

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Vanessa Koltermann Sartori

**ACURÁCIA DO ÍNDICE DE MATURIDADE DO
TERCEIRO MOLAR (I_{3M}) PARA O DIAGNÓSTICO DA
MAIORIDADE LEGAL EM JOVENS BRASILEIROS DA
REGIÃO SUL**

Passo Fundo

2024

Vanessa Koltermann Sartori

**ACURÁCIA DO ÍNDICE DE MATURIDADE DO
TERCEIRO MOLAR (I_{3M}) PARA O DIAGNÓSTICO DA
MAIORIDADE LEGAL EM JOVENS BRASILEIROS DA
REGIÃO SUL**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Curso de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Doutora em Odontologia – Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do Prof. Dr. João Paulo De Carli e co-orientação do Prof. Dr. Ademir Franco do Rosário Júnior.

Passo Fundo

2024

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Folha reservada para
Ficha catalográfica

BIOGRAFIA DO AUTOR

Vanessa Koltermann Sartori.

Vanessa Koltermann Sartori: nascida em São Borja no dia 19/12/1991, formada em Odontologia pela Faculdade Especializada na Área da Saúde do Rio Grande do Sul (2018), possui Mestrado em Clínica Odontológica pela Universidade de Passo Fundo (2021), atualmente Colaboradora do SESC – São Borja, realizando atendimentos odontológicos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por esta oportunidade de desenvolver esta atividade e assim poder contribuir com a ciência e a sociedade.

Aos professores João Paulo De Carli e Ademir Franco do Rosário Júnior, pela paciência, ajuda, aprendizado e conhecimento a mim repassados, possibilitando meu crescimento profissional.

À minha família, que me apoiou, proporcionou e auxiliou ao longo deste caminho para que eu chegasse até aqui.

Aos amigos e colegas que fiz durante este período de aprendizado.

À UPF, por oferecer e possibilitar o programa de pós-graduação.

E à Capes pela bolsa e auxílio financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE QUADROS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT.....	14
1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
2.1. Odontologia Legal.....	19
2.2. Estimativa de idade e diagnóstico da maioridade	21
2.3. Avaliação do desenvolvimento dos terceiros molares na estimativa de idade e diagnóstico da maioridade	24
3. PROPOSIÇÃO.....	42
4. MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1. Aspectos éticos, delineamento do estudo e amostra a ser utilizada	44
4.2. Aplicação do Método de Cameriere (2008) (I_{3M}).....	45
4.3. Critérios de inclusão e exclusão na amostra.....	47
4.3.1. Critérios de inclusão.....	47
4.3.2. Critérios de exclusão	47
4.4. Análise estatística.....	48
4.4.1. Tabulação dos dados	48
4.4.2. Treinamento e calibração dos examinadores.....	48

4.4.3. Comparação entre idade cronológica e diagnóstico da maioridade.....	49
5 RESULTADOS	51
6 DISCUSSÃO	58
7 CONCLUSÕES	63
REFERÊNCIAS	64
ANEXO	73
ARTIGO SUBMETIDO*.....	76

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1 - Imagem ilustrativa das medidas realizadas para aplicação do método de Cameriere (2008).....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 2 - Esquema de tabulação dos dados obtidos dos prontuários dos pacientes, a partir da aplicação do método de Cameriere (2008).....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 3 – Gráfico representativo da relação entre valor de I_{3M} (eixo X) e probabilidade dos pacientes apresentarem mais de 18 anos de idade (eixo Y).....</i>	<i>53</i>
<i>Figura 4 – Demonstra respectivamente para os sexos masculino e feminino, e apenas feminino, as curvas “sensibilidade X especificidade” e “valor de corte de I_{3M} X sensibilidade e especificidade”.....</i>	<i>57</i>
<i>Figura 5 – Demonstra respectivamente para os sexos masculino e feminino, e apenas feminino, as curvas “sensibilidade X especificidade” e “valor de corte de I_{3M} X sensibilidade e especificidade”.....</i>	<i>64</i>
<i>Figura 6 – Comparação das curvas obtidas para a população em geral com o ponto de corte de 0,08.....</i>	<i>59</i>

LISTA DE QUADROS

<i>Quadro 1 – Resumo dos estudos de estimativa de idade em humanos por meio da análise dentária em radiografias que utilizaram o terceiro molar.....</i>	<i>32</i>
<i>Quadro 2 – Resumo dos estudos de diagnóstico da maioridade em humanos por meio do método I_{3M}.....</i>	<i>41</i>
<i>Quadro 3 – Distribuição da amostra estudada quanto às faixas etárias.....</i>	<i>50</i>
<i>Quadro 4 – Distribuição dos valores de I_{3M} na população estudada.....</i>	<i>52</i>
<i>Quadro 5 - Correlação entre I_{3M} e a idade na amostra estudada.....</i>	<i>53</i>
<i>Quadro 6 - Correlação entre valores de I_{3M} e a idade estratificados por sexo dos pacientes.....</i>	<i>54</i>
<i>Quadro 7 – Exatidão (ACC), sensibilidade (SENS), especificidade (SPEC), área sob a curva (AUC) a partir da análise do ponto de corte original de I_{3M} proposto por Cameriere (2008) nos sexos feminino e masculino (0,08 – linhas amarelas) e a partir do ponto de corte proposto por Goetten et al. (2022) para o sexo feminino (0,12 – linha verde).....</i>	<i>56</i>
<i>Quadro 8 – Valores obtidos com ponto de corte geral para a população estudada (0,08) e pontos de corte instituídos para o sexo feminino (0,13) e masculino (0,06).....</i>	<i>58</i>

LISTA DE ABREVIATURAS

UPF – Universidade de Passo Fundo

I_{3M} - Índice de maturidade do terceiro molar

ROC - *Receiver Operating Characteristic*

ACC – Acurácia

3°M - 3º Molar Inferior Esquerdo (elemento 38)

SEN – Sensibilidade

SPE - Especificidade

AUC – Área sob a curva

CO – Curso de Odontologia

JPEG - *Joint photographics experts group*

3MIE – Terceiro molar Inferior Esquerdo

V. K. S. – Vanessa Koltermann Sartori

L. C. D. – Letícia Copatti Dogenski

ICC - *Intraclass correlation coeficiente*

J – Índice de Youden

F – Feminino

M – Masculino

RESUMO¹

As inúmeras técnicas para identificar a idade adulta exigem pesquisas que testem a precisão de cada método em diferentes populações. Este estudo verificou a acurácia do índice de maturidade de terceiros molares (I3M) proposto por Cameriere et al. (2008) para diagnóstico da maioridade em uma amostra populacional do Sul do Brasil. Foram analisadas radiografias panorâmicas de pacientes com elemento dentário 38 atendidos na Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (UPF), RS, Brasil. Os pacientes foram separados em faixas etárias entre 15,00 e 22,99 anos. O Cameriere et al. (2008) foi aplicado a cada radiografia. A amostra do estudo foi composta por 671 indivíduos, sendo 385 mulheres (idade média $19,67 \pm 2,05$) e 286 homens (idade média $19,5 \pm 2,11$). O valor de corte original de $I3M \leq 0,08$ classificou indivíduos menores e maiores de 18 anos. A plotagem da curva ROC resultou em uma precisão geral de 0,69 e 0,84 para mulheres e homens, respectivamente. O valor de corte mais favorável para os homens do sul do Brasil foi de 0,06, e as mulheres apresentaram melhores resultados com um I3M ajustado para 0,13. Os novos valores de corte produziram uma precisão de 0,78 para mulheres e 0,84 para homens. Apesar da técnica de Cameriere et al. (2008) foi aplicável, o valor de corte original proposto para o I3M (0,08) não foi o mais adequado para a amostra de indivíduos estudada. Assim, sugerem-se ajustes do índice para 0,13 para

¹ Identificação do autor

Palavras – chave: Terceiro Molar; Radiografia Panorâmica; Estimativa de Idade; Odontologia Legal; Imputabilidade.

ABSTRACT²

The numerous techniques for identifying adulthood require research testing the accuracy of each method in different populations. This study verified the accuracy of the third molar maturity index (I_{3M}) proposed by Cameriere *et al.* (2008) for diagnosing the age of majority in a southern Brazilian population sample. Panoramic radiographs of patients with dental element 38 treated at the School of Dentistry of the University of Passo Fundo (UPF), RS, Brazil, were analyzed. The patients were separated into age groups between 15.00 and 22.99 years. The Cameriere *et al.* (2008) method was applied to each radiograph. The study sample comprised 671 individuals, with 385 women (mean age 19.67 ± 2.05) and 286 men (mean age 19.5 ± 2.11). The original cut-off value of $I_{3M} \leq 0.08$ classified individuals younger and older than 18 years. ROC curve plotting resulted in an overall accuracy of 0.69 and 0.84 for women and men, respectively. The most favorable cut-off value for southern Brazilian men was 0.06, and women showed better results with an I_{3M} adjusted to 0.13. The new cut-off values produced an accuracy of 0.78 for women and 0.84 for men. Despite the technique by Cameriere *et al.* (2008) was applicable, the original cutoff value proposed for the I_{3M} (0.08) was not the most appropriate for the sample of individuals studied. Thus, index adjustments to 0.13 for females and 0.06 for males are

² Title (título em inglês)

suggested to improve the performance of the method among South Brazilian individuals.

Keywords: Third Molar; Panoramic X-ray; Age Estimation; Forensic Dentistry; Accountability.

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico da maioridade torna-se fundamental na esfera civil, sendo comumente aplicado em casos de adoção (GIBELLI; DE ANGELIS; CATTANEO, 2015), pedidos de asilo de refugiados (KARKHANIS; MACK; FRANKLIN, 2014) e ausência ou falsidade de registro civil (ALQAHTANI *et al.*, 2017), visto que a legislação brasileira estabelece os direitos e deveres civis de acordo com os períodos etários. Já no âmbito criminal, frequentemente se aplica em casos de criminosos que alegam ser menores de dezoito anos e em casos de crimes contra crianças e adolescentes, estupro, aborto, homicídio, tráfico e roubo (SCHMIDT, 2004).

Diagnosticar a maioridade com finalidade forense pode se tornar extremamente relevante pelas implicações legais (SANTIAGO *et al.*, 2018) e questões migratórias (ZELIC *et al.*, 2016). Por isso, estudos prévios sugerem que os métodos devam possuir padrões específicos para cada população, buscando-se maior precisão de resultados (KVAAL *et al.*, 1995, LIMA; CUNHA; FUJITA, 2022).

A formação dos elementos dentários é constituída por estágios de mineralização conforme as fases de desenvolvimento humano. Tais estágios são precisos ao diagnosticar a idade na infância, período em que

os dentes estão em pleno desenvolvimento. No entanto, essa precisão tende a diminuir à medida que o dente conclui sua mineralização. Assim, para o diagnóstico da maioridade no período da juventude, estudos apontam a utilização do terceiro molar, visto que este dente apresenta estágios de mineralização mais tardios em relação aos demais (KURITA *et al.*, 2007; BUCHAIM; ISSA, 2018).

O método proposto por Cameriere *et al.* (2008) analisa o cerramento dos ápices radiculares do terceiro molar inferior esquerdo (dente 38) de cada indivíduo e define o índice de maturidade do terceiro molar (I_{3M}). Vários estudos envolvendo populações de diferentes ancestralidades foram realizados no mundo e alguns no Brasil utilizando o método de Cameriere *et al.* (2008) como proposta de ferramenta para estimativa da maioridade. Em nosso país chama a atenção o estudo de Nóbrega *et al.* (2019), que avaliou a aplicabilidade do I_{3M} para estimar a maioridade em uma amostra da população de 14 a 23 anos do Nordeste Brasileiro, utilizando 394 radiografias panorâmicas. A classificação etária foi considerada correta em 80,2% da amostra, sem diferença de acurácia entre os sexos e, segundo os autores, o Índice de Maturação do Terceiro Molar pode distinguir com precisão a idade dos adolescentes e adultos jovens da população estudada (acurácia geral de 80,8%). Por outro lado, Goetten *et al.* (2022) analisaram 1.070 radiografias panorâmicas através do I_{3M} , em pacientes com idades entre 16 e 22 anos do Norte do Brasil, e obtiveram uma acurácia de 73,1% para mulheres e 80% para homens. Tais autores concluíram que, para homens do Norte do Brasil, o melhor valor de corte do I_{3M} permaneceu 0,08, enquanto para mulheres, um ajuste para 0,12 mostrou melhores resultados. O novo valor de corte levou a uma acurácia de 98,5% para o sexo feminino.

Tendo em vista o anteriormente exposto, justifica-se o estudo realizado, uma vez que não foi aplicado até o momento o método de Cameriere *et al.* (2008) para diagnóstico da maioria da população sul-brasileira, sendo importante comprovar a acurácia da referida ferramenta em tal região geográfica, bem como a aplicação do valor de corte original proposto por Cameriere *et al.* ($I_{3M} \leq 0,08$).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Odontologia Legal

Odontologia Legal ou Odontologia Forense é um ramo da Odontologia que envolve a aplicação da ciência odontológica para a identificação de restos humanos desconhecidos. Trabalha com a comparação de dados *ante mortem* e dados *post mortem*, sendo o principal método utilizado para a identificação de vítimas em casos de desastres em massa, podendo desempenhar um papel básico na identificação de indivíduos que não podem ser identificados por métodos de rotina (CHOI *et al.*, 2018).

A Odontologia Legal ganha destaque desde o século XX, devido ao auxílio fornecido na identificação humana em casos que envolvam a área do Direito (LÓPEZ-LAZARO *et al.*, 2018). Além disso, os aspectos anatômicos presentes no sistema estomatognático podem ser um fator preponderante para a diferenciação e análises de indivíduos *ante* e *post-mortem* (DUANGTO *et al.*, 2018).

As áreas de competência para a atuação do especialista em Odontologia Legal incluem: identificação humana; perícia em foro civil,

criminal e trabalhista; perícia em área administrativa; perícia, avaliação e planejamento em infortunistica; tanatologia forense; elaboração de autos, laudos e pareceres, relatórios e atestados; traumatologia odontolegal; balística forense; perícia logística no vivo, no morto, íntegro ou em suas partes fragmentadas; perícias em vestígios correlatos, inclusive de manchas ou líquidos oriundos da cavidade bucal ou nela presentes; exames por imagem para fins periciais; deontologia odontológica; orientação odontolegal para o exercício profissional e exames por imagens para fins odontolegais (PERES *et al.*, 2007).

Segundo o Conselho Federal de Odontologia (Resolução CFO-87, de 26 de maio de 2009), compete apenas ao cirurgião-dentista emitir laudo conclusivo quanto à capacidade ou incapacidade laboral. A junta odontológica oficial, sempre que julgar necessário, pode solicitar pareceres de cirurgiões-dentistas especialistas, ou mesmo de profissionais de outras áreas para esclarecimentos de diagnósticos, para opinar em assuntos de suas competências ou para fundamentar laudos odontopericiais.

Nos humanos o diagnóstico da maioridade é realizado por vários motivos. Em indivíduos mortos (cadáveres), esse diagnóstico é realizado em situações de homicídio, corpos mutilados, vítimas de catástrofes em massa, incêndios, acidentes de viação, infanticídios, entre outros. Já em indivíduos vivos é de particular importância no apuramento de responsabilidade criminal, em casos de rapto, emprego, casamento, adoção, imigração ilegal, nascimentos prematuros, violações, maloclusões ortodônticas e quando a data de nascimento do indivíduo não está disponível e há suspeitas de falsos testemunhos em relação à mesma (CUNHA *et al.*, 2009).

2.2. Estimativa de idade e diagnóstico da maioridade

O aumento da violência urbana no cenário mundial, envolvendo principalmente traumas dentomaxilofaciais, evidencia o papel da Odontologia Legal, pois esta contribui para a justiça devido à importância do conhecimento técnico e científico (VALENTE *et al.*, 2018).

Devido essa grande demanda de identificação de cadáveres por parte civil e criminal, os arcos dentários estão se tornando um valioso meio de identificação, essencialmente pela variedade de informações a serem reunidas, porém esse processo pode ser falho, exigindo métodos mais específicos para determinar a identidade de um indivíduo (CASTRO *et al.*, 2018).

A determinação ou estimativa da idade é um dos principais objetivos periciais na prática investigacional dos Institutos de Medicina Legal, no processo de identificação positiva de um indivíduo, estando ele vivo ou morto (cadáver recente ou restos esqueletizados), terminado ou não o desenvolvimento dental (BOSMANS *et al.*, 2005).

É importante ter em consideração o sexo do indivíduo, o seu *status* socioeconômico, a etnia, alterações hormonais, nutricionais (a desnutrição atrasa a erupção), patologias diversas e em concreto, doenças e extrações dentais que influenciam o desenvolvimento dos dentes, de forma a conseguir uma mais precisa avaliação da idade, embora os elementos dentais sejam menos suscetíveis a esse tipo de alterações (RAMANAN *et al.*, 2012).

A estimativa da idade cronológica de um indivíduo baseia-se na estimativa e quantificação dos eventos que ocorrem durante o crescimento e o desenvolvimento, uma vez que são processos biológicos que apresentam uma sequência constante, iniciando-se em ambiente fetal e

decorrendo, mais ou menos, até à segunda década de vida (MAIA *et al.*, 2010).

Definir a idade de um indivíduo requer abordagem multidisciplinar que envolve a medicina forense, odontologia forense, radiologia e antropologia (AZEVEDO *et al.*, 2015). Para indivíduos vivos, a estimativa de idade pode ajudar as pessoas em relação à adoção, crimes contra menores, pornografia infantil, asilo, questões cíveis, quando faltam documentos de identificação, em casos de pensão alimentícia e até aposentadoria (APAYDIN e YASAR, 2018).

A história de vida de um indivíduo pode ser dividida em quatro fases distintas baseadas no desenvolvimento e mudanças degenerativas que o caracterizam: pré-natal, criança, juvenil e adulto. A estimativa da idade à morte em cada uma destas fases se assenta na inspeção de vários eventos que têm lugar durante cada fase específica (YAGAR; LOTH; WRIGHT, 1984).

O principal problema na avaliação da estimativa da idade à morte prende-se com a natureza da senescência humana, caracterizada por uma acumulação de distúrbios metabólicos. A senescência individual é determinada por um conjunto complexo de interações em curso (genes, cultura, ambiente). A variação do processo de envelhecimento biológico tem efeitos profundos na avaliação da idade à morte. Assim, a relação entre a idade biológica e a idade cronológica não é constante nem linear, o que aumenta a dificuldade em estimar a idade (ZIOUPOS *et al.*, 2014).

Apesar de haver estudos consagrados sobre o diagnóstico da maioridade, há autores que relatam que os métodos não são tão confiáveis quanto se espera, em virtude das diferenças de populações estudadas nas pesquisas (LOPES; OLIVEIRA, 2011).

A maioria das pesquisas são realizadas em dois grupos distintos: em crianças ou em adultos e possuem mais acurácia no primeiro grupo pois, quanto mais dentes estiverem presentes na cavidade bucal e em diferentes estágios de desenvolvimento, maior é o número de dados disponíveis para a análise da idade e mais fiel será a idade estimada (MEINL *et al.*, 2007). Os indivíduos adultos já concluíram o desenvolvimento dos dentes e apresentam discrepância maior entre a idade biológica e a cronológica (CUNHA *et al.*, 2009).

No entanto, poucos estudos abordaram a zona de transição entre adolescentes e jovens adultos, ou seja, indivíduos maiores de 18 anos que já possuem maioridade penal. Isso é surpreendente, já que, em lei criminal existe a necessidade de separar o juvenil do adulto em *status* para indivíduos sem documentação de idade (GUNST *et al.*, 2003).

Na zona de transição, faixa que abrange adolescentes e jovens adultos, por volta dos 18 anos de idade, os terceiros molares, por estarem ainda em desenvolvimento, fornecem subsídios para o diagnóstico da maioridade, já que os outros elementos da dentição permanente estão plenamente desenvolvidos e apresentam-se com formação radicular completa e mostram-se com os ápices fechados (DHANJAL; BHARDWAJ; LIVERSIDGE, 2006).

Quando presentes, os terceiros molares oferecem a única possibilidade dentária de estimativa de idade e diagnóstico da maioridade na faixa etária aproximada entre 16 e 22 anos de idade. Além da identificação de restos mortais, a análise do desenvolvimento dos terceiros molares pode ser útil na identificação de indivíduos vivos, mais precisamente na determinação da probabilidade de um indivíduo já ter

atingido uma idade criminalmente imputável, principalmente por ser o último dente a se formar e irromper (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A idade dentária é muito confiável no ramo das ciências forenses, pois é menos afetada por doenças endócrinas ou variações nutricionais do que outras referências morfológicas. Normalmente os métodos utilizados para estimar a idade dentária se baseiam nas características dos dentes em desenvolvimento e, posteriormente, em alterações regressivas, como abrasão, deposição de dentina secundária, reabsorção radicular. Desse modo as mudanças de desenvolvimento juntamente com as mudanças regressivas nos dentes se relacionam com a idade cronológica (MAZZILLI *et al.*, 2018).

2.3. Avaliação do desenvolvimento dos terceiros molares na estimativa de idade e diagnóstico da maioridade

Um dos principais critérios para a avaliação da idade dentária é a avaliação da mineralização molar (OLZE *et al.*, 2004). O terceiro molar é de particular interesse porque é o último e mais variável dente da dentição. Ao contrário de outros dentes, ele não está formado completamente até a puberdade (JUNG; CHO, 2014). Como o desenvolvimento do terceiro molar leva um longo período de tempo, pode ser usado como uma medida para a estimativa da idade cronológica numa vasta gama de idade (JAFARI *et al.*, 2012).

Os terceiros molares são os dentes mais frequentemente afetados por agenesia e impacção. De acordo com a literatura, a prevalência de impacção é de 17 a 32%, sendo quase idêntico para os terceiros molares superiores e inferiores. Na maior parte dos estudos, a prevalência de terceiros molares retidos é de 20 a 30%, significativamente maior nas mulheres (BEGTRUP *et al.*, 2012). O terceiro molar é um dente

caracterizado por variabilidade no tempo da sua formação, pela grande variação morfológica de coroa e raiz e pela variação de presença ou ausência na cavidade oral (ALAM *et al.*, 2014).

Diversos fatores, intrínsecos ou extrínsecos, são apontados pela possibilidade de interferência no desenvolvimento dentário. Assim, Shour & Massler (1941) relataram que a cronologia de erupção dentária sofre interferências de fatores como etnia, sexo, nutrição, condições locais e sistêmicas. Nicodemo, Morais e Medici (1974) observaram que a hereditariedade, o clima e a alimentação são fatores que interferem na cronologia da mineralização dos dentes. Por sua vez, Cornélio Neto (2000) afirmou que para estimar a idade do indivíduo, métodos que se baseiam na cronologia da mineralização dos dentes são mais confiáveis, pois sofrem pouca interferência dos fatores que alteram a cronologia da erupção dentária. Sendo assim, a mineralização dos terceiros molares é um aspecto mais confiável de ser avaliado, quando comparado à cronologia de erupção de tais dentes.

Dentre os diferentes métodos para estimar a idade baseados na classificação por estágios de desenvolvimento dos terceiros molares visualizados nas imagens radiográficas, destaca-se o método de Köhler (1994). Partindo da proposta de Gleiser e Hunt (1955), originalmente com 17 estágios, o método do autor se utiliza de uma tabela dos estágios de desenvolvimento dental que vai do número 1 ao 10, sendo que os três (3) primeiros estágios avaliam o grau de calcificação da coroa e os sete (7) restantes o grau de calcificação da raiz.

Mincer *et al.* (1993) avaliaram a precisão da estimativa da idade cronológica através do estágio de desenvolvimento dos terceiros molares visualizado radiograficamente. A amostra total foi de 823 casos,

composta por 80% de sujeitos da cor branca e com idades variando entre 14 e 24 anos. Os autores utilizaram radiografias panorâmicas (74%) e periapicais (26%). Para a avaliação do grau de desenvolvimento de todos os terceiros molares presentes foram utilizados os estágios preconizados por Demirjian *et al.* (1973). A média de erro encontrada entre as idades reais e as idades estimadas foi de 1,6 anos quando qualquer terceiro molar foi usado, a qual diminuiu para 1,5 anos quando avaliado um terceiro molar de cada arco dentário.

Cornélio Neto (2000) estudou a estimativa de idade a partir dos terceiros molares, avaliando 211 radiografias panorâmicas pertencentes a indivíduos de idades entre 5 e 22 anos que estavam sob tratamento ortodôntico. O estudo gerou uma equação para estimar a idade de cada um dos terceiros molares pertencentes por sexo. O autor concluiu que a mineralização dentária dos terceiros molares no sexo masculino é mais precoce em relação ao feminino e a arcada superior em relação à inferior, sendo o elemento 18 o mais precoce em ambos os sexos.

A partir do método de Köhler (1994), Mesotten *et al.* (2002) desenvolveram um estudo piloto no qual fizeram a correlação entre a idade cronológica e os estágios de desenvolvimento dos terceiros molares. A amostra foi composta por 1.175 radiografias panorâmicas de indivíduos caucasianos, com idades entre 16 e 22 anos. Os autores constataram que a formação do terceiro molar superior antecedeu à do inferior e que o final do processo de formação completo ocorria primeiramente nos homens e depois nas mulheres. Revelou-se então que a idade cronológica de indivíduos caucasianos pode ser estimada por meio de fórmulas de

regressão, com desvio-padrão de 1,52 anos para homens e de 1,73 anos para mulheres.

Posteriormente, Gunst *et al.* (2003) realizaram estudo semelhante utilizando-se do mesmo método, com uma amostra de 2.513 radiografias panorâmicas de homens e mulheres com idades entre 15,7 e 23 anos. Como resultados, observaram que a idade de uma pessoa belga, quando presentes todos os terceiros molares, pode ser estimada com base em fórmulas de regressão com um desvio-padrão de 1,49 anos para homens e de 1,50 anos para mulheres, respectivamente. Além disso, 96,3% dos homens e 95,1% das mulheres com o terceiro molar com formação concluída tinham mais que 18 anos. Concluíram assim que o uso dos terceiros molares era adequado como marcador de desenvolvimento.

Olze *et al.* (2004) analisaram a validade de cinco diferentes sistemas de classificação dos estágios de desenvolvimento dos terceiros molares. Para isso, avaliaram 230 radiografias panorâmicas convencionais de mulheres alemãs com idade entre 12 e 25 anos. O estágio de mineralização do dente 38 foi determinado por meio dos sistemas definidos por Gleiser e Hunt (1955), Demirjian *et al.* (1973), e Gustafson e Koch (1974), respectivamente. Dos métodos testados, o sistema proposto por Demirjian *et al.* (1973) forneceu os resultados de maior acurácia. Posto isto, conclui-se que os estágios de avaliação da mineralização de terceiros molares definidos por Demirjian *et al.* (1973) podem ser adotados para determinação da idade pelas ciências forenses.

Bhat e Kamath (2007) investigaram as mudanças ao longo do desenvolvimento dos terceiros molares inferiores através do método de Kullman *et al.* (1992) aplicado em radiografias periapicais, o qual analisa

a raiz dos terceiros molares. Participaram da amostra 346 indivíduos do sexo feminino e 389 do sexo masculino, com idades entre 15 e 25 anos, pertencentes a uma população do sul da Índia. Uma forte correlação foi encontrada entre a idade cronológica e o desenvolvimento dos terceiros molares ($r=0,75$, $p<0,001$). Segundo os autores, embora os terceiros molares possam apresentar diversas variações que dificultam a aplicação de técnicas de estimativa da idade, são escassos os métodos que podem ser aplicados para sujeitos no início da fase adulta; desse modo, os terceiros molares tornam-se grandes aliados na busca pela idade real.

Para identificar as diferenças no padrão de desenvolvimento de terceiros molares entre diferentes populações, de diferentes áreas geográficas e origens étnicas, Martin-de las Heras *et al.* (2008) compararam radiografias panorâmicas de duas populações de origem espanhola (Galícia e Ceuta), contra radiografias de uma população magrebiana (Magrebia, região noroeste da África) residente em província espanhola (Ceuta). Além disso, avaliaram a capacidade do método de estimativa da idade identificar indivíduos com 18 anos ou mais. A amostra foi constituída por 576 radiografias panorâmicas convencionais de indivíduos com idade variando de 14 a 22 anos. O estágio de desenvolvimento dos terceiros molares foi avaliado de acordo com o método de Demirjian *et al.* (1973), com base em oito etapas (A-H) de formação dos dentes, e os resultados indicaram que esta técnica pode ser considerada um bom indicador da idade para as três populações. Diferenças nos padrões de maturação foram encontradas entre os sexos e entre as populações de diferentes origens. A mineralização do dente 38 nos indivíduos com 18 anos ou mais foi significativamente mais lenta na população espanhola de Galícia quando comparada à população

magrebiana. Não foram encontradas diferenças significativas entre os magrebianos e os espanhóis residentes em Ceuta. Concluiu-se que as diferenças de mineralização dos dentes, podem estar mais relacionadas com as condições sócio-geográficas do que com a origem étnica (ancestralidade) e, portanto, constituem prova da relevância sócio-geográfica em vez de fatores genéticos no desenvolvimento de terceiros molares.

Em estudo realizado no nordeste brasileiro, Araújo *et al.* (2010) avaliaram a associação entre idade cronológica e mineralização de terceiros molares em uma amostra populacional de João Pessoa, PB, utilizando a classificação proposta por Demirjian (1973). Foram analisadas 173 radiografias de pacientes entre 5,5 e 21 anos de idade, obtidas num período de seis meses, em um serviço privado de radiologia odontológica. Para análise, ajustou-se um modelo de regressão linear múltipla, considerando a idade como variável resposta. Como resultados, tanto o sexo quanto o estágio de calcificação estiveram significativamente associados com as idades dos pacientes. Entre dois estágios consecutivos, o aumento médio da idade variou 16 meses. Os autores salientaram que a avaliação das calcificações dos terceiros molares pode ser ferramenta auxiliar útil no estudo da idade cronológica.

Oliveira *et al.* (2012) avaliaram o estado de mineralização dos terceiros molares inferiores em um estudo no Brasil (Bauru, São Paulo). Foram avaliadas 407 radiografias panorâmicas de homens e mulheres utilizando uma adaptação do método de Demirjian. Os resultados indicaram uma forte correlação entre a idade cronológica e a mineralização dos terceiros molares inferiores. Também apontaram que a geração moderna brasileira tende a demonstrar uma mineralização do

terceiro molar inferior mais precoce do que a geração mais velha e pessoas de outras nacionalidades. Os homens atingiram estágios de desenvolvimento ligeiramente mais cedo do que as mulheres, mas as diferenças não foram significativas entre os sexos. A probabilidade de que um indivíduo com mineralização molar em fase H tenha atingido uma idade de 18 anos ou mais foi de 96,8 e 98,6% para homens e mulheres, respectivamente.

Em adultos jovens brasileiros, foi realizado um trabalho por Lopez *et al.* (2013), cujo objetivo foi estimar a idade através da análise dos estágios de desenvolvimento dos terceiros molares em 659 radiografias panorâmicas pertencentes a indivíduos com idades entre 15 e 22 anos no Brasil (São Paulo). Duas técnicas foram utilizadas: a técnica de Gleiser e Hunt (1955) modificada por Köhler *et al.* (1994) e os estágios estabelecidos por Demirjian *et al.* (1973). O estudo revelou uma subestimativa das idades em torno de 6 meses, ao aplicar os dois métodos, e uma diferença da estimativa entre o sexo feminino e masculino. Os métodos avaliados neste estudo foram considerados adequados para estimar a idade de adultos jovens brasileiros, contudo o método Demirjian *et al.* (1973) foi mais reprodutível.

Gundim *et al.* (2014) realizaram um estudo no interior do Estado de Goiás (GO-Brasil) para avaliar a relação entre o estágio de desenvolvimento dos terceiros molares inferiores e a idade cronológica de indivíduos, utilizando o método de Nolla. Para esta avaliação, a amostra foi constituída por 120 radiografias panorâmicas de pacientes entre 5 e 22 anos, atendidos na Clínica Escola do Curso de Odontologia do Centro Universitário de Anápolis, sendo 60 do sexo feminino e 60 do sexo masculino. O resultado deste estudo demonstrou uma relação linear

entre a idade cronológica e o estágio de desenvolvimento dos terceiros molares inferiores, sendo importante frisar que não houve diferenças na idade inicial e final de desenvolvimento dos terceiros molares, em ambos os sexos.

Sartori *et al.* (2021) analisaram 1.062 radiografias panorâmicas de pacientes atendidos na Faculdade de Odontologia da UPF (sul-brasileiros) com idades entre 15,00 e 23,99 anos. Para tanto, foi aplicada uma das fórmulas propostas por Gunst *et al.* (2003) para cada radiografia panorâmica escolhida com base no sexo do paciente e no número de terceiros molares. Foi encontrado que os erros médios mais próximos de zero são vistos nas faixas etárias de 18-18,9 e 17-17,9 anos, respectivamente. A curva ROC mostrou que a análise de um único terceiro molar para estimativa de idade confere no máximo 70,4% de confiabilidade. Assim, os autores concluíram que o método de Gunst *et al.* (2003) é aplicável para estimativa da maioridade da população sul-brasileira.

Veras *et al.* (2021) avaliaram a confiabilidade do método proposto por Cornélio Neto (2000) para estimar a idade cronológica humana por meio da mineralização dos terceiros molares. Foram utilizadas 150 radiografias panorâmicas de indivíduos (Paraíba, Brasil) de ambos os sexos, com faixa etária entre 15 e 22 anos e que possuísem, pelo menos, um dos terceiros molares. Os estágios de mineralização de cada elemento presente nas radiografias foram analisados de acordo com a classificação de Nicodemo, Moraes e Médici Filho (1974) e adaptada por Cornélio Neto (2000). Os autores notaram que o dente com maior taxa de concordância foi o 18, no sexo masculino, e o 38 e 48 no sexo feminino, e concluíram que o método pode ser usado como exame

complementar para estimar a idade real de um indivíduo, mas que necessita-se de outros métodos que corroborem com a estimativa de idade.

O Quadro 1 apresenta uma compilação, em ordem cronológica, dos estudos que avaliaram o tema estimativa de idade por meio da observação dos terceiros molares em radiografias odontológicas.

Quadro 1 – Resumo dos estudos de estimativa de idade em humanos por meio da análise dentária em radiografias que utilizaram o terceiro molar.

Autor(es)	Método utilizado	Dentes utilizados	N Radiografias panorâmicas	Idade	País/Nacionalidade	Efetividade
Nicodemo (1974)	Nicodemo (1974)	3º Molar	215	5–25 anos	Brasil	Sim
Kohler (1994)	Gleiser e Hunt (1955)	3º Molar	938	15-25 anos	Alemanha	Sim
Mincer (1994)	Demirjian (1973)	3º Molar	823	14-24 anos	Americanos	Sim
Cornélio Neto (2000)	Nicodemo (1974)	3º Molar	211	5 – 22 anos	Brasil (SP)	Sim
Villershaus Loffler,	Demirjian (1973)	3º Molar	1.202	15–24 anos	Europa central	Sim

Schulze (2001)						
Mesotten (2002)	Kohler (1994)	3º Molar	1.175	16– 22 anos	Caucasianos	Sim
Gunst (2003)	Kohler (1994)	3º Molar	2.513	15– 23 anos	Bélgica	Sim
Olze (2004)	Demirjian (1973)	3º Molar	1.437	12– 25 anos	Alemanha	Sim
Bhat e Kamath (2007)	Kullman <i>et al.</i> (1992)	3º Molar inferior	735	15-25 Anos	Índia	Sim
Cameriere (2008)	Fase “H” Demirjian (1973)	3º Molar	906	14 – 23 Anos	Caucasiano	Sim
Martin-de Ass Heras (2010)	Demirjian (1973)	3º Molar	576	14– 22 Anos	Espanha	Sim
Araújo (2010)	Demirjian (1973)	3º Molar	173	5–21 Anos	Brasil (PB)	Sim
Thevissen <i>et al.</i> (2010)	Gleiser e Hunt (1955)	3º Molar	6.982	16 – 22 Anos	Bélgica, China, Japão, Coréia, Polônia, Tailândia, Turquia, Arábia Saudita e Índia	Sim
Oliveira (2012)	Demirjian (1973)	3º Molar inferior	407	6–25 Anos	Brasil (SP)	Sim

Lopez <i>et al.</i> (2013)	Gleiser e Hunt (1955) e Demirjian (1973)	3º Molar	659	15-22 Anos	Brasil (SP)	Sim
Gundim (2014)	Nolla (1960)	3º Molar	120	5–22 Anos	Brasil (GO)	Sim
Qing (2014)	Demirjian (1973)	3º Molar	2.192	8 – 25 anos	China	Sim
Deitos <i>et al.</i> (2015)	Cameriere <i>et al.</i> (2008)	3º Molar	444	14-22 anos	Brasil (SP e DF)	Sim
Zelic <i>et al.</i> (2016)	Cameriere <i>et al.</i> (2008)	3º Molar	598	13-24 anos	Sérvia	Sim
Franklin <i>et al.</i> (2016)	Cameriere <i>et al.</i> (2008)	3º Molar	143	14-22 anos	Austrália	Sim
Cavrić <i>et al.</i> (2016)	Cameriere <i>et al.</i> (2008)	3º Molar	1294	13-23 anos	Botswana	Sim
Lizarbe <i>et al.</i> (2017)	Demirjian (1973)	3º Molar	208	14-22 anos	Peru	Sim
AlQahtan	Cameriere <i>et al.</i>	3º Molar	300	14-22 anos	Arábia Saudita	Sim

<i>et al.</i> (2017)	(2008)					
Balla <i>et al.</i> (2017)	Cameriere <i>et al.</i> (2008)	3º Molar	216	14-21 Anos	Índia	Sim
Sartori <i>et al.</i> (2021)	Gunst <i>et al.</i> (2003)	3º Molar	1062	15- 22,99 anos	Brasil (RS)	Sim
Veras <i>et al.</i> (2021)	Cornélio Neto (2000)	3º Molar	150	15-22 Anos	Brasil (PB)	Sim

Fonte: adaptado de Sartori *et al.* (2021)

2.3.1. Diagnóstico da maioria a partir do índice de maturidade dos terceiros molares

O método de Cameriere (2008) analisa os ápices radiculares do 3º Molar Inferior Esquerdo (elemento 38) e define o índice de maturidade do terceiro molar (I_{3M}): se o 3ºM tem o desenvolvimento radicular completo, ou seja, ápice radicular completamente fechado, então $I_{3M}=0$; se não, o I_{3M} é avaliado como a soma das distâncias entre os lados internos dos dois ápices abertos (A+B) dividido pelo comprimento do dente (C). Estas medidas são normalizadas por meio da divisão pelo comprimento do dente $[(A+B)/C]$ pois se leva em consideração o efeito de possíveis diferenças na ampliação e angulação entre radiografias. De acordo com Cameriere, o valor limiar estabelecido para

o I_{3M} é 0,08, significando que um indivíduo é considerado com 18 anos ou mais se o $I_{3M} < 0,08$.

Deitos *et al.* (2015) verificaram o método de Cameriere *et al.* (2008) no Brasil (São Paulo e Brasília) para utilização de tal ferramenta como preditora de um indivíduo maior ou menor de 18 anos de idade. Ao analisar 444 radiografias panorâmicas, obtiveram sensibilidade de 78,3%, especificidade de 85,1% e classificação correta de 87%. Os autores concluíram que o método é adequado para estimar a idade adulta para fins forenses nas regiões brasileiras estudadas, embora também recomendem uma combinação de métodos disponíveis para aumentar a precisão do método.

Zelic *et al.* (2016), mais recentemente, verificaram o I_{3M} na população Sérvia utilizando-se de uma amostra de 598 radiografias panorâmicas de indivíduos com faixa etária entre 13 e 24 anos. Os resultados demonstraram alta sensibilidade (96% e 86%) e especificidade (94% e 98%) em homens e mulheres, respectivamente. A proporção de indivíduos corretamente classificados quanto à maioridade foi de 95% para os homens e 91% para as mulheres. Dessa forma, o I_{3M} também foi recomendado na população sérvia devido à alta precisão.

A acurácia do Índice de Maturidade do Terceiro Molar ($I_{3M} = 0,08$) na Austrália para prever a idade adulta (18 anos) foi testada a partir de 143 radiografias panorâmicas digitais de indivíduos australianos vivos (72 meninos e 71 meninas) com idades entre 14 e 22 anos. Os resultados demonstram sensibilidade de 90% nos meninos e meninas, e especificidade de 85% e 87%, respectivamente, para meninos e meninas,

tendo sido o I_{3M} recomendado para aplicação forense em australianos (FRANKLIN *et al.*, 2016).

Cavrić *et al.* (2016) usaram o I_{3M} para distinguir entre adultos ou menores de 18 anos, em 1.294 africanos negros de 13 a 23 anos de idade, de Gaborone, Botswana. Não houve diferença estatisticamente significativa no desenvolvimento do terceiro molar entre os sexos ($p>0,05$). A acurácia do método foi de 91% nos homens e 92% nas mulheres. A sensibilidade foi de 88% nos homens e 88% nas mulheres, enquanto a especificidade foi de 94% nos homens e 96% nas mulheres. Os resultados indicaram grande precisão ao I_{3M} , que surge como alternativa útil na prática legal e forense para discriminar maioridade em indivíduos de origem negra africana.

Na população peruana, quem testou o valor do ponto de corte de 0,08 para o I_{3M} foram Lizarbe *et al.* (2017), enquanto compararam com a acurácia dos estágios de Demirjian, Goldstein e Tanner (1973) para estimar a maioridade nas 208 radiografias panorâmicas digitais que constituíram a amostra do estudo. Todas as radiografias foram realizadas no ano de 2015 e pertenciam a indivíduos com faixa etária de 14 a 22 anos. Apenas os estágios G e H foram práticos para classificar os indivíduos em adultos ou menores de idade, e o $I_{3M}<0,08$ apresentou o melhor desempenho em ambos os sexos. Os valores de acurácia, sensibilidade e especificidade do I_{3M} foram 96%, 96%, 96% e 90%, 84% e 95% para homens e mulheres, respectivamente. O valor do ponto de corte específico do índice de maturidade do terceiro molar se mostrou mais preciso na discriminação de adultos e menores na população peruana, sendo indicado seu uso.

AlQahtani *et al.* (2017) procuraram avaliar o valor do ponto de corte do desenvolvimento do terceiro molar para a idade legal de 18 anos na população saudita usando o I_{3M} proposto por Cameriere *et al.* (2008). Observaram 300 radiografias panorâmicas de indivíduos saudáveis com idade de 14 a 22 anos e aplicaram o I_{3M} no elemento 38 em cada uma delas. Com valor de corte igual a 0,08, a sensibilidade foi de 51,7% e a especificidade de 98,5%. Houve mineralização precoce nos homens, exceto quando I_{3M} variou de 0,0 a 0,4 e de 0,9 a 1,7. Concluiu-se que o método é adequado para avaliar a obtenção da maioridade na população saudita e o valor de corte a ser usado é semelhante ao utilizado nas outras populações.

Balla *et al.* (2017) analisaram a utilidade do índice de maturidade do terceiro molar ($I_{3M} < 0,08$) para discriminar adultos (≥ 18 anos) e juvenis (< 18 anos) numa população do sul da Índia. Foram analisadas 216 radiografias panorâmicas de indivíduos vivos com idade entre 14 e 21 anos e foi observada alta sensibilidade (83,3% e 90,2%) e especificidade (98,3% e 95,1%) para ambos os sexos. A probabilidade estimada pós-teste foi de 98,0% nas mulheres e 94,8% nos homens, sendo recomendado o valor de corte específico de $I_{3M} < 0,08$ como ferramenta útil na classificação de indivíduos que estão em torno de 18 anos de idade no sul da Índia.

Chu *et al.* (2018) utilizaram o índice de maturidade do terceiro molar (I_{3M}) com valor de corte de $I_{3M} = 0,08$, estabelecido por Cameriere *et al.* em 2008, para distinguir se um indivíduo é menor ou adulto (≥ 18 anos de idade) em uma população do norte da China. Analisaram 840 radiografias digitais de 420 homens e 420 mulheres com idades entre 12

e 25 anos. Os autores constataram que aumentando o valor do I_{3M} para 0,10 obtiveram melhor precisão na discriminação por idade tanto em homens quanto em mulheres. Esse limiar resultou em alta sensibilidade (0,929 e 0,809) e especificidade (0,940 e 0,973) em homens e mulheres, respectivamente.

Nóbrega *et al.* (2019) avaliaram a aplicabilidade do I_{3M} , originalmente proposto por Cameriere *et al.* (2008), para estimar a maioridade em uma amostra da população de 14 a 23 anos do Nordeste Brasileiro, utilizando 394 radiografias panorâmicas. O ponto de corte originalmente proposto para o índice I_{3M} (0,08) apresentou sensibilidade de 88,4% e especificidade de 73,2%, com acurácia (área sob a curva ROC) de 80,8% (IC95%: 76,4–85,3%). O método estimou com precisão 73,7% dos casos correspondentes a “18 anos ou mais” e 88,1% dos casos “menores de 18 anos” ($p=0$). Entre os sexos, a taxa de classificação etária correta do método foi de 84,3% para o sexo masculino e 76,6% para o feminino, sem

diferença estatisticamente significativa. A classificação etária foi considerada correta em 80,2% da amostra. Segundo os autores, o I_{3M} pode distinguir com precisão a idade dos adolescentes e adultos jovens da população estudada.

Thilak *et al.* (2021) analisaram o I_{3M} em uma população indiana de Goa, avaliando 542 radiografias panorâmicas de indivíduos com idade entre 14 e 24 anos. Os autores concluíram que a idade cronológica aumenta à medida que o I_{3M} diminui e não encontraram evidência de dimorfismos sexual no desenvolvimento dos terceiros molares,

recomendando assim a utilização do I_{3M} para avaliação da idade legal na população indiana de Goa.

Goetten *et al.* (2022) realizaram o primeiro estudo a avaliar o I_{3M} em uma população do Norte do Brasil e a testar a acurácia diagnóstica do método para distinguir entre menores e adultos. Os autores analisaram 1.070 radiografias panorâmicas, dentre as quais 595 pertencentes a mulheres e 475 a homens, com idades entre 16 e 22 anos. Quando utilizaram o valor de corte original de 0,08, encontram uma acurácia global do método, de 73,1% para as mulheres, 80% para os homens, e de 76,1% para a amostra combinada. Os autores realizaram um ajuste no valor de corte para 0,12 nas mulheres e obtiveram resultados mais favoráveis. Este novo valor de corte levou a uma acurácia de 98,5% para o sexo feminino. Dessa maneira, os autores incentivam ajustes no valor de corte para melhorar o desempenho do método entre as mulheres.

O Quadro 2 apresenta uma compilação, em ordem cronológica, dos estudos que avaliaram o tema diagnóstico da maioridade por meio do I_{3M} .

Quadro 2 – Resumo dos estudos de diagnóstico da maioridade em humanos por meio do método I_{3M} .

Autor (es)	N (radiografias)	Idade	País/Nacionalidade	Efetividade
Deitos <i>et al.</i> , (2015)	444	5 –25 anos	Brasil (São Paulo e Brasília)	Sim
Zelic <i>et al.</i> , (2016)	598	13-24 anos	Sérvia	Sim

Franklin <i>et al.</i> , (2016)	143	14-22 anos	Austrália	Sim
Cavrić <i>et al.</i> (2016)	1.294	13-23 anos	Botswana	Sim
Lizarbe <i>et al.</i> (2017)	208	14-22 anos	Peru	Sim
AlQahtani <i>et al.</i> (2017)	300	14-22 anos	Arábia Saudita	Sim
Balla <i>et al.</i> (2017)	216	14-21 anos	Sul da Índia	Sim
Chu <i>et al.</i> (2018)	840	12-25 anos	Norte da China	Sim
Nóbrega <i>et al.</i> (2019)	394	14-23 anos	Nordeste do Brasil	Sim
Thilak <i>et al.</i> (2021)	542	14-24 anos	Goa (índia)	Sim
Goetten <i>et al.</i> (2022)	1070	16-22 anos	Norte do Brasil	Sim

Fonte: autores.

3. PROPOSIÇÃO

Objetivo Geral

Avaliar a aplicabilidade do método de Cameriere *et al.* (2008) e acurácia do Índice de Maturidade do Terceiro Molar (I_{3M}) para diagnóstico da maioridade de uma amostra de indivíduos do sul do Brasil, a partir de imagens de radiografias panorâmicas.

Objetivos Específicos

- Aplicar o método de Cameriere *et al.* (2008) utilizando o valor de corte original $I_{3M} \leq 0,08$ para homens e mulheres do sul do Brasil, a fim de avaliar a exatidão do método e possível dimorfismo;

- Testar na população feminina estudada o valor de corte de I_{3M} proposto por Goetten *et al.* (2022) ($\leq 0,12$), se necessário;

- Através de modelos de regressão logística, determinar valores de corte de I_{3M} específicos para os indivíduos da população estudada, se for o caso;

- Para cada valor de corte instituído, determinar as medidas de desempenho sensibilidade (SEN), especificidade (SPE), exatidão (ACC) e área sob a curva (AUC).

Hipótese em estudo: Esta análise busca confirmar a hipótese de que o método proposto por Cameriere *et al.* (2008) é aplicável à população sul-brasileira para diagnóstico da maioridade e que o valor de corte original de $I_{3M} \leq 0,08$ é o mais adequado para diagnosticar a idade adulta nestes indivíduos.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Aspectos éticos, delineamento do estudo e amostra utilizada

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Passo Fundo (parecer número 3.688.526). Caracteriza-se como um estudo radiográfico observacional transversal analítico de todas as radiografias panorâmicas selecionadas a partir dos prontuários de pacientes que frequentam/frequentaram o Curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (CO/UPF) buscando tratamento odontológico no período de 2016 a 2022. Além da seleção das radiografias panorâmicas, foi realizado um levantamento retrospectivo dos seguintes dados nos prontuários dos pacientes: data de nascimento, sexo e data da obtenção das radiografias.

Os pacientes foram separados em blocos de idades entre 15,00 e 22,99 anos. Para cada radiografia foi aplicado o método de Cameriere (2008) a fim de verificar o I_{3M} do terceiro molar inferior esquerdo (dente 38), tendo-se como parâmetro $I_{3M} \leq 0,08$ para indivíduos com 18 anos ou mais.

As radiografias foram adquiridas por um aparelho Eagle Digital™ (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP – Brasil). A amostra foi

selecionada por conveniência e todas as imagens radiográficas foram exportadas para formato de arquivo de extensão JPEG (*joint photographic experts group*). Após, foram salvas em alta resolução em um computador, organizadas em pastas e exportadas para o *software* de edição de imagem Adobe® Photoshop® CC (PS®CC). Em seguida, o arquivo de imagem foi aberto e ampliado pelo *software* e, quando necessário, foram ajustados o brilho, o contraste e o *zoom* para melhor visualização. Antes de analisar as radiografias, foram removidas todas as indicações de sexo e idade dos pacientes, sendo as imagens arquivadas por meio de novos números de registro.

4.2. Aplicação do Método de Cameriere (2008) (I_{3M})

Levando-se em conta que a maioridade no Brasil ocorre aos 18 anos, foi aplicado na amostra o método de Cameriere (CAMERIERE *et al.*, 2008), baseado na análise dos ápices do terceiro molar inferior esquerdo – 38 (3MIE) e definindo o índice de maturidade do terceiro molar (I_{3M}). Assim, se o 3MIE apresentasse desenvolvimento radicular completo (ápice totalmente fechado), o I_{3M} seria considerado igual a zero; caso contrário, o I_{3M} seria calculado pela soma das distâncias entre as paredes internas dos dois ápices abertos (A+B), dividido pelo comprimento do dente (C), conforme demonstrado na Figura 1. Conforme estudo de Cameriere (2008), o valor limite de I_{3M} é 0,08, ou seja, indivíduos com $I_{3M} \leq 0,08$ apresentam 18 anos ou mais, ao passo que indivíduos com $I_{3M} > 0,08$ possuem menos do que 18 anos. As medidas realizadas são normalizadas por meio da divisão pelo comprimento do dente pois se leva em consideração o efeito de possíveis diferenças na ampliação e angulação entre radiografias.

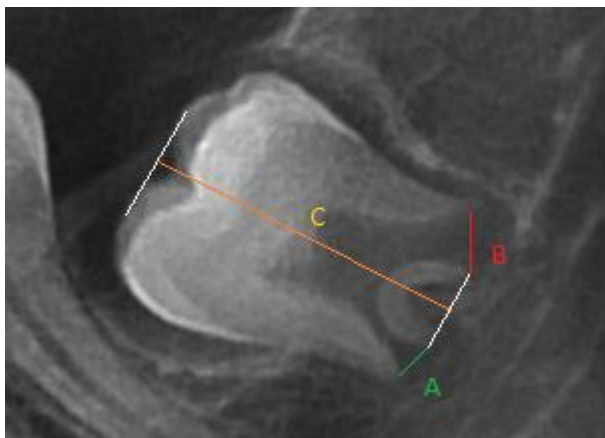


Figura 1 – Imagem ilustrativa das medidas realizadas para aplicação do método de Cameriere (2008). Notar as medidas utilizadas: soma das distâncias entre os lados internos dos dois ápices abertos (A + B) dividida pelo comprimento do dente (C).

Para realizar as medições, utilizou-se um arquivo de imagem no software (<File-Open>), após os ajustes e ampliações necessários. Na barra de ferramentas do PS[®] CC foi selecionada a ferramenta régua para realizar as medidas do lado interno do ápice aberto das raízes mesial e distal do 3MIE. Para medir o comprimento do dente, selecionou-se a ferramenta caneta, delimitando-se duas linhas, uma superior – tangente às duas cúspides mais superiores - e outra inferior – tangente ao limite inferior das paredes das raízes formadoras da furca, mesial e distal. Após, por meio da ferramenta régua, foi mensurado o comprimento que tem como limite os pontos médios das linhas traçadas. Para utilizar as ferramentas deve-se clicar com o *mouse* nos pontos selecionados do

dente, sendo que as medidas eram visualizadas no painel superior, com a unidade de medida desejada. Quando o dente não possuísse furca, era mensurada a distância entre o lado interno das paredes externas das raízes mesial e distal, que também servia de base para o comprimento.

4.3. Critérios de inclusão e exclusão na amostra

4.3.1. Critérios de inclusão

Foram incluídas no presente estudo apenas radiografias panorâmicas de pacientes com idade entre 15,00 e 22,99 anos que haviam realizado ou estivessem realizando tratamento no Curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo entre 2016 e 2022, e que apresentassem o elemento dentário 38 com posicionamento favorável para a medição dos parâmetros utilizados no método de Cameriere (2008).

4.3.2. Critérios de exclusão

Radiografias panorâmicas com baixa qualidade, incluindo erros na aquisição ou processamento de imagens; agenesia do elemento 38, lesões ósseas evidentes; distúrbios de desenvolvimento; informações ausentes acerca do sexo, data de nascimento ou data da aquisição da imagem.

4.4. Análise estatística

4.4.1. Tabulação dos dados

Os dados coletados foram tabulados em planilha do Microsoft Excel™, conforme Figura 2.

	A	B	C	D	E
1					Cameriere (I3m)
2	Paciente	Nascimento	Data rad	Sexo 1/2	38
3	1	05/02/2001	23/08/2019	1	0,09
4	2	...	...	...	...
5	3	...	...	...	...
6	4	...	...	...	...
7					

Figura 2. Esquema de tabulação dos dados obtidos dos prontuários dos pacientes, a partir da aplicação do método de Cameriere (2008) (Fonte: Autores)

4.4.2. Treinamento e calibração dos examinadores

Dois examinadores foram submetidos a um período de treinamento acerca da técnica de Cameriere (2008), conforme as orientações metodológicas. Posteriormente, a observadora 1 (V.K.S.) e a observadora 2 (L.C.D.) avaliaram 10% das radiografias da amostra para I_{3M}, selecionados por amostragem aleatória simples, abrangendo todas as idades dos pacientes da amostra final. Foram realizados testes de concordância intraobservador (ICC 0,99) e interobservador (ICC 0,98) (ICC - *intraclass correlation coefficient*). As duas avaliações realizadas pela observadora 1 tiveram um intervalo de 45 dias.

4.4.3. Comparação entre idade cronológica e diagnóstico da maioridade

Este estudo, classificado como observacional transversal analítico se utilizou de dados primários extraídos de 671 radiografias panorâmicas pertencentes a um grupo populacional, relacionado a uma variável de exposição quantitativa contínua (I_{3M}), tendo como variável de desfecho a idade. A amostra do estudo consiste em 385 mulheres (média de idade $19,67 \pm 2,05$) e 286 homens (média de idade $19,5 \pm 2,11$), o que permite notar uma homogeneidade de idade dos sujeitos analisados.

A amostra aleatória composta por indivíduos de 15 a 22,99 anos foi estratificada em blocos, conforme Quadro 3.

Quadro 3 – Distribuição da amostra estudada quanto às faixas etárias

Faixas etárias	Feminino	Masculino
15-15,99	21	15
16-16,99	29	32
17-17,99	39	38
18-18,99	50	30
19-19,99	60	34
20-20,99	67	53
21-21,99	69	53
22-22,99	50	31
Total	385	286

Após inseridos no *software* Excel, os dados foram analisados pelo programa RStudio, versão 4.2.1 (R Core Team, R *Foundation for Statistical Computing*, Vienna, Austria).

Para calcular a probabilidade da maioridade legal nos indivíduos, um modelo de regressão logística foi calculado usando I_{3M} e sexo como variáveis independentes e idade cronológica como variável dependente. Na avaliação do valor de corte, três valores diferentes foram testados: 0,08, 0,12 e valor de corte específico definido para a população estudada.

Para a análise de cada valor de corte, foram considerados os seguintes valores de desempenho: sensibilidade (SEN), especificidade (SPE), exatidão (ACC) e área sob a curva (AUC). O valor definido para a população estudada foi obtido via otimização do ponto de corte pelo método do índice de Youden (J), onde $J = SENS + SPEC - 1$. Todos os testes foram realizados pelo método de validação cruzada k-fold, com 5 vezes e 2 repetições.

5 RESULTADOS

O Quadro 4 relata descritivamente os valores de I_{3M} . Ao analisá-los, pode-se observar que quanto mais próximo de zero estiver o I_{3M} , maior é a chance do indivíduo ter 18 anos ou mais. Além disso, quanto maior a idade dos sujeitos, maior é o número de indivíduos com o I_{3M} igual a zero, o que significa que eles já apresentam o ápice do terceiro molar inferior esquerdo fechado, tanto em indivíduos do sexo feminino, quanto masculino.

Quadro 4 – Distribuição dos valores de I_{3M} na população estudada

Faixa etária	Valor I_{3M} (Média $\pm$ DP)		Número de casos $I_{3M} = 0$	
	F	M	F	M
15-15,99	0,43 $\pm$ 0,28	0,38 $\pm$ 0,28	1	0
16-16,99	0,3 $\pm$ 0,24	0,29 $\pm$ 0,24	2	3
17-17,99	0,28 $\pm$ 0,27	0,14 $\pm$ 0,14	5	6
18-18,99	0,15 $\pm$ 0,15	0,09 $\pm$ 0,18	12	18
19-19,99	0,1 $\pm$ 0,12	0,05 $\pm$ 0,06	22	16
20-20,99	0,09 $\pm$ 0,11	0,03 $\pm$ 0,06	26	35
21-21,99	0,04 $\pm$ 0,1	0,01 $\pm$ 0,05	49	50
22-22,99	0,02 $\pm$ 0,06	0,002 $\pm$ 0,01	41	30

No Quadro 5 pode-se notar que a correlação entre valores de I_{3M} e a idade dos pacientes foi -0,56 ($p < 0,05$), revelando que há relação entre a idade e o I_{3M} . Assim, apesar da correlação ser moderada, pode-se concluir que o valor do I_{3M} é inversamente proporcional à idade.

Quadro 5 - Correlação entre I_{3M} e a idade na amostra estudada

Grupamento	Probabilidade do indivíduo possuir 18 anos ou mais		
	Mínimo	Média	Máximo
I_{3M}			
0-0,04	0,788	0,883	0,929
0,04-0,08	0,728	0,825	0,9
0,08-0,3	0,305	0,703	0,87
0,3-0,5	0,073	0,31	0,514
0,5-0,7	0,022	0,076	0,165
0,7-0,9	0,004	0,014	0,034
Acima de 0,9	0	0,002	0,003

No Quadro 6 e Figura 3 pode-se observar que a correlação entre o I_{3M} e a idade é maior para as mulheres em comparação aos homens. A Figura 2 também reporta que na amostra estudada existe uma relação inversamente proporcional entre o valor de I_{3M} e a probabilidade dos indivíduos apresentarem 18 anos ou mais.

Quadro 6 - Correlação entre valores de I_{3M} e a idade estratificados por sexo dos pacientes

Grupamento I_{3M}	Sexo	Probabilidade do indivíduo possuir 18 ou mais		
		Mínima	Média	Máxima
0-0,04	F	0,911	0,929	0,929
	M	0,788	0,838	0,838
0,04-0,08	F	0,871	0,883	0,9
	M	0,728	0,754	0,785
0,08-0,3	F	0,520	0,768	0,87
	M	0,305	0,577	0,722
0,3-0,5	F	0,192	0,377	0,514
	M	0,073	0,162	0,232
0,5-0,7	F	0,038	0,088	0,165
	M	0,022	0,035	0,055
0,7-0,9	F	0,008	0,018	0,034
	M	0,004	0,008	0,012
Acima de 0,9	F	0,001	0,002	0,003
	M	0,000	0,001	0,003

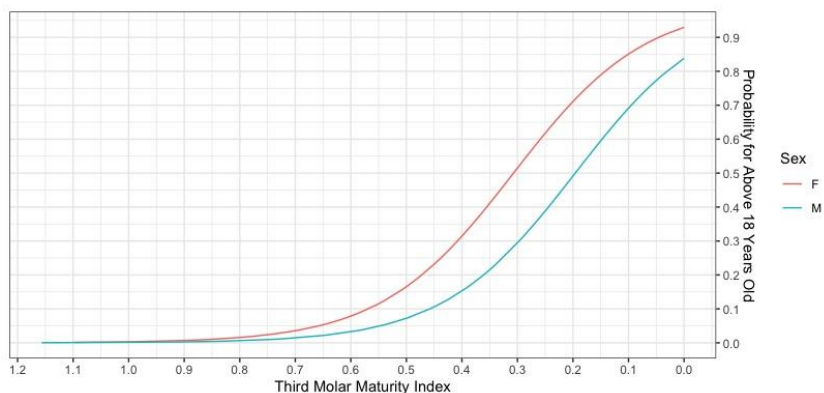
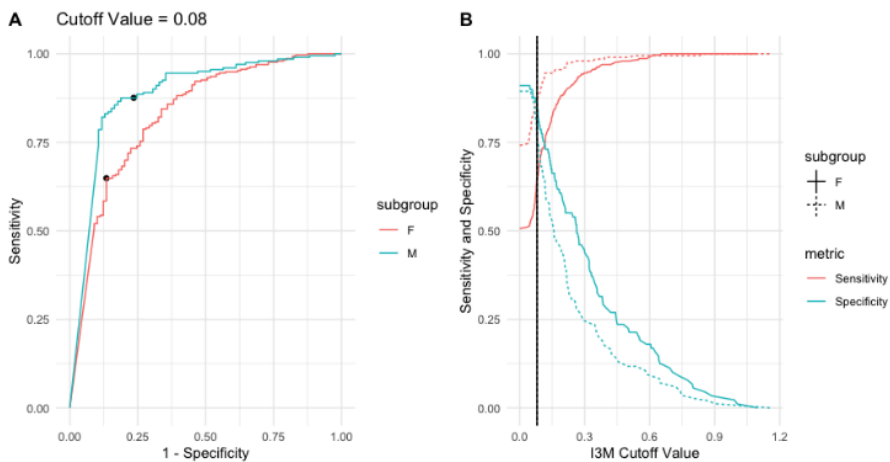


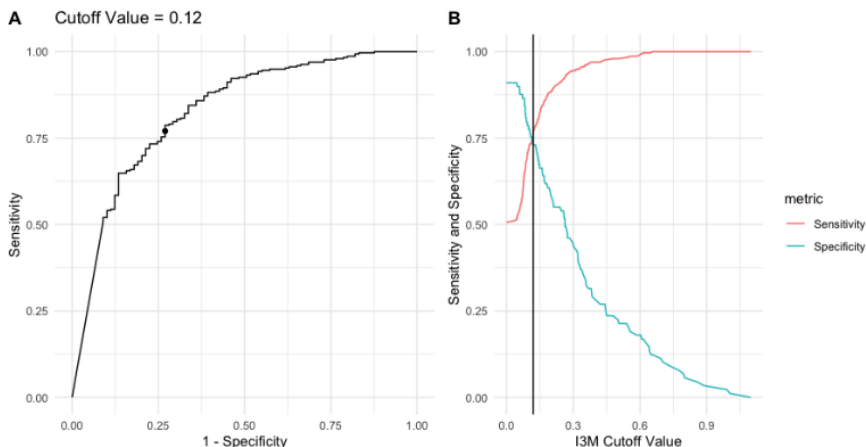
Figura 3 – Gráfico representativo da relação entre valor de I_{3M} (eixo X) e probabilidade dos pacientes apresentarem mais de 18 anos de idade (eixo Y).

Inicialmente foi testado na população estudada o ponto de corte original de I_{3M} de 0,08 proposto por Cameriere *et al.* (2008), com ACC de 0,69 e 0,84 para mulheres e homens, respectivamente, observados no Quadro 7 e Figuras 4 e 5. Além disso, testou-se o valor de corte de 0,12, proposto por Goetten *et al.* (2022), que demonstrou proporcionar uma melhora no desempenho geral em amostras femininas (ACC = 0,76).

Quadro 7 – Exatidão (ACC), sensibilidade (SENS), especificidade (SPEC), área sob a curva (AUC) a partir da análise do ponto de corte original de I_{3M} proposto por Cameriere (2008) nos sexos feminino e masculino (0,08 – linhas amarelas) e a partir do ponto de corte proposto por Goetten et al. (2022) para o sexo feminino (0,12 – linha verde).

Ponto de corte	Sexo	TP	FN	FP	TN	ACC	SENS	SPEC	AUC
0.08	F	192	104	12	77	0,69	0,65	0,87	0,83
	M	176	25	20	65	0,84	0,88	0,76	0,88
0.12	F	228	68	24	65	0,76	0,77	0,73	0,83





Figuras 4 (acima- I_{3M} 0,08) e 5 (abaixo- I_{3M} 0,12) – Demonstram respectivamente para os sexos masculino e feminino, e apenas feminino, as curvas “sensibilidade X especificidade” e “valor de corte de I_{3M} X sensibilidade e especificidade”

Considerando-se como ponto de corte geral para a população estudada o valor de 0,08 para ambos os sexos, obteve-se $ACC = 0,76$ e $J = 0,57$. Cálculos adicionais foram feitos para cada sexo, resultando em um valor de corte de 0,13 para o sexo feminino ($ACC = 0,78$, $J = 0,52$) e 0,06 para o sexo masculino ($ACC = 0,84$, $J = 0,70$), conforme mostrado no Quadro 8 e Figura 6.

Quadro 8 – Valores obtidos com ponto de corte geral para a população estudada (0,08) e pontos de corte instituídos para o sexo feminino (0,13) e masculino (0,06).

Ponto de corte	Sexo	TP	FN	FP	TN	ACC	SENS	SPEC	AUC	J
0,08	F+M	362	135	28	146	0,76	0,72	0,84	0,84	0,57
0,13	F	233	63	24	65	0,78	0,79	0,73	0,83	0,52
0,06	M	165	36	10	75	0,84	0,82	0,88	0,88	0,70

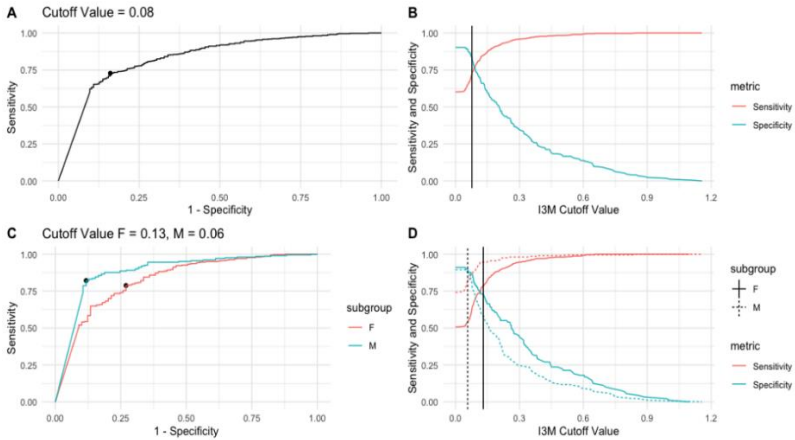


Figura 6 – Comparação das curvas obtidas para a população em geral com o ponto de corte de 0,08 (A,B) com as curvas obtidas para os sexos feminino e masculino com pontos de corte 0,13 e 0,06, respectivamente (C,D)

6 DISCUSSÃO

Neste estudo a hipótese proposta foi parcialmente aceita pois, apesar do método de Cameriere *et al.* (2008) ser aplicável à população estudada, o ponto de corte originalmente proposto para diagnóstico da maioridade ($I_{3M} \leq 0,08$) não foi o mais adequado, podendo ser aperfeiçoado tanto para indivíduos masculinos, quanto femininos.

Após estabelecimento de modelos de regressão logística, notou-se que para homens do sul do Brasil, o valor de corte mais favorável foi 0,06 (sensibilidade 0,82; especificidade 0,88), e para mulheres, um ajuste do I_{3M} para 0,13 mostrou os melhores resultados (sensibilidade 0,79; especificidade 0,73). Os novos valores de corte levaram a uma ACC de 0,78 para o sexo feminino e 0,84 para o sexo masculino. Tal fato provavelmente se dê em virtude das diferenças étnicas entre as populações estudadas, uma vez que o estudo original de Cameriere *et al.* (2008) foi realizado com indivíduos de origem caucasiana, diferentemente do presente estudo. O desenvolvimento do terceiro molar é um processo específico de cada população, apesar de não existirem dados suficientes para afirmar como a origem étnica afeta a mineralização dental (CALDAS *et al.*, 2011). Assim, a influência da etnia na estimativa de idade deve ser pesquisada com uma definição precisa de

populações e culturas (RAI *et al.*, 2010), já que estudos prévios mostram que a mineralização do terceiro molar não ocorre na mesma idade entre diferentes populações (MEINL *et al.*, 2007; OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Assim como realizado no presente estudo, pesquisas anteriores também implementaram de maneira criteriosa adaptações no valor de corte do I_{3M} a fim de obter melhor empregabilidade do método de Cameriere *et al.* (2008). Chu *et al.* (2018), ao estudarem 840 radiografias panorâmicas do norte da China constataram que aumentando o valor do I_{3M} para 0,10 obtiveram melhor precisão na discriminação por idade tanto em homens quanto em mulheres. Esse limiar resultou em alta sensibilidade (0,929 e 0,809) e especificidade (0,940 e 0,973) em homens e mulheres, respectivamente. Por sua vez, Goetten *et al.* (2022) avaliaram 1.070 radiografias panorâmicas de uma população do Norte do Brasil com idades entre 16 e 22 anos e obtiveram uma acurácia de 73,1% para mulheres e 80% para homens. Estes autores realizaram um ajuste no valor de corte para 0,12 nas mulheres e obtiveram uma acurácia de 98,5% para o sexo feminino. Dessa maneira, os autores incentivam ajustes no valor de corte para melhorar o desempenho do método entre as mulheres.

No presente estudo pode-se notar que a correlação entre valores de I_{3M} e a idade dos pacientes foi -0,56 ($p < 0,05$), revelando que há relação entre a idade e o índice de maturidade do terceiro molar. Assim, apesar da correlação ser moderada, pode-se concluir que o valor do I_{3M} é inversamente proporcional à idade. Tal resultado demonstra coerência na amostra analisada, uma vez que quanto maior a idade dos indivíduos, mais cerrados estão os ápices dos terceiros molares, o que resulta num I_{3M} de menor amplitude. Nóbrega *et al.* (2019), ao estudarem 394 radiografias panorâmicas de indivíduos de 14 a 23 anos do Nordeste Brasileiro, e

Thilak *et al.* (2021), em seu estudo com 542 radiografias panorâmicas de indivíduos indianos entre 14 e 24 anos, também concluíram que o valor do I_{3M} é inversamente proporcional à idade cronológica, o que vai ao encontro dos nossos resultados.

No presente estudo foi possível observar a probabilidade dos indivíduos femininos terem 18 anos ou mais é maior do que no sexo masculino. Tal resultado difere dos resultados de Nóbrega *et al.* (2019), que notaram cerramento apical mais precoce em indivíduos do sexo masculino, e dos achados de Cameriere *et al.* (2008) e Thilak *et al.* (2021), segundo os quais não foram encontradas diferenças de probabilidade entre a amostra feminina e masculina em relação ao I_{3M} e a idade. Em relação a este aspecto, nossos resultados coincidem com os de Cavrić *et al.* (2016), que concluíram que as mulheres são ligeiramente mais rápidas no desenvolvimento dos dentes permanentes, quando comparadas aos homens.

Ao contrário dos achados do presente estudo, em alguns trabalhos prévios, os valores de corte indicaram que $I_{3M} \leq 0,08$ foram úteis na discriminação entre adultos e menores de idade, o que indica que o índice originalmente proposto por Cameriere *et al.* (2008) foi compatível às populações posteriormente estudadas. Exemplo disso é relatado no estudo de Cavrić *et al.* (2016), que usaram o I_{3M} para distinguir indivíduos adultos de menores de 18 anos, em 1.294 africanos negros de 13 a 23 anos de idade, de Gaborone, Botswana. Segundo estes autores, não houve diferença estatisticamente significativa no desenvolvimento do terceiro molar entre os sexos ($p > 0,05$). A acurácia do método foi de 91% nos homens e 92% nas mulheres. A sensibilidade foi de 88% nos homens e 88% nas mulheres, enquanto a especificidade foi de 94% nos homens e

96% nas mulheres. Os resultados indicaram grande precisão ao I_{3M} , que surge como alternativa útil na prática legal e forense para discriminar maioridade em indivíduos de origem negra africana.

A mesma situação pode ser elencada no trabalho Balla *et al.* (2017), os quais analisaram 216 radiografias panorâmicas de indivíduos vivos com idade entre 14 e 21 anos, tendo observado alta sensibilidade (83,3% e 90,2%) e especificidade (98,3% e 95,1%) para ambos os sexos. Segundo estes autores, a probabilidade estimada pós-teste foi de 98,0% nas mulheres e 94,8% nos homens, sendo recomendado o valor de corte específico de $I_{3M} \leq 0,08$ como ferramenta útil na classificação de indivíduos que estão em torno de 18 anos de idade no sul da Índia.

Nóbrega *et al.* (2019) também constataram em seu estudo que o ponto de corte de I_{3M} originalmente proposto por Cameriere (2008) (0,08) pode distinguir com precisão a idade dos adolescentes e adultos jovens da população da região Nordeste do Brasil. Tais autores avaliaram uma amostra de 14 a 23 anos, utilizando 394 radiografias panorâmicas. Notaram sensibilidade de 88,4% e especificidade de 73,2%, com acurácia (área sob a curva ROC) de 80,8% (IC95%: 76,4–85,3%) e classificação etária considerada correta em 80,2% da amostra. Ainda no Brasil, outros dois estudos aplicando o método de Cameriere *et al.* (2008) foram realizados (DEITOS *et al.*, 2015; GOETTEN *et al.*, 2021), no entanto nenhum envolvendo a região sul deste país.

Por ser o Brasil um país de dimensões continentais, não se pode dizer que, com a presente pesquisa, o método de Cameriere *et al.* (2008) tenha sido aplicado a uma amostra significativa da população brasileira, mas sim confirmou-se a aplicabilidade da técnica em uma amostra da

população do Sul do Brasil. Tal fato pode ser considerado uma limitação do presente trabalho, e corrobora para que mais estudos nesta linha de pesquisa sejam realizados em diferentes regiões geográficas de nosso país.

A pesquisa realizada é extremamente relevante, podendo ser aplicada em perícias odontológicas que auxiliem em resoluções de demandas judiciais (SUAREZ 2021, SOUZA *et al.*, 2021, ALVES *et al.*, 2022). Dessa forma, considera-se de extrema importância a realização de estudos adicionais envolvendo métodos de estimativa de idade por meio de radiografias odontológicas no Brasil, a fim de confrontar os resultados ora obtidos.

7 CONCLUSÕES

- A metodologia empregada e a amostra analisada permitem concluir que existe aplicabilidade do método de Cameriere *et al.* (2008) para o diagnóstico da maioridade da população sul-brasileira a partir da análise de radiografias panorâmicas;

- O valor de corte de $I_{3M} \leq 0,08$, originalmente proposto por Cameriere *et al.* (2008), não demonstrou os melhores resultados de exatidão do método na população estudada e revelou existir dimorfismo entre indivíduos femininos e masculinos;

- Na população feminina, o valor de corte de $I_{3M} \leq 0,12$ (proposto por Goetten *et al.*, 2022) gerou melhores resultados que o de 0,08.

- Após aplicação dos modelos de regressão logística, os valores de corte de I_{3M} mais favoráveis para os indivíduos femininos e masculinos da população estudada foram, respectivamente, 0,13 e 0,06.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M. K.; HAMZA, M. A.; KHAFIZ, M. A.; RAHMAN, S. A.; SHAARI, R.; HASSAN, A. Multivariate analysis of factors affecting presence and/or agenesis of third molar tooth. *PloS One*, v. 9, p. 101-157, 2014.
- ALQAHTANI, S.; KAWTHAR, A.; ALRAIK, A.; ALSHALAN, A. Third molar cut-off value in assessing the legal age of 18 in Saudi population. *Forensic Sci Int*, v. 272, p. 64-67, 2017.
- ALVES, A. C. P. ; FIGUEIREDO, P. M. de .; FARIA, S. C. M. N. .; ROCHA , M. P. da . Methods used in Forensic Dentistry for human identification. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 11, n. 7, p. e34811730075, 2022.
- APAYDIN, B. K.; YASAR, F. Accuracy of the demirjian, willems and cameriere methods of estimating dental age on turkish children. *Niger J Clin Pract*. v. 21, p. 257-263, 2018.
- ARAÚJO, A. M. M.; PONTUAL, M. L. A.; FRANÇA, K. P.; BELTRÃO, R. V.; PONTUAL, A. A. Association between mineralization of third molars and chronological age in a Brazilian sample. *Rev. Odonto Ciênc*, v. 25, p. 391-394, 2010.
- BALLA, S. B.; GALIC, I. P. K.; VANIN, S.; DE LUCA, S.; CAMERIERE, R. Validation of third molar maturity index (I3M) for discrimination of juvenile/adult status in South Indian population. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, v.49, p. 2–7, jul. 2017.

BEGTRUP, A.; GRONASTOD, H.; CHRISTENSEN, I. J.; KJAER, I. Predicting lower third molar eruption on panoramic radiographs after cephalometric comparison of profile and panoramic radiographs. *Eur J Orthod*, v. 35, p. 460-466, 2012.

BHAT, V. J.; KAMATH, G. P. Age estimation from root development of mandibular third molars in comparison with skeletal age of wrist joint. *Am J Forensic Med Pathol*. v. 28, p. 238-41, 2007.

BOSMANS, N.; ANN, P.; ALY, M.; WILLEMS, G. The application of Kvaal 's dental age calculation technique on panoramic dental radiographs. *Forensic Sci. Int*. v. 153, p. 208-212, 2005.

BRASIL. Conselho Federal de Odontologia. Resolução CFO- 87, de 26 de maio de 2009. **Diário Oficial da União**. Rio de Janeiro, RJ, 2009.

BUCHAIM, R. L.; ISSA, J. P. M. Manual de Anatomia Odontológica. In: COSTA, P.B. *et al.* **Odontologia Legal e sua interface com a anatomia humana**. Barueri: Manole Ltda, 2018. cap. 15, p. 171-89.

CALDAS, I. M.; JÚLIO, P.; SIMÕES, R. J.; MATOS, E. AFONSO, A.; MAGALHÃES, T.; Chronological age estimation based on third molar development in a Portuguese population. *Int J LegalMed*. 2011.

CAMERIERE, R.; FERRANTE, L.; DE ANGELIS D.; SCARPINO, F.; GALLI, F. The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *Int J Legal Med*. V. 122, p. 493-497, 2008.

CASTRO, A. G. B.; GALVÃO, M. F.; MELO, C. H. O.; SILVA, A. E.; TRINDADE, A. F. Análise odontológica de detalhes anatômicos incisais, em especial “flor de lis”, para identificação forense – relato de caso. *Revista Brasileira Odontologia Legal – RBOL*, v.5, p. 85-93, 2018.

CAVRIC´, J.; VODANOVIC´, M.; MARUSIC´, A.; GALIC´, I. Time of mineralization of permanent teeth in children and adolescents in Gaborone, Botswana. *Ann Anat*. v. 203, p. 24-32, 2016.

CHOI, I. G.; DUAILIBI-NETO, E. F.; BEAINI, T. L. ; da SILVA, R. L.; CHILVARQUER, I. A cavidade do seio frontal exibe dimorfismo

sexual em imagens 3D de TC de feixe cônico e pode ser usada para determinação do sexo. *J Forensic Sci*, v. 63, p. 692-698, 2018.

CHU, G.; WANG, Y. H.; LI, M. J. Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority in northern Chinese population. *Int J Legal Med* **132**, 1759-1768, 2018.

CORNÉLIO NETO, W. L. Estimativa da idade pela mineralização dentária dos terceiros molares através de radiografias panorâmicas. 2000. 161 p. **Dissertação (mestrado)**- Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Piracicaba, SP, 2000.

CUNHA, E.; BACCINO, E.; MARTRILLE, L.; RAMSTHALER, F.; PRIETO, J.; SCHULIAR, Y.; LYNNERUP, N.; CATTANEO, C. The problem of aging human remains and living individuals: a review. *Forensic Sci Int*. v. 193, p. 1-13, 2009.

DEITOS, A. R.; COSTA, C.; MICHEL-CROSATO, E.; GALIC', I.; CAMERIERE, R.; BIAZEVIC, M. G. Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *J Forensic Leg Med*. v. 33, p. 111-155, 2015.

DEMIRJIAN, A. GOLDSTEIN, H.; TANNER, J. M. A new system of dental age assessment. *Human Biology*, v. 45, p. 211-227, 1973.

DHANJAL, K. S.; BHARDWAJ, M. K.; LIVERSIDGE, H. M. Reproducibility of radiographic stage assessment of third molars. *Forensic Sci. Int*, v. 159, n. 1, S74-S77, 2006.

DUANGTO, P.; JANHOM, A.; PRASITWATTANASEREE, S.; IAMAROON, A. New equations for age estimation using four permanent mandibular teeth in Thai children and adolescents. *Int J Legal Med*. v.132, p. 1743-1747, 2018.

FRANKLIN, D. KARKHANIS, S.; FLAVEL, A.; COLLINI, F.; DE LUCA, S.; CAMERIERE, R. Accuracy of a cut-off value based on the third molar index: Validation in an Australian population. *Forensic Science International*, v. 266, p. 575.e1-575.e6, 2016.

GIBELLI, D.; DE ANGELIS, D.; CATTANEO, C. Radiological pitfalls of age estimation in adopted children: a case report. *Minerva Pediatr*, v. 67, p. 203-8, 2015.

GLEISER, I; HUNT, E. E. The permanent mandibular first molar: its calcification, eruption and decay. *American Journal of Physical Anthropology*, v. 13, n. 2, p: 253-283, 1955.

GOETTEN, I. F. D.; OENNING, A. C. C.; SILVA, R. F. Diagnostic accuracy of the third molar maturity index (I3M) to assess the age of legal majority in Northern Brazil – population-specific cut-off values. *Int J Legal Med* **136**, 1507-1514, 2022.

GUNDIM, A. C.; SOUSA, A. P.; SILVA, J. C.; OLIVEIRA, R.; YAMAMOTOSILVA, F. P.; SILVA, B. S. F. Estágio de mineralização dos terceiros molares e sua relação com a idade cronológica: uma amostra da população do Centro-Oeste do Brasil. *Rev. Odontol UNESP*, v.43, p. 295-297, 2014.

GUNST, K; MESOTTEN, K.; CARBONEZ, A.; WILLEMS, G. Third molar root development in relation to chronological age: a large sample sized retrospective study. *Forensic Sci. Int*, v. 136, n. 1-3, p. 52-57, 2003.

GUSTAFSON, G.; KOCH, G. Age estimation up to 16 years of age based on dental development. *Odont Revy* v. 25, p. 297–306, 1974.

JAFARI, A.; MOHEBBI, S. Z.; KHAMI, M. R.; SHAHABI, M. S.; NASEH, M.; ELHAMI, F.; SHAMSHIRI, A. R. Radiographic evaluation of third molar development in 5-to 25 years old in Tehran, Iran. *J Dent*, v. 9, p. 107-115, 2012.

JUNG, Y. H.; CHO, B. H. Radiographic evaluation of third molar development in 6- to 24-years-olds. *Imaging Sci Dent*, v. 44, p. 185-191, 2014.

KARKHANIS, S.; MACK, P.; FRANKLIN, D. Age estimation standards for a Western Australian population using the dental age estimation technique developed by Kvaal *et al.* *Forensic Sci Int*, v. 235, p. 104.e1-6, 2014.

KÖHLER, S.; SCHMELZLE, R.; LOITZ, C.; PÜSCHEL, K. Die Entwicklung des Weisheitszahnes als Kriterium der Lebensalterbestimmung. *Ann Anat*, v. 176, n. 4, p. 339-345, 1994.

KULLMAN, L.; JOHANSON, G.; AKESSON, L. Root development of the lower third molar and its relation to chronological age. *Swed Dent J*, v.16, p. 161–167, 1992.

KURITA, L. M. **Aplicabilidade de métodos de estimativa de idade óssea e dentária em brasileiros, cearenses**. 2004. 134 f. Tese de doutorado – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Piracicaba, 2004.

KVAAL, S. I.; KOLLTVEIT, K. M.; SOLHEIMA, T.; THOMSEN, I. Age estimation of adults from dental radiographs, *Forensic Science International*. v. 74, p. 175–185, 1995.

LIMA, M. A. C. de ., CUNHA, F. A. B. da ., & FUJITA, T. . (2022). RECONHECIMENTO HUMANO POR MEIO DA ODONTOLOGIA LEGAL – UMA REVISÃO. *Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação*, 8(11), 69–87.

LIVERSIDGE, H. M. Timing of human mandibular third molar formation. Erratum in: *Ann Hum Biol*. V. 35, P. 452-453, 2008.

LIZARBE, R. J. Q.; SOLÍS, A. C.; QUEZADA-MÁRQUEZ, M. M.; GALIC, I.; CAMERIERE, R. Demirjian's stages and Cameriere's third molar maturity index to estimate legal adult age in Peruvian population. *Legal Medicine*, v. 25, p. 59–65, 2017.

LOPES, R. J.; OLIVEIRA, R. N. Métodos de estimativa de idade pelos dentes sob a ótica da Odontologia baseada em evidências. *RPG Rev. Pós Grad.*, v. 18, n. 3, p. 170-175, 2011.

LÓPEZ-LÁZARO, S.; ALEMÁN, I.; VICIANO, J.; IRURITA, J.; BOTELLA, M. C. Sexual dimorphism of the first deciduous molar: A geometric morphometric approach. *Forensic Sci Int.*, v. 290, p. 94-102, 2018.

LOPEZ, T. T.; ARRUDA, C. P.; ROCHA, M.; ROSIN, A. S. A.O.; MICHEL-CROSATO, E.; BIAZEVIC, M. G. H. Estimating ages by third molars: Stages of development in Brazilian young adults, *Journal of Forensic and Legal Medicine*. v. 20, p. 412-418, 2013.

MAIA, M. C. G.; MARTINS, M. G. A.; GERMANO, F. A.; BRANDÃO, J.; SILVA, C. A.B. Demirjian ' s system for estimating the dental age of northeastern Brazilian children. *Forensic Sci. Int*, v. 200, p. 177.e1–177.e4, 2010.

MARTIN-DE-HERAS, S.; GARCÍA-FORTEA, P.; ORTEGA, A.; ZODOCOVICH, S.; VALENZUELA, A. Third molar development according to chronological age in populations from Spanish and Magrebian origin. *Forensic Sci Int*. v. 15, p. 47-53, 2008.

MAZZILLI, L. E. N.; MELANI, R. F. H.; LASCALA, C. A.; PALACIO, L. A. V.; CAMERIERE, R. Age estimation: Cameriere's open apices methodology accuracy on a southeast brazilian sample. *J Forensic Leg Med* v. 58, p. 164–168, 2018.

MEINL, A.; TANGL, S.; HUBER, C.; MAURER, B.; WATZEK, G. The chronology of third molar mineralization in the Austrian population - a contribution to forensic age estimation. *Forensic Sci Int*. 2007.

MESOTEN, K; GUNST, K.; CARBONEZ, A.; WILLEMS, G. Dental age estimation and third molars: a preliminary study. *Forensic Sci. Int*, v. 129, n. 2, p. 110-115, 2002.

MINCER, H. H.; HARRIS, E. F.; BERRYMAN, H. E. The A.B.F.O. study of third molar development and its use as an estimator of chronological age. *J Forensic Sci*. v. 38, p. 379-390, 1993.

NICODEMO, R. A.; MORAIS, L. C.; MEDICI, F. E. Tabela cronológica da mineralização dos dentes permanentes entre brasileiros. *Rev Fac Odont*, v. 3, p. 55-6, 1974.

NÓBREGA, J. B. M.; PROTASIO, A .P. L.; RIBEIRO, I. L. A.; VALENÇA, A. M. G.; SANTIAGO, B. M., CAMERIERE, R. Validation of the Third Molar Maturation Index to estimate the age of

criminal responsibility in Northeastern Brazil. *Forensic Sci Int.*, v. 304, p. 109917, Nov 2019.

NOLLA, C. M. The development of permanent teeth. *J. Dent. Child.*, v. 27, p. 254-266, 1960.

OLIVEIRA, F. T.; CAPELOZZA, A. L.; LAURIS, J. R.; DE BULLEN, I. R. Mineralization of mandibular third molars can estimate chronological age - Brazilian indices. *Forensic Sci. Int.*, v. 219, n. 1-3, p: 147-150, 2012.

OLZE, A.; SCHMELING, A.; TANIGUCHI, M.; MAEDA, H.; NIEKERK, P. V.; WERNECKE, K. D.; GESERICK, G. Forensic age estimation in living subjects: the ethnic factor in wisdom tooth mineralization. *Int J Legal Med*, v. 118, p. 170-173, 2004.

PERES, A. S.; PERES, S. H. C. S.; NISHIDA, C. L.; GRANDIZOLI, D. K.; RIBEIRO, I. W. J.; GOBBO, L. G.; POLETI, M. P. Peritos e perícias em Odontologia. *Rev Odontol. Univ. São Paul*, v. 19, p. 320 – 324, 2007.

RAI, B.; KAUR, J.; JAFARZADEH, H. Dