentos da minha carreira e por sempre estar torcendo por mim.

Agradeço a todos os meus amigos, por todos esses anos de amizade, que sempre me apoiaram e torceram pelo meu sucesso em todas as fases da minha vida. Cada um tem um lugar especial no meu coração, considero eles como irmãos.

Não poderia deixar de agradecer a todos da Ortodontia UFF, formamos uma grande família, muito unida. Sentirei muitas saudades.

Agradeço especialmente a minha orientadora **Mariana Martins e Martins**, por toda dedicação, aprendizado, carinho e atenção, tanto na minha vida acadêmica como na pessoal. Nas caronas gentilmente oferecidas por ela, tive a oportunidade de conhecê-la melhor, o que fez com que eu a admirasse cada vez mais. Foi uma grande honra ter sido a sua orientada, admirando-a como pessoa e profissional, sendo minha inspiração para a profissão.

Também agradeço a minha coorientadora **Adriana de Alcântara Cury Saramago**, por todo o carinho e paciência comigo, desde a época da monitoria, foi um grande aprendizado estar ao seu lado por todos esses anos.

Agradeço ao professor **Oswaldo Vilella**, por todo o apoio desde o primeiro dia da monitoria em Ortodontia, quando me introduziu à arte de transmitir ensinamento. Gostaria de agradecer também por ter me ajudado a realizar o sonho de publicar o primeiro artigo.

Agradeço a professora **Claudia Mattos** por todo o aprendizado tanto na clínica como na área de pesquisa. Sempre disponível, transmitindo todo o seu conhecimento, tornando o aprendizado mais leve.

Agradeço também aos coordenadores do curso **Alexandre Trindade Simões da Motta e Andrea Fonseca Jardim da Motta**, por sua dedicação à Ortodontia UFF.

Também agradeço a professora **Beatriz Vilella** por todo o seu ensinamento no início do curso e pela sua dedicação na organização da Ortodontia UFF.

Agradeço ao professor **Nelson Mucha** por todo o aprendizado. Foi uma honra ser aluna de um profissional que é referência mundial na Ortodontia.

Agradeço a minha querida turma, **Juliana, Victor, Iris e Luciana**, por todo o carinho e apoio. Sempre estiveram disponíveis quando mais precisei, cada um na sua maneira. Conseguimos nos manter unidos e seguir fortalecidos durante todo o curso, superando todas as dificuldades. Sentirei muitas saudades da convivência diária.

**À décima segunda turma de especialização**, colegas sempre dispostas em aprender. Agradeço por todo o carinho de cada uma de vocês. Desejo muito sucesso nessa nova etapa.

**Às turmas de mestrado e doutorado**, por todo o carinho, atenção e disponibilidade em ajudar. Em especial a **Anderson Jaña** que me auxiliou na elaboração e publicação do meu primeiro artigo.

**À Dona Elizete, Marcia e Gladys**, por estarem sempre disponíveis em ajudar nas necessidades cotidianas. Agradeço por todo o carinho e apoio durante esses anos.

A **todos os pacientes**, agradeço pela paciência e disposição em contribuir para meu aprendizado. Sem vocês, nada disso seria possível.

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução</b>	12
<b>2. Material e Método</b>	13
<b>3. Resultados</b>	22
<b>4. Discussão</b>	28
<b>5. Conclusões</b>	35
<b>6. Referências Bibliográficas</b>	35

## Resumo

**Objetivo:** Verificar a acurácia em distinguir visualmente as formas e concavidades para determinação do Índice de Maturação Vertebral (IMV) e sua reprodutibilidade por alunos de pós-graduação. **Material e Método:** O pesquisador foi calibrado para ser o padrão de referência da pesquisa. Quatorze alunos da pós-graduação em Ortodontia da Universidade Federal Fluminense foram treinados para a utilização do método visual do IMV e participaram da avaliação de 72 casos, divididos em seis estágios de acordo com o IMV. Essas avaliações foram realizadas em dois tempos (T1 e T2), com intervalo mínimo de quatro semanas. Os dados também foram comparados com um padrão de referência para cada caso criado de acordo com o traçado das vértebras cervicais. O Kappa ponderado foi utilizado para a comparação com o padrão de referência e para a reprodutibilidade intra-avaliador e o coeficiente de correlação de Kendall para a reprodutibilidade inter-avaliador. Também foram distribuídos questionários sobre a dificuldade encontrada durante a avaliação dos estágios das vértebras cervicais. **Resultados:** Na avaliação da acurácia do método IMV, a concordância foi de boa à excelente, variando de 0,654 a 0,773 em T1; e de 0,642 a 0,794 em T2. Dentre os desacordos predominou o de apenas um estágio, 72,97% e 77,24% em T1 e T2, respectivamente. Na reprodutibilidade intra-avaliador, a reprodutibilidade foi de boa à excelente, variando de 0,641 a 0,870. Dentre os desacordos, predominou o de apenas um estágio (78,4%). Em relação a reprodutibilidade inter-avaliador, os valores mostraram uma correlação de boa à excelente, variando entre 0,659 a 0,886 em T1 e entre 0,687 a 0,898 em T2. Dentre os desacordos predominou o de 2 estágios em T1 e de um estágio em T2, 50% e 53% respectivamente. **Conclusão:** Esse estudo comprovou estatisticamente a acurácia e reprodutibilidade do IMV. Porém, os valores da porcentagem de concordância absoluta ficaram abaixo do ideal, sendo indicada, além de um treinamento prévio a sua utilização, a associação de outros indicadores de maturação óssea complementares.

## Abstract

**Objective:** Verify accuracy in visually distinguishing forms and concavities for determination of Cervical Vertebral Maturation (CVM) and its reproducibility by postgraduate students. **Methods:** The researcher was calibrated to be the reference standard. Fourteen postgraduate students in Orthodontics at the Fluminense Federal University were trained to use the visual CVM method and evaluated 72 cases, divided into six stages according to CVM. These evaluations were performed in two stages (T1 and T2), with a minimum interval of four weeks. Data were also compared with a reference standard for each case created according to the tracing of the cervical vertebrae. Weighted Kappa was used for comparison with the reference standard and for intra-rater reproducibility and Kendall's correlation coefficient for inter-rater reproducibility. Questionnaires on the difficulty encountered during the evaluation of CVM stages were also distributed. **Results:** In the evaluation of the accuracy of the CVM, the agreement was good to excellent, ranging from 0.654 to 0.773 in T1; and 0.642 to 0.794 in T2. Among the disagreements, only one stage prevailed, 72.97% and 77.24% in T1 and T2, respectively. In the intra-rater reproducibility, the reproducibility was good to excellent, varying from 0.641 to 0.870. Among the disagreements, only one stage predominated (78.4%). Regarding inter-rater reproducibility, the values showed a good to excellent correlation, ranging from 0.659 to 0.886 in T1 and from 0.687 to 0.988 in T2. However, the disagreements of two stages predominated in T1 and one stage in T2, 50% and 53% respectively. **Conclusions:** This study statistically confirmed the accuracy and reproducibility of the IMV. However, the values of the absolute concordance percentage were below ideal, indicating, in addition to training prior to its use, the association of other indicators of complementary bone maturation.

## 1 Introdução

A avaliação da maturação esquelética é importante, pois cada indivíduo tem um ritmo específico de crescimento e desenvolvimento, que não é uniforme, existindo períodos de aceleração e desaceleração<sup>1</sup>.

A identificação precisa da maturidade esquelética do paciente ortodôntico é de grande importância clínica, pois revela a melhor época para iniciar o tratamento de forma eficaz, principalmente nos casos em que é necessária a utilização de mecânicas ortopédicas ou são previstas cirurgias ortognáticas.

Para a identificação da maturação esquelética, diversos índices foram propostos<sup>2,3,4</sup>. Um dos métodos mais utilizados na determinação da idade e maturação óssea é a interpretação da calcificação dos ossos da mão e punho

O Índice de Maturação Vertebral (IMV) é um método baseado em alterações de tamanho e forma das vértebras cervicais<sup>2,3,4</sup>.

Outras regiões do corpo também podem ser utilizadas para analisar os centros de ossificação, tais como pé, cotovelo, joelho, vértebras cervicais, quadril, pelve e crânio<sup>5</sup>.

Houve um aumento do interesse sobre este índice nas últimas décadas como possível indicador biológico da maturação esquelética por ser um método oportuno, já que a análise das vértebras cervicais é realizada sobre a radiografia cefalométrica em perfil, usada rotineiramente no diagnóstico ortodôntico, o que evita a necessidade de uma radiografia adicional de mão e punho para esta finalidade.

Este método foi inicialmente proposto por Lampaski<sup>2</sup> em 1972, seguido por Hassel e Farm<sup>3</sup> em 1995 e por Baccetti et al<sup>4</sup> em 2005.

O método mais recente, proposto por Baccetti et al<sup>4</sup>, inclui seis estágios, sendo dois pré-puberis (CS1 e CS2), dois puberis (CS3 e CS4) e dois pós-puberis (CS5 e CS6). No caso de discordância entre os estágios, deve ser atribuído o estágio mais avançado.

É importante salientar que alterações no formato das vértebras podem provocar confundimento, já que estas alterações são avaliadas para determinação do IMV por uma avaliação visual das radiografias cefalométricas, o que pode gerar algumas dúvidas.

Muitos autores reportaram excelente reprodutibilidade intra e inter-avaliador do IMV, com valores superiores a 90% porém esses estudos reportam alguns vieses como o uso de traçados das vértebras<sup>3,6</sup> para a avaliação visual ao invés da observação direta das radiografias cefalométricas<sup>7,8,9</sup>; os autores, que eram profundos conhecedores do assunto, fizeram parte do grupo de avaliadores<sup>3,6,7,8,9</sup>, a utilização de número reduzido de radiografias e avaliadores<sup>3,7,10</sup> e a correlação com outros métodos de determinação de idade esquelética, como o da mão e punho, com o IMV<sup>1,2,7,9,17</sup>.

Os estudos de Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> foram os primeiros a tentar eliminar alguns destes vieses, porém não obtiveram boa reprodutibilidade do método IMV, mesmo os avaliadores sendo profissionais com vasta experiência clínica, restando dúvidas se o método é confiável.

Por todas as chances de influenciar a interpretação deste método<sup>10,11</sup>, o objetivo desse trabalho foi verificar a acurácia e reprodutibilidade desta avaliação visual por alunos de pós-graduação em Ortodontia, eliminando os vieses de estudos anteriores.

## **2 MATERIAL E MÉTODO**

### **2.1 Material**

O presente estudo foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal Fluminense pelo protocolo 62127816.6.0000.5243, sob número do parecer 1878052 (Anexo A, páginas 38 a 40). Os dados foram colhidos após a sua aprovação.

Foi realizado um estudo transversal do tipo de confiabilidade de método diagnóstico em duas fases.

Foram recrutados 14 avaliadores cujos critérios de inclusão foram alunos de pós-graduação em Ortodontia da Universidade Federal Fluminense (UFF) que estivessem matriculados na universidade. O trabalho de Obuchowski<sup>13</sup> indicou a necessidade de um número mínimo de 10 avaliadores para este tipo de estudo. Todos os avaliadores assinaram o termo de consentimento livre esclarecido – TCLE (Anexo B, página 41).

O total de radiografias cefalométricas que foram avaliadas foi determinado pelo cálculo amostral que determinou o número mínimo de amostra para uso válido da estatística kappa ponderado e foi aproximado pela equação de tamanho da amostra  $2K^2$ , onde k foi o número de categorias na escala de classificação. A escala utilizada tem seis estágios, requerendo a quantidade mínima de 72 radiografias<sup>14</sup>.

As radiografias utilizadas para a avaliação da maturação das vértebras cervicais foram selecionadas no arquivo de documentações da clínica de Ortodontia da UFF, respeitando os seguintes critérios de inclusão: nitidez da região das vértebras C2, C3 e C4 em pacientes dentro da faixa etária de 5 a 18 anos. Os critérios de exclusão foram: radiografias com imagens duplicadas; cortes na região de C2, C3 e C4; baixa qualidade radiográfica, pacientes sindrômicos ou portadores de fissura labial e/ou palatina.

Todas as radiografias cefalométricas que obedeceram aos critérios de inclusão (463) foram analisadas e após aplicação dos critérios de exclusão restaram 284 radiografias que foram classificadas visualmente pelo pesquisador (NBFS), de acordo com os seis estágios de Baccetti et al<sup>4</sup>. Foram selecionadas, aleatoriamente, com o auxílio do programa Biostat 5.3 usando a ferramenta amostragem aleatória com reposição, 12 radiografias de cada estágio.

As vértebras C2, C3 e C4 de todas as 72 radiografias cefalométricas foram traçadas manualmente pelo pesquisador (NBFS), após calibragem conduzida pelo orientador (MMM), para conferência dos estágios pré-determinados. Quando ocorreu divergência entre a avaliação visual e a do traçado, a radiografia foi excluída e nova amostragem aleatória foi obtida até que a amostra final fosse composta por 72 casos confirmados por meio de

traçado das vértebras cervicais e igualmente divididos pelos seis estágios (Figura 1).

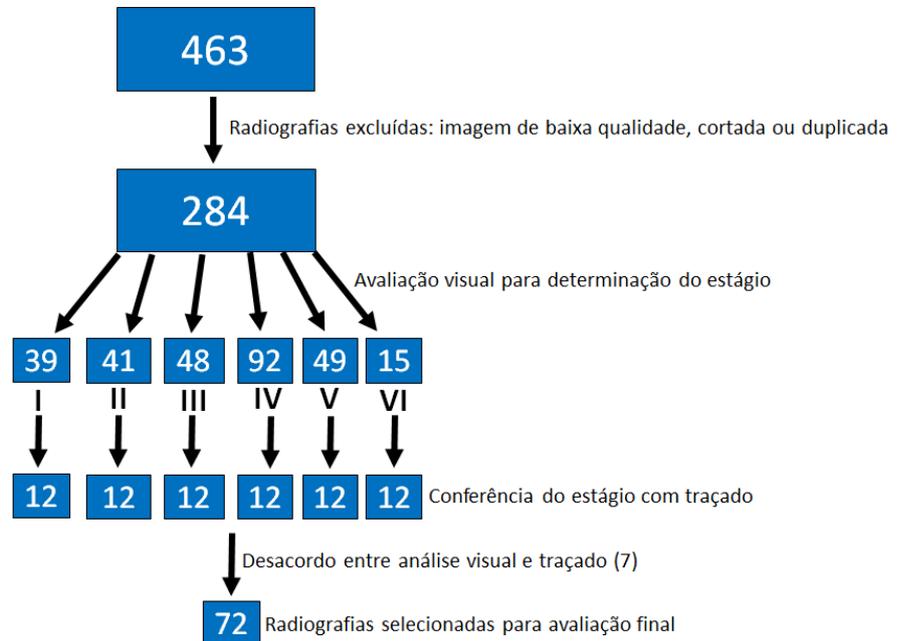


Figura 1 – Fluxograma para seleção de radiografias da amostra

## 2.2 Método

O IMV proposto por Baccetti et al<sup>4</sup> foi avaliado em relação à acurácia em distinguir as formas e presença de concavidade visualmente, e assim determinar o IMV e em relação a sua reprodutibilidade.

Quando ocorreu discordância em relação ao estágio de maturação, foi considerado o estágio mais avançado, tanto das concavidades, quanto das formas das vértebras cervicais<sup>4</sup>, sendo os avaliadores orientados sobre essas observações.

Houve cegamento em relação à idade cronológica e ao estágio da dentição do paciente, com a aplicação de uma tarja preta sobre todas as radiografias incluídas na amostra pelo cegador (AACS) tanto durante a calibragem do pesquisador como na avaliação visual para determinação dos estágios.

### **Determinação do IMV pelo traçado das vértebras cervicais**

Apenas o pesquisador (NBFS) e o orientador (MMM) realizaram a determinação do IMV pelas medidas obtidas nos traçados das vértebras cervicais. Quinze traçados das vértebras foram utilizados durante o processo de calibragem, para a conferência dos estágios das radiografias incluídas no estudo e setenta e dois traçados das vértebras foram utilizados para determinação de um padrão de referência para as avaliações visuais dos avaliadores.

Para definição dos pontos no traçado manual das vértebras C2, C3 e C4 (Figura 2, página 17), foi utilizada a metodologia de Baccetti et.al<sup>4</sup>, onde:

- C2p, C2pr e C2a: pontos mais posterior (p), profundo (pr) e anterior(a) da C2;
- C3sp, C3sa: pontos mais posterior (sp) e anterior (sa) da borda superior da C3;
- C3ip, C3pr, C3ia: pontos mais posterior (ip), profundo (pr) e anterior (ia) da borda inferior da C3;
- C4sp, C4sa: pontos mais posterior (sp) e anterior (sa) da borda superior da C4;
- C4ip, C4pr, C4ia: pontos mais posterior (ip), profundo (pr) e anterior (ia) da borda inferior da C4.

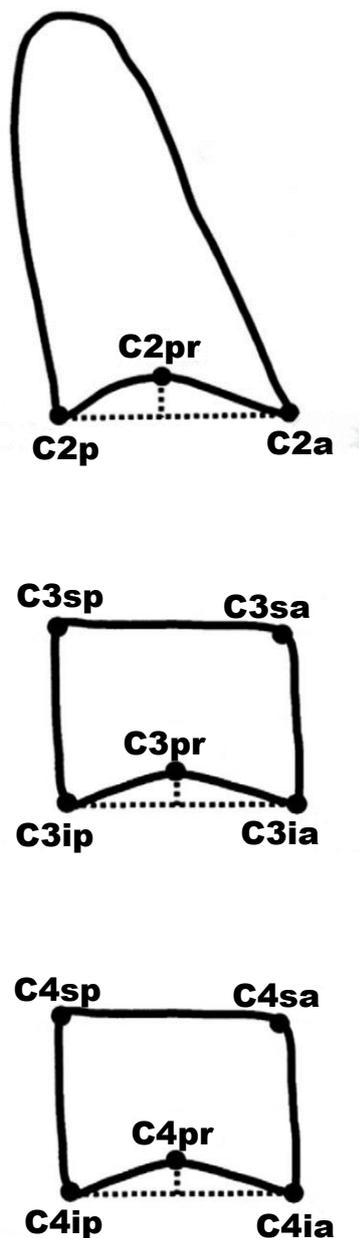


Figura 2: Pontos utilizados no traçado das vértebras C2, C3 e C4. Adaptado de Baccetti et al<sup>4</sup>.

Para avaliação da concavidade nas vértebras C2, C3 e C4, foi considerado um valor mínimo de 1 mm para considerar a presença de concavidade, utilizando uma régua milimetrada de precisão (TD Orthodontics).

A determinação da forma do corpo das vértebras C3 e C4 foi definida segundo a diferença entre altura e largura calculada com a fórmula proposta no trabalho de Perinetti, Caprioglio e Contardo<sup>15</sup> (Figura 3, página 18):

$$[(\text{altura posterior} + \text{altura anterior})/2] - [(\text{largura superior} + \text{largura inferior})/2].$$

O agrupamento foi feito da seguinte maneira:

- Valores abaixo de -1 mm: forma trapezoidal (altura posterior maior que altura anterior) ou retangular horizontal (alturas das bordas posterior e anterior são similares e menores do que as das bordas superior e inferior);
- Valores entre -1 mm e +1 mm: forma quadrada (bordas superior, inferior, anterior e posterior são similares);
- Valores acima de +1 mm: forma retangular vertical (bordas posterior e anterior maiores que as bordas superior e inferior).

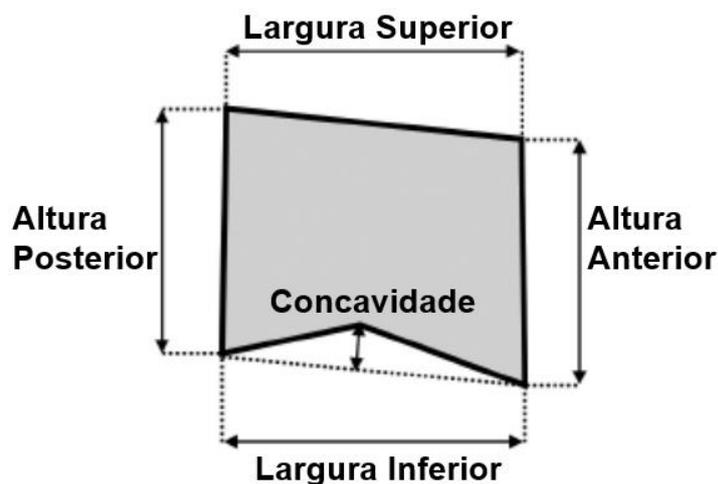


Figura 3: Diagrama das medidas vertebrais utilizadas no traçado manual. Apenas um corpo vertebral é mostrado para maior clareza. Na C2, foi medida apenas concavidade. Adaptado de Perinetti, Caprioglio e Contardo, 2014<sup>15</sup>.

## Calibragem

O pesquisador (NBFS) foi submetido a um processo de calibragem antes de iniciar os traçados das vértebras cervicais das 72 radiografias cefalométricas. Para isto, os cefalogramas foram recortados pelo cegador (AACS), de modo a abranger apenas as vértebras cervicais C2, C3 e C4, e

foram traçados pelo pesquisador (NBFS) que não fez parte da avaliação da acurácia e reprodutibilidade do IMV, conforme realizado por Gabriel et al <sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> afim de eliminar o viés de avaliação.

O pesquisador (NBFS) recebeu treinamento prévio sob supervisão do orientador (MMM), realizando um estudo piloto com 15 radiografias cefalométricas não incluídas nas 72 radiografias da amostra. As 15 radiografias foram selecionadas aleatoriamente pelo cegador (AACS), nas quais foram traçadas as vértebras C2, C3 e C4. Tanto o orientador (MMM), quanto o pesquisador (NBFS), avaliaram as mesmas radiografias em dois tempos distintos, com intervalo mínimo de duas semanas, até o alcance de uma concordância boa a excelente quando avaliados os dados intra-avaliador e inter-avaliador.

### **Determinação do IMV pelo método visual pelos avaliadores**

Para a elaboração das apresentações, o pesquisador (NBFS) escaneou as radiografias cefalométricas com 600 dpi para apresentação no formato TIF (Scanner Epson V800), o que permitiu a manutenção da alta resolução e qualidade da imagem original. As imagens foram cortadas incluindo apenas a região das vértebras C2 a C4 e eliminando qualquer informação adicional que pudesse ser um fator que gerasse qualquer tipo de indução, confusão ou distração.

Os avaliadores do trabalho determinaram o IMV apenas visualmente.

O grupo de avaliadores foi formado por 14 alunos de pós-graduação em Ortodontia, três homens e 11 mulheres, com média de idade de 30,78 (dp=9,97) anos. Destes, 10 eram alunos de especialização, um de mestrado e três de doutorado.

Para o treinamento e nivelamento dos avaliadores, foi feita uma apresentação no Power Point (Microsoft, Redmond, Washington), onde constaram informações sobre a pesquisa e instruções detalhadas sobre o IMV para o treinamento. Foi fornecido também aos avaliadores, um material

suplementar impresso para que eles pudessem consultar quando julgassem necessário (Figura 4). No final da apresentação, constavam 8 radiografias distribuídas aleatoriamente nos seis estágios de maturação vertebral, essas não estavam incluídas nas 72 radiografias de avaliação. O avaliador foi considerado nivelado quando obteve pelo menos 50% de concordância com o padrão de referência. Em dois casos foram necessários três tempos de nivelamento.

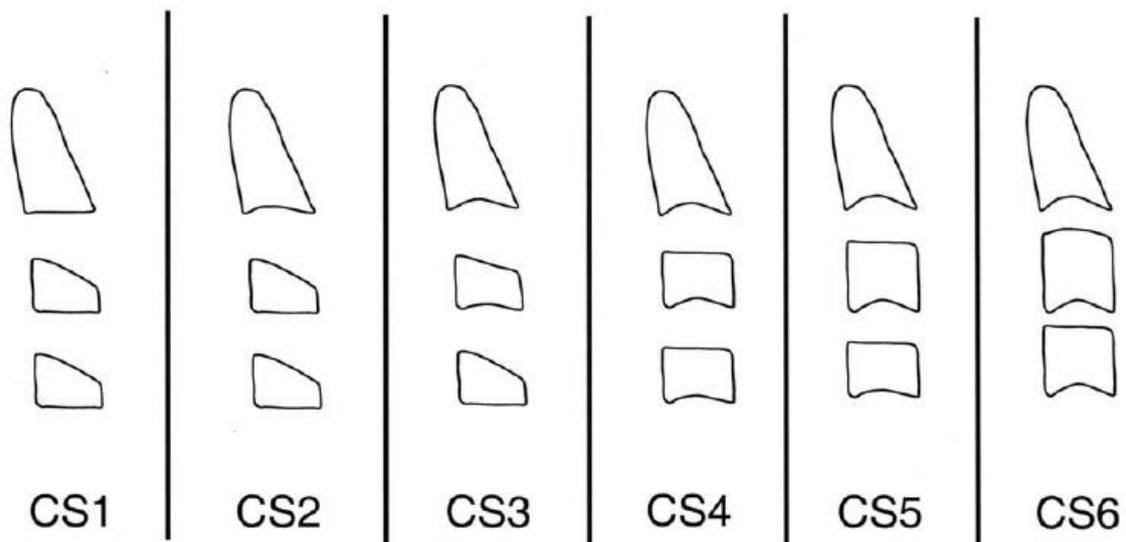


Figura 4 - Representação gráfica dos estágios do IMV. Fonte: Baccetti et.al, 2005<sup>4</sup>

Na segunda etapa, cada participante teve que avaliar os 72 casos visualmente, estando cegos em relação à classificação do padrão de referência, idade cronológica e estágio da dentição. Após avaliarem cada estágio, os participantes tiveram que responder a um questionário com quatro respostas fechadas sobre dificuldades encontradas durante a avaliação, e uma com resposta aberta na qual poderiam relatar observações. As perguntas foram:

- Teve dificuldade em observar a presença ou não de concavidade das vértebras C2, C3 e C4?;
- Teve dificuldade em observar a forma das vértebras C3 e C4?;

- Teve dificuldade em definir o estágio em relação à forma e concavidade das vértebras?;
- Não teve dificuldade?
- Observações.

Foi solicitado que os participantes avaliassem os estágios de maturação em um primeiro momento (T1) e novamente após quatro semanas (T2), sendo cada tempo dividido por um intervalo mínimo de descanso de 30 minutos.

### **Análise estatística**

Na calibragem do pesquisador (NBFS) com o orientador (MMM), os dados categóricos (concavidade e estágio) foram comparados com o Índice Kappa e os contínuos (altura posterior e anterior; largura superior e inferior) com o Índice de Correlação Intraclasse.

Para avaliação da acurácia em distinguir as formas e presença de concavidade visualmente e assim determinar o IMV em relação ao padrão de referência e para a avaliação da reprodutibilidade intra-avaliador foi utilizado o Kappa ponderado.

O Coeficiente de Kendall foi utilizado para a avaliação da reprodutibilidade inter-avaliador.

A porcentagem de concordância absoluta, bem como a porcentagem entre os tipos de desacordos também foram calculadas.

Os parâmetros descritos por Altman<sup>16</sup> foram utilizados para determinação da concordância no qual considerou-se pobre concordância valores menores que 0,20; fraca entre 0,21 e 0,40; moderada entre 0,41 e 0,60; boa entre 0,61 e 0,80; excelente entre 0,81 e 1.

Foram utilizados os programas SPSS versão 20 e MedCalc versão 17.9.7, todos utilizando o nível de significância de 0,05.

### 3 Resultados

#### Calibragem

Os resultados da calibragem entre o pesquisador (NBFS) e o orientador (MMM) estão dispostos nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Avaliação intra-avaliador das medidas vertebrais para calibragem do pesquisador (NBFS)

		Orientador T1-T2			Pesquisador T1-T2		
		r	Concordância*	p	r	Concordância*	p
<b>Concavidade</b>	<b>C2</b>	0,566	Moderada	<0,0096 <sup>a</sup>	0,648	Boa	<0,0030 <sup>a</sup>
	<b>C3</b>	0,98	Excelente	<0,0001 <sup>a</sup>	0,539	Moderada	<0,0001 <sup>a</sup>
	<b>C4</b>	0,972	Excelente	<0,0001 <sup>a</sup>	0,563	Moderada	<0,0101 <sup>a</sup>
<b>IMV</b>		0,655	Boa	<0,0001 <sup>a</sup>	0,836	Excelente	<0,0001 <sup>a</sup>
<b>C3</b>	<b>Alt. Post</b>	0,985	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,995	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Alt. Ant.</b>	0,995	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,995	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Sup</b>	0,96	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,93	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Inf</b>	0,99	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,95	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
<b>C4</b>	<b>Alt. Post</b>	0,973	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,994	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Alt. Ant.</b>	0,973	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,993	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Sup.</b>	0,944	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,947	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Inf.</b>	0,966	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,955	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>

\* Concordância avaliada segundo os critérios de Altman<sup>16</sup>; <sup>a</sup> Índice Kappa; <sup>b</sup> Índice de correlação intraclass.

Tabela 2 - Avaliação inter-avaliador das medidas vertebrais para calibragem do pesquisador (NBFS)

		T1			T2		
		Orientador e Pesquisador			Orientador e Pesquisador		
		r	Concordância*	P	r	Concordância*	p
<b>Concavidade</b>	<b>C2</b>	0,706	Boa	p=0,004 <sup>a</sup>	1	Perfeita	<0,0001 <sup>a</sup>
	<b>C3</b>	0,545	Moderada	p=0,017 <sup>a</sup>	1	Perfeita	<0,0001 <sup>a</sup>
	<b>C4</b>	1	Perfeita	<0,0001 <sup>a</sup>	1	Perfeita	<0,0001 <sup>a</sup>
<b>IMV</b>		0,588	Moderada	<0,0001 <sup>a</sup>	0,744	Boa	<0,0001 <sup>a</sup>
<b>C3</b>	<b>Alt. Post</b>	0,9873	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9957	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Alt. Ant.</b>	0,9932	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9935	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Sup</b>	0,8895	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,962	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Inf</b>	0,9398	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9613	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
<b>C4</b>	<b>Alt. Post</b>	0,9898	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9881	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Alt. Ant.</b>	0,9721	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9912	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Sup</b>	0,8519	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9578	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>
	<b>Larg. Inf</b>	0,9153	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>	0,9669	Excelente	<0,0001 <sup>b</sup>

\*Concordância avaliada segundo os critérios de Altman<sup>16</sup>; <sup>a</sup> Índice Kappa; <sup>b</sup> Índice de correlação intraclass

### Avaliação da acurácia do método IMV visual

A acurácia do método IMV visual foi realizada através da comparação das análises visuais com a análise dos traçados das vértebras (padrão de referência). Cada um dos 14 avaliadores analisou 72 radiografias em cada tempo (T1 e T2), totalizando 2016 avaliações. Os valores da concordância entre estas avaliações mostraram uma concordância boa à excelente de acordo com Altman<sup>16</sup>, variando de 0,654 a 0,773 em T1; e de 0,642 a 0,794 em T2 (tabela 3).

Tabela 3– Avaliação da acurácia do método de determinação do IMV visual em relação ao padrão de referência obtido pela avaliação do IMV por traçado de medidas vertebrais.

	T1		T2	
	Kappa ponderado	Erro padrão	Kappa ponderado	Erro padrão
1	0,763	0,047	0,721	0,050
2	0,717	0,051	0,784	0,043
3	0,717	0,049	0,721	0,049
4	0,736	0,045	0,765	0,039
5	0,716	0,051	0,794	0,040
6	0,662	0,048	0,642	0,049
7	0,730	0,045	0,710	0,048
8	0,711	0,047	0,694	0,051
9	0,720	0,044	0,694	0,048
10	0,665	0,052	0,727	0,045
11	0,654	0,047	0,710	0,044
12	0,773	0,041	0,747	0,045
13	0,697	0,046	0,683	0,054
14	0,704	0,050	0,738	0,050

Foi obtido um valor mediano de porcentagem de concordância absoluta entre os avaliadores e o padrão de referência (57,45% em T1 e 58,39% em T2). Dentre os desacordos predominou o desacordo de apenas um estágio, 72,97% e 77,24% em T1 e T2, respectivamente. As porcentagens de desacordos de mais de 1 estágio foram pequenas (Tabela 4).

Tabela 4- Porcentagem de desacordo entre os estágios do IMV determinados pelo método visual em relação ao padrão de referência obtido pela avaliação do IMV por traçado de medidas vertebrais.

	T1		T2	
	Diferença entre os estágios	Porcentagem de desacordo	Diferença entre os estágios	Porcentagem de desacordo
<b>Desacordos</b>	<b>1</b>	72,97%	<b>1</b>	77,24%
	<b>2</b>	22,13%	<b>2</b>	16,58%
	<b>3</b>	4,88%	<b>3</b>	6,17%

### Avaliação da reprodutibilidade do IMV visual

A reprodutibilidade intra-avaliador dos 14 avaliadores na determinação do IMV visual foi avaliada com o Coeficiente Kappa ponderado, que mostrou uma reprodutibilidade de boa a excelente, variando de 0,641 a 0,870 (tabela 5).

Foi obtido um bom valor de porcentagem de concordância absoluta intra-avaliadores (65,17%). Dentre os desacordos, predominou o de apenas um estágio (78,4%). As porcentagens de desacordos de mais de 1 estágio foram pequenas (Tabela 6, página 26).

Tabela 5 – Reprodutibilidade intra-avaliador na determinação do IMV visual

Avaliadores	Kappa ponderado	Erro padrão
1	0,870	0,03055
2	0,714	0,0426
3	0,795	0,03996
4	0,760	0,03999
5	0,692	0,0485
6	0,780	0,04055
7	0,821	0,03717
8	0,641	0,05292
9	0,825	0,0343
10	0,811	0,03724
11	0,836	0,03228
12	0,750	0,04676
13	0,689	0,0475
14	0,842	0,03543

Tabela 6 - Diferença entre os estágios do IMV nos desacordos intra-avaliador

Desacordos	Diferença entre os estágios	Porcentagem de desacordo
	1	78,4%
	2	20,5%
	3	1,1%

A reprodutibilidade inter-avaliador dos 14 avaliadores na determinação do IMV visual, foi avaliada com o Coeficiente de correlação de Kendall, que mostrou uma correlação de boa a excelente, variando entre 0,659 a 0,886 em T1 e entre 0,687 a 0,898 em T2 (tabela 7 e 8).

Já a porcentagem de concordância absoluta inter-avaliadores, feita através do Coeficiente de correlação de Kendall, foi baixa tanto em T1, quanto em T2 (8,33%). Dentre os desacordos predominou o de 2 estágios em T1 e de um estágio em T2, 50% e 53% respectivamente. (Tabela 9).

Tabela 7 - Avaliação da concordância inter-avaliadores em T1

Avaliadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0,785	0,786	0,839	0,779	0,836	0,854	0,82	0,829	0,797	0,817	0,799	0,745	0,829
2	0,785	1	0,805	0,759	0,728	0,74	0,76	0,753	0,736	0,735	0,752	0,784	0,735	0,734
3	0,786	0,805	1	0,828	0,783	0,828	0,768	0,78	0,804	0,814	0,813	0,801	0,671	0,788
4	0,839	0,759	0,828	1	0,791	0,854	0,828	0,818	0,84	0,769	0,812	0,796	0,705	0,835
5	0,779	0,728	0,783	0,791	1	0,836	0,792	0,719	0,771	0,723	0,785	0,725	0,668	0,741
6	0,836	0,74	0,828	0,854	0,836	1	0,842	0,792	0,85	0,809	0,886	0,758	0,711	0,81
7	0,854	0,76	0,768	0,828	0,792	0,842	1	0,816	0,799	0,856	0,833	0,774	0,715	0,849
8	0,82	0,753	0,78	0,818	0,719	0,792	0,816	1	0,797	0,748	0,771	0,77	0,739	0,785
9	0,829	0,736	0,804	0,84	0,771	0,85	0,799	0,797	1	0,792	0,818	0,819	0,751	0,819
10	0,797	0,735	0,814	0,769	0,723	0,809	0,856	0,748	0,792	1	0,839	0,747	0,68	0,856
11	0,817	0,752	0,813	0,812	0,785	0,886	0,833	0,771	0,818	0,839	1	0,762	0,659	0,813
12	0,799	0,784	0,801	0,79	0,725	0,758	0,774	0,77	0,819	0,747	0,762	1	0,766	0,811
13	0,745	0,735	0,671	0,705	0,668	0,711	0,715	0,739	0,751	0,68	0,659	0,766	1	0,73
14	0,829	0,734	0,788	0,835	0,741	0,81	0,849	0,785	0,819	0,856	0,813	0,811	0,73	1

Tabela 8- Avaliação da concordância inter-avaliadores em T2

Avaliadores	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1	1	0,859	0,802	0,792	0,826	0,809	0,857	0,739	0,859	0,86	0,851	0,864	0,88	0,845
2	0,859	1	0,796	0,84	0,804	0,824	0,796	0,769	0,861	0,861	0,857	0,83	0,807	0,819
3	0,802	0,796	1	0,785	0,791	0,822	0,763	0,721	0,831	0,774	0,858	0,79	0,769	0,871
4	0,792	0,84	0,785	1	0,834	0,85	0,818	0,824	0,841	0,876	0,862	0,812	0,821	0,796
5	0,826	0,804	0,791	0,834	1	0,782	0,832	0,792	0,813	0,832	0,817	0,813	0,83	0,82
6	0,809	0,824	0,822	0,85	0,782	1	0,783	0,776	0,738	0,836	0,886	0,979	0,799	0,804
7	0,857	0,796	0,763	0,818	0,832	0,763	1	0,754	0,834	0,869	0,83	0,858	0,848	0,795
8	0,739	0,769	0,721	0,824	0,792	0,776	0,754	1	0,772	0,782	0,771	0,77	0,767	0,687
9	0,859	0,861	0,831	0,841	0,813	0,839	0,834	0,772	1	0,845	0,898	0,843	0,833	0,829
10	0,86	0,861	0,774	0,876	0,832	0,836	0,869	0,782	0,845	1	0,857	0,872	0,84	0,796
11	0,851	0,857	0,858	0,862	0,817	0,886	0,83	0,771	0,898	0,857	1	0,851	0,838	0,857
12	0,864	0,83	0,79	0,812	0,813	0,797	0,858	0,77	0,843	0,872	0,851	1	0,825	0,772
13	0,88	0,807	0,769	0,821	0,83	0,799	0,848	0,767	0,833	0,84	0,838	0,825	1	0,821
14	0,845	0,819	0,871	0,796	0,82	0,804	0,795	0,687	0,839	0,796	0,857	0,772	0,821	1

Tabela 9 - Diferença entre os estágios do IMV nos desacordos inter-avaliadores

Desacordos	T1		T2	
	Diferença entre os estágios	Porcentagem de desacordo	Diferença entre os estágios	Porcentagem de desacordo
	1	33,3%	1	53%
	2	50%	2	36,4%
	3	16,7%	3	10,6%

### **Avaliação das dificuldades encontradas durante a avaliação (Questionário)**

Os resultados das respostas do questionário respondido pelos avaliadores estão dispostos na tabela 10.

Tabela 10 – Avaliação das respostas positivas dos avaliadores

	T1	T2
Teve dificuldade em observar a presença ou não de concavidade das vértebras C2, C3 e C4?	9	12
Teve dificuldade em observar a forma das vértebras C3 e C4?	13	13
Teve dificuldade em definir o estágio em relação à forma e concavidade das vértebras?	4	5
Não teve dificuldade?	0	0

#### 4 Discussão

O método visual do IMV vem sendo muito discutido e ainda não existe uma concordância entre os diversos estudos sobre a sua acurácia e reprodutibilidade.

A revisão sistemática conduzida por Santiago et al<sup>17</sup> em 2012 concluiu que a pergunta sobre o quão confiável é o IMV para prever o surto puberal permanece sem resposta. Embora alguns estudos indiquem que o IMV mostra boa correlação com o método de obtenção dos estágios de maturação óssea pelas radiografias de mão e punho, com níveis consideráveis de reprodutibilidade, esses não são parâmetros bons o suficiente para determinar a validade do IMV. Além disso, essas conclusões foram baseadas em seis artigos, que apontaram para um baixo nível de evidência científica. Dentre as falhas metodológicas citadas pelos autores estão a falta de randomização na seleção das radiografias, a falta de cegamento e a falta de cálculos amostrais.<sup>6,8,9,11,12</sup>

Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> também reportaram falhas metodológicas, questionando os resultados destes estudos<sup>3,6,7,8,9</sup>. Outros tipos de viés encontrados foi o pesquisador fazer parte do grupo de avaliadores<sup>3,6,7,8,9</sup>, uso de traçado na avaliação visual ao invés do uso de radiografias<sup>3,6</sup> e o número reduzido de radiografias e avaliadores<sup>3,7,10</sup>.

Os estudos de Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> foram os primeiros que tentaram eliminar alguns destes vieses e não obtiveram boa reprodutibilidade do método IMV, restando dúvidas se o método é seguro.

Esse estudo foi planejado com o objetivo de eliminar vieses dos estudos anteriores e contribuir para o melhor entendimento sobre o IMV. Desta forma, o pesquisador (NBFS) não fez parte dos avaliadores, por ser um profundo conhecedor do assunto, como realizado nos trabalhos de Gabriel et al<sup>11</sup>, Nestman et al<sup>12</sup> e Rainey et al<sup>18</sup>.

O traçado das vértebras foi utilizado apenas para a calibragem do pesquisador (NBFS), para conferência dos estágios das radiografias incluídas na amostra e para ser o padrão de referência e assim ser possível comparar com a avaliação visual dos avaliadores que a fizeram observando imagens de radiografias, aproximando a avaliação da prática clínica.

O número de avaliadores foi 14, sendo maior do que o mínimo recomendado por Obuchowski<sup>13</sup> de 10 avaliadores; e o número de radiografias avaliadas foi obtido por um cálculo amostral. Também houve a preocupação em cegar o pesquisador (NBFS) e os avaliadores para que a idade cronológica ou o estágio da oclusão não induzissem ou confundissem as avaliações. As radiografias da amostra também foram randomizadas aleatoriamente com o auxílio de uma ferramenta adequada. Desta forma, as deficiências metodológicas apontadas por Santiago et al<sup>17</sup>, Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> foram corrigidas.

Houve uma preocupação em calibrar o pesquisador (NBFS) com o orientador (MMM), avaliando 15 radiografias em dois tempos distintos, selecionadas pelo cegador (AACS). A concordância intra-avaliador do pesquisador (NBFS) variou de moderada, quando avaliada a presença de concavidade de C3 e C4, à excelente, nas demais avaliações. A concordância inter-avaliador variou de moderada à perfeita em T1 e de boa à perfeita em T2, mostrando a melhora dos resultados entre os tempos de avaliação, indicando que até para um conhecedor do assunto, como o pesquisador (NBFS) e orientador (MMM), é necessário treino para o uso do IMV.

Nesse estudo, os avaliadores foram previamente nivelados para dar validade aos resultados que seriam obtidos na avaliação seguinte das 72 radiografias. Para obter esse pleno nivelamento, alguns avaliadores fizeram até 3 sessões para compreenderem a avaliação do IMV, servindo não só para essa pesquisa, mas também para o uso clínico futuro. O trabalho de Rainey et al<sup>18</sup> também teve a preocupação em nivelar cuidadosamente os avaliadores e aplicou exercícios para calibragem e Gabriel et al<sup>11</sup> fizeram um nivelamento através de instruções antes de cada avaliação, utilizando desenho com a classificação de Baccetti ao invés de radiografias. Porém, estes autores não relataram resultados estatísticos para que pudessem ser comparados com o presente estudo. Outros estudos também tiveram a preocupação em nivelar seus avaliadores<sup>3,15,19</sup>, mas apenas citaram a existência de um treinamento prévio, sem detalhar a metodologia aplicada.

Para uma ferramenta de diagnóstico ser útil clinicamente, é preciso que ela tenha acurácia e reprodutibilidade. A maioria dos estudos no tema avaliaram a reprodutibilidade e poucos a acurácia do método.

Zhao et al<sup>19</sup> foram os primeiros que testaram a acurácia do método IMV em determinar o pico de crescimento mandibular criando um padrão de referência baseado no comprimento mandibular medido diretamente nas radiografias de uma amostra longitudinal. Esse tipo de estudo longitudinal é preferível pois minimiza as variações individuais. Porém, é uma amostra extremamente difícil de ser obtida. Zhao et al<sup>19</sup> utilizaram um banco de dados de um centro de crescimento que continha novecentas radiografias cefalométricas sequenciais e só conseguiram incluir dezoito participantes e mesmo assim não conseguiram os seis estágios para cada um da amostra, sendo uma limitação desse estudo.

A acurácia do IMV que foi avaliada no presente estudo não está relacionada à determinação do pico de crescimento mandibular como no trabalho de Zhao et al<sup>19</sup>. Nosso propósito foi saber se é possível identificar visualmente as diferenças nas formas das vértebras, a presença ou ausência de concavidade e a, a partir destas informações, identificar o estágio do IMV, comportando um estudo transversal.

A acurácia entre os avaliadores e o padrão de referência, que totalizou 2016 observações, foi boa tanto em T1 quanto em T2, sugerindo que o método IMV visual, mesmo com a subjetividade inerente a ele, tem boa acurácia. Outros trabalhos que avaliaram a validade do IMV correlacionaram os resultados com outros métodos de avaliação da maturação óssea que utilizam radiografias de mão e punho e obtiveram resultados excelentes<sup>1,2,7,8,9</sup>. Porém, esses parâmetros não são bons o suficiente para determinar a validade do método IMV<sup>17,19</sup>.

Em relação ao acordo e desacordo de estágios entre padrão de referência e os avaliadores, foi obtido um resultado mediano, já que houve uma porcentagem mediana de concordância absoluta entre os estágios estabelecidos e o padrão de referência (57,45% em T1 e 58,39% em T2). Entre os desacordos, predominou o de apenas um estágio (72,97% em T1 e 77,24% em T2, considerando apenas os desacordos). Esses resultados mostram que é possível a utilização do método IMV tanto por profissionais que são experientes quanto por outros menos experientes em relação ao IMV, desde que haja um treinamento prévio.

O fato do número de desacordos se concentrar em 1 estágio pode estar relacionado ao fato que as alterações são suaves e contínuas. O paciente simplesmente não pula de um estágio para o outro, podendo gerar confusão no momento da definição do estágio<sup>19</sup>. Outro ponto que vale ressaltar é que existem variações. Estas variações foram pouco abordadas na literatura e recentemente Perinetti et al<sup>20</sup> publicaram um trabalho ressaltando a importância em estudar estas variações e reportá-las devidamente. Felizmente, o número de exceções não é expressivo e segundo os autores, estas se concentraram no estágio IV.

Em relação à reprodutibilidade intra-avaliador, foi obtida uma reprodutibilidade boa à excelente, podendo então considerar o método IMV reprodutível.

Em alguns estudos, os valores obtidos na reprodutibilidade intra-avaliador foram considerados como moderados (Rainey et al<sup>18</sup> – 0,70 a 0,82; Zhao et al<sup>19</sup> – 0,53 a 0,86), sendo que segundo Altman<sup>16</sup>, os maiores valores

encontrados por Rainey et al<sup>18</sup> seriam considerados excelentes e por Zhao et al<sup>19</sup> de moderados à excelente. O valor da reprodutibilidade intra-avaliador encontrado por Gabriel et al<sup>10</sup> foi 0,4 a 0,8 foi considerado por eles como pobre, sendo que segundo Altman<sup>16</sup>, esses valores seriam entre razoável a excelente.

A porcentagem de concordância absoluta na avaliação da reprodutibilidade intra-avaliador foi boa (65,17%), embora inferior ao relatado por Ozer et al<sup>7</sup> que obtiveram reprodutibilidade intra-avaliador de 99,3%. Vale ressaltar que os avaliadores eram os autores do trabalho, sendo profundo conhecedores do assunto, podendo afetar o resultado da reprodutibilidade intra-avaliador como citado por Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al.<sup>12</sup>

Na avaliação da porcentagem de desacordos foi encontrado um número expressivo entre apenas um estágio (78,4%), sendo este valor maior que o encontrado por Gabriel et al<sup>11</sup> (66,37%). As diferenças entre dois e três estágios foram menos expressivas, o que também ocorreu no trabalho de Gabriel et al<sup>11</sup>, porém neste, também foi encontrada uma diferença de até quatro estágios, sendo que no presente trabalho, o máximo encontrado foi de até três estágios e que foi irrelevante (1,1%). Zhao et al<sup>19</sup> também reportaram que os desacordos foram maiores entre um estágio e os desacordos a partir de dois estágios reduziram significativamente.

Em relação a reprodutibilidade inter-avaliador, foi obtida uma correlação de boa a excelente, variando entre 0,659 a 0,886 em T1 e entre 0,687 a 0,898 em T2, sendo comprovado que o método IMV é reprodutível entre os avaliadores.

Estudos anteriores relataram grande reprodutibilidade inter-avaliador, como Uysal et al<sup>8</sup> que observaram valores entre 0,955 e 0,987 e Chang et al<sup>6</sup> entre 0,850 e 0,900. Por mais que tenham sido encontrados valores significativos e favoráveis ao uso do método IMV, deve ser lembrado que nesses estudos, foram utilizados traçados para a determinação dos estágios por uma terceira pessoa, os autores faziam parte do grupo de avaliadores e reportaram número reduzido de avaliadores.

Os estudos de Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestman et al<sup>12</sup> tentaram eliminar alguns destes vieses e obtiveram resultados inferiores. Os valores encontrados por Gabriel et al<sup>11</sup> foram 0,740 e 0,720, considerados moderados segundo Altman<sup>16</sup>, porém foi considerado como pobre pelos autores. Já no estudo de Nestman et al<sup>12</sup>, foi encontrado o valor de 0,45 para concordância inter-avaliador, sendo considerado como moderado por Altman<sup>16</sup> e pelos autores<sup>12</sup>. Os valores obtidos por Zhao et al<sup>19</sup> foram melhores, 0,831 em T1 e 0,838 em T2.

Por se tratar de um estudo com 14 avaliadores, a porcentagem de concordância absoluta entre eles em relação ao estágio de cada radiografia cefalométrica lateral foi difícil de ser obtida, sendo registrada em apenas 8,33% tanto em T1, quanto em T2, valores muito baixos quando comparados aos 98% relatados por Ozer et al<sup>7</sup>. Porém, a concordância foi realizada apenas entre dois avaliadores que eram os autores do trabalho e, portanto, profundos conhecedores sobre o assunto, podendo afetar o resultado da reprodutibilidade inter-avaliador como citado por Gabriel et al<sup>11</sup> e Nestaman et al.<sup>12</sup>. Zhao et al<sup>19</sup>, que utilizaram 11 avaliadores também encontraram valores baixos na porcentagem de concordância absoluta inter-avaliador de 39,3% em T1 e 44,9% em T2, porém, estes valores ainda foram maiores que os encontrados no presente estudo.

Na avaliação dos desacordos inter-avaliadores entre os estágios do IMV, em T1, a maioria se concentrou na diferença de dois estágios (50%), seguida de um e três estágios. No estudo de Gabriel et al<sup>11</sup>, a maior parte dos desacordos no momento inicial foi de um estágio (73,89%), seguida de dois, três e quatro estágios. Já em T2, no presente estudo, a maioria se concentrou na diferença de um estágio (53%), seguida de dois e três estágios. No estudo de Gabriel et al.<sup>11</sup> manteve-se a mesma ordem de distribuição de desacordos, porém vale ressaltar que eles também encontraram desacordo de quatro estágios e no presente estudo houve uma melhora dos resultados de T1 para T2, com aumento de desacordo de apenas um estágio, o que não ocorreu no trabalho de Gabriel et al.<sup>11</sup>

Com a aplicação do questionário ao final da apresentação das 72 radiografias, foi possível determinar mais pontualmente as maiores dificuldades encontradas pelos avaliadores durante a avaliação.

Em T1, a maior dificuldade encontrada foi em observar a forma das vértebras C3 e C4, muitos avaliadores relataram que a maior dúvida era entre as formas trapezoidal e retangular horizontal, encontrando dificuldade em determinar o estágio III ou IV, além da dúvida na determinação das formas retangular horizontal e quadrada, podendo variar o resultado do estágio entre o IV e V.

Já em T2, a dificuldade em observar a forma das vértebras C3 e C4 se manteve, porém foi relatada dificuldade em observar a presença ou não de concavidades das vértebras C2, C3 e C4.

Essas dificuldades encontradas pelos avaliadores pode ser em função das alterações que ocorrem de forma sequencial e gradual, se tornando em alguns casos de difícil distinção visual da forma vertebral ou do estabelecimento da concavidade e também devido às variações que ocorrem entre as combinações de formas e presença ou ausência de concavidades descritas por Perinetti et al<sup>2015</sup>.

Nestman et al<sup>12</sup> também aplicaram questionário com perguntas referentes a presença ou não de concavidades e em relação a forma vertebral. Encontraram uma alta concordância inter-avaliador em relação a presença de concavidade nas vértebras C2, C3 e C4, porém obtiveram baixa concordância inter-avaliador em relação a forma das vértebras C3 e C4. Esses resultados são semelhantes ao nosso estudo em relação as dificuldades em determinar a forma vertebral. Porém, divergentes em relação a presença de concavidade, pois também foi relatada como uma dificuldade em T2 no presente estudo.

O IMV se revelou um método consistente já que foi comprovado estatisticamente que as alterações de forma das vértebras, bem como a visualização das concavidades, são detectáveis visualmente, sendo possível a partir de conhecimento prévio sobre o IMV, determinar os estágios de maturação óssea de cada participante, sendo esta avaliação reprodutível.

Embora consistente, foi possível detectar que a concordância absoluta do estágio de maturação óssea foi abaixo do mínimo esperado de 75%, principalmente na avaliação inter-avaliador<sup>21</sup>. Felizmente, os desacordos se concentraram na diferença de um estágio. Logo, os resultados sugerem que a utilização do IMV na clínica ortodôntica, isoladamente, poderá nortear o clínico em relação ao padrão de maturação, mas não poderá definir com precisão qual o estágio de maturação em que o paciente se encontra. Sugere-se que outros indicadores de maturação óssea sejam utilizados em associação ao IMV quando houver necessidade de um diagnóstico mais preciso.

## 5 CONCLUSÃO

Esse estudo comprovou estatisticamente a acurácia em determinar o IMV em relação ao padrão de referência e também comprovou estatisticamente a reprodutibilidade do IMV.

Porém, embora tenha apresentado um bom valor na porcentagem de concordância absoluta intra-avaliador, mostrou resultado mediano com o padrão de referência e muito baixo na avaliação inter-avaliador, sendo indicada, além de um treinamento prévio a sua utilização, a associação de outros indicadores de maturação óssea complementares.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. San Román P, Palma JC, Oteo MD, Nevado E. Skeletal maturation determined by cervical vertebrae development. *Eur J Orthod* 2002;24(3):303–11.
2. Lamparski DG. Skeletal age assessment utilizing cervical vertebrae. *Am J Orthod*. 1975;67(4):458–9.
3. Hassel B, Farman AG. Skeletal maturation evaluation using cervical vertebrae. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1995;107(1):58–66.

4. Baccetti T, Franchi L, McNamara JA. The Cervical Vertebral Maturation (CVM) method for the assessment of optimal treatment timing in dentofacial orthopedics. *Semin Orthod*. 2005;11(3):119–29.
5. FV F. *Ortodontia. Diagnóstico e Planejamento Clínico*. São Paulo: Artes Médicas
6. Chang HP, Liao CH, Yang YH, Chang HF, Chen KC. Correlation of cervical vertebra maturation with hand-wrist maturation in children. *Kaohsiung J Med Sci*. 2001;17(1):29–35.
7. Ozer T, Kama JD, Ozer SY. A practical method for determining pubertal growth spurt. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;130(2):131.e1-6.
8. Uysal T, Ramoglu SI, Basciftci FA, Sari Z. Chronologic age and skeletal maturation of the cervical vertebrae and hand-wrist: is there a relationship? *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2006;130(5):622–8.
9. Flores-Mir C, Burgess CA, Champney M, Jensen RJ, Pitcher MR, Major PW. Correlation of skeletal maturation stages determined by cervical vertebrae and hand-wrist evaluations. *Angle Orthod* 2006;76(1):1–5.
10. Wong RWK, Alkhal HA, Rabie ABM. Use of cervical vertebral maturation to determine skeletal age. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136(4):484.e1-484.e6.
11. Gabriel DB, Southard KA, Qian F, Marshall SD, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2009;136(4):478.e1-7; discussion 478-80.
12. Nestman TS, Marshall SD, Qian F, Holton N, Franciscus RG, Southard TE. Cervical vertebrae maturation method morphologic criteria: poor reproducibility. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2011;140(2):182–8.
13. Obuchowski NA. How many observers are needed in clinical studies of medical imaging? *Am J Roentgenol* 2004;182(4):867–9.
14. Cicchetti D V, L. FJ. Comparison of the Null Distributions of Weighted Kappa and the C Ordinal Statistic. *Appl Psychol Meas*. 1977;1(2):195–201.

15. Perinetti G, Caprioglio A, Contardo L. Visual assessment of the cervical vertebral maturation stages: A study of diagnostic accuracy and repeatability. *Angle Orthod.* 2014;84(6):951–6.
16. Altman DG. *Practical Statistics for Medical Research.*; 1990.
17. Santiago RC, De Miranda Costa LF, Vitral RWF, Fraga MR, Bolognese AM, Maia LC. Cervical vertebral maturation as a biologic indicator of skeletal maturity: A systematic review. *Angle Orthod.* 2012;82(6):1123–31.
18. Rainey BJ, Burnside G, Harrison JE. Reliability of cervical vertebral maturation staging. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2016;150(1):98–104.
19. Zhao XG, Lin J, Jiang JH, Wang Q, Hong SNG. Validity and reliability of a method for assessment of cervical vertebral maturation. *Angle Orthod.* 2012;82(2):229–34.
20. Perinetti G, Bianchet A, Franchi L, Contardo L. Cervical vertebral maturation: An objective and transparent code staging system applied to a 6-year longitudinal investigation. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2017;151(5):898–906.
21. Stemler SE. A comparison of consensus, consistency, and measurement approaches to estimating interrater reliability. *Pract Assess Res Eval.* 2004;9(4):1–19.

**Anexo A****UFF - HOSPITAL  
UNIIVERSITÁRIO ANTÔNIO  
PEDRO / FACULDADE DE****PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP****DADOS DO PROJETO DE PESQUISA**

**Título da Pesquisa:** Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de maturação vertebral por alunos de pós-graduação

**Pesquisador:** Mariana Martins e Martins

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 62127816.6.0000.5243

**Instituição Proponente:** Faculdade de odontologia

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

**DADOS DO PARECER**

**Número do Parecer:** 1.878.052

**Apresentação do Projeto:**

A avaliação da maturação esquelética é importante, pois cada indivíduo tem um ritmo específico de crescimento e desenvolvimento. A identificação precisa da maturidade esquelética do paciente é de grande importância clínica, pois revela, com exatidão, a melhor época para iniciar o tratamento ortodôntico de forma eficaz, principalmente em casos que é necessária a utilização de mecânicas ortopédicas ou são previstas cirurgias ortognáticas. O Índice de Maturação Vertebral (IMV) é um método baseado em alterações de tamanho e forma das vértebras cervicais. Houve um aumento do interesse sobre o assunto nas últimas décadas como indicador biológico da maturação esquelética, por ser um método que a análise da maturação das vértebras cervicais é realizada no cefalograma lateral, usado rotineiramente no diagnóstico ortodôntico e com isso, não há necessidade de solicitar ao paciente uma nova radiografia para avaliação da maturação esquelética, que seria a radiografia de mão e punho. Os profissionais precisam ter um treinamento do método para sua utilização, o que de fato acontece nos cursos de pós-graduação em Ortodontia, mas persistem dúvidas se estas avaliações possuem acurácia e são reprodutíveis para que possam ser utilizadas isoladamente na determinação do estágio de maturação óssea que é tão importante para o plano de tratamento ortodôntico. Desta forma, o objetivo desse trabalho será verificar a acurácia e reprodutibilidade desta avaliação visual em alunos de pós-graduação em Ortodontia utilizando uma metodologia que evite tendências, excluindo o autor da avaliação e utilizando um grupo com treinamento no método para nivelamento. Já que dois estudos prévios reportaram essas falhas metodológicas questionando a validade do IMV.

**Endereço:** Rua Marquês de Paraná, 303 4º Andar **CEP:** 24.030-210 **Bairro:** Centro

**UF:** RJ **Município:** NITEROI **Telefone:** (21)2629-9189 **Fax:** (21)2629-9189 **E-mail:** [etica@vm.uff.br](mailto:etica@vm.uff.br)

**Objetivo da Pesquisa:**

Objetivo Primário:

Verificar a acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual do Índice de Maturação Vertebral (IMV) por alunos de pós-graduação em Ortodontia.

Objetivo Secundário:

Determinar: a concordância entre cada avaliador e o padrão de referência; a concordância intra-examinador; a concordância inter-examinador; as percentagens médias de desacordo inter-examinador de um estágio, de dois estágios e de três estágios de acordo com cada fase do IMV para ambas as sessões.

**Avaliação dos Riscos e Benefícios:**

Riscos:

A pesquisa não traz riscos ou desvantagens para os pacientes, pois as radiografias que serão utilizadas fazem parte do arquivo do curso de especialização em Ortodontia de pacientes que já terminaram o tratamento ortodôntico e que tiveram que realizar estes exames à época para o diagnóstico e elaboração do plano de tratamento ortodôntico. O único risco seria o vazamento dos dados, que será controlado pelo sigilo de todas as informações referentes ao trabalho até a conclusão do mesmo. Em relação aos avaliadores, também será controlado o sigilo de todas as informações referentes ao trabalho até a conclusão do mesmo, reservando o anonimato dos avaliadores. Porém existe o risco mínimo de vazamento dos dados da pesquisa.

Benefícios:

A vantagem da realização dessa pesquisa é avaliar se o IMV é um método válido para avaliação da maturidade esquelética, sendo confiável e reprodutível, por alunos de pós-graduação em Ortodontia. Caso não seja encontrado o resultado esperado, essa pesquisa contribuiria para que fosse feito maior treinamento dos alunos e a implementação de recursos adicionais para a determinação do estágio de maturação óssea, contribuindo significativamente na elaboração de planos de tratamentos ortodônticos baseados no real estágio de maturação óssea do paciente.

**Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:**

Este projeto se refere ao cumprimento de pendências descritas no parecer nº1.854.224 de 07/12/2016.

Pendência 1. Descrever no TCLE os riscos ou desconfortos da pesquisa.

Pendência cumprida.

Pendência 2. Justificar adequadamente o pedido de dispensa do TCLE para os proprietários das radiografias visto que, segundo os pesquisadores, alguns ainda estão em tratamento e por tanto, acessíveis.

Pendência cumprida.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os documentos obrigatórios ao cumprimento de pendência foram apresentados

**Recomendações:**

----

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendência.

**Endereço:** Rua Marquês de Paraná, 303 4º Andar **CEP:** 24.030-210 **Bairro:** Centro

**UF:** RJ **Município:** NITERÓI **Telefone:** (21)2629-9189 **Fax:** (21)2629-9189 **E-mail:** [etica@vm.uff.br](mailto:etica@vm.uff.br)

**Considerações Finais a critério do CEP:**

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_794332.pdf	09/12/2016 09:24:37		Aceito
Recurso Anexado pelo Pesquisador	RESPOSTAAOPARECERCONSUBSTANCIADO.pdf	09/12/2016 09:24:02	Mariana Martins e Martins	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de	TCLEalterado.pdf	09/12/2016 09:22:13	Mariana Martins e Martins	Aceito

Continuação do Parecer: 1.878.052

Ausência	TCLEalterado.pdf	09/12/2016 09:22:13	Mariana Martins e Martins	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetodePesquisaalterado.pdf	09/12/2016 09:21:46	Mariana Martins e Martins	Aceito
Folha de Rosto	Folhaderosto.pdf	29/09/2016 11:08:25	Nathalia Blanco Ferreiro dos Santos	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

NITEROI, 18 de Dezembro de 2016

---

**Assinado por:**  
**ROSANGELA ARRABAL THOMAZ**  
**(Coordenador)**

## Anexo B

  
**SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE**  
**FACULDADE DE ODONTOLOGIA**  
**CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ORTODONTIA**

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

**Título do Projeto: Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de maturação vertebral por alunos de pós-graduação.**

Pesquisador Responsável: MARIANA MARTINS E MARTINS Telefones: (21) 2622-1621 - (21) 2629-9823  
 Pesquisador Assistente: NATHALIA BLANCO FERREIRO DOS SANTOS Telefones: (21) 998795586  
 Pesquisador Assistente: ADRIANA DE ALCANTARA CURY SARAMAGO Telefone: (21) 2622-1621

Instituição a que pertencem os Pesquisadores: UNIVERSIDADE FEDERAL FLUMINENSE;  
 email para contato: [martins-mm@hotmail.com/nathiblanco@hotmail.com](mailto:martins-mm@hotmail.com/nathiblanco@hotmail.com) / [adrianacury@id.uff.br](mailto:adrianacury@id.uff.br)

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

O(A) Sr. (ª) está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa **“Acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual dos estágios de maturação vertebral por alunos de pós-graduação”**, de responsabilidade da Professora Mariana Martins e Martins

**Objetivo do estudo:** Verificar a acurácia e reprodutibilidade da avaliação visual do Índice de Maturação Vertebral (IMV) por alunos de pós-graduação em Ortodontia.

**Procedimentos:** Sua participação nesta pesquisa consistirá na avaliação dos estágios de maturação vertebral (IMV) à partir de radiografias previamente selecionadas, além do preenchimento de um questionário que será composto de quatro respostas objetivas para assinalar o nível de dificuldade encontrado durante a avaliação dos estágios de maturação das vértebras cervicais.

**Benefícios:** A vantagem da realização dessa pesquisa é avaliar se o IMV é um método válido para avaliação da maturidade esquelética, sendo confiável e reprodutível, por alunos de pós-graduação em Ortodontia, contribuindo significativamente na elaboração de planos de tratamentos ortodônticos baseados no real estágio de maturação óssea do paciente.

**Riscos:** Será controlado o sigilo de todas as informações referentes ao trabalho até a conclusão do mesmo, reservando o anonimato dos avaliadores. Porém existe o risco mínimo de vazamento dos dados da pesquisa.

**Sigilo:** As informações fornecidas por você terão sua privacidade garantida pelos pesquisadores responsáveis. Os sujeitos da pesquisa não serão identificados em nenhum momento, mesmo quando os resultados desta pesquisa forem divulgados em qualquer forma.

**Desistência:** Caso queira desistir de sua participação na pesquisa basta comparecer às dependências da Disciplina de Ortodontia da Faculdade de Odontologia da UFF ou entrar em contato com um dos pesquisadores por email ou telefone que estaremos à disposição.

A participação é **voluntária** e este consentimento poderá ser retirado em qualquer tempo. Assim, a sua participação na pesquisa não é obrigatória e a não participação não implica em prejuízo algum.

Os participantes de pesquisa, e comunidade em geral, poderão entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina/Hospital Universitário Antônio Pedro, para obter informações específicas sobre a aprovação deste projeto ou demais informações: E.mail: [etica@vm.uff.br](mailto:etica@vm.uff.br) / Tel/fax: (21) 26299189

Eu, \_\_\_\_\_, RG nº \_\_\_\_\_-\_\_\_\_, declaro ter sido informado(a) e concordo em participar, como voluntário(a), no projeto de pesquisa acima descrito.

Niterói, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
 Nome do participante voluntário

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do participante voluntário

\_\_\_\_\_  
 Nome do responsável por obter o consentimento

\_\_\_\_\_  
 Assinatura do responsável por obter o consentimento

\_\_\_\_\_  
 Nome da Testemunha

\_\_\_\_\_  
 Assinatura da Testemunha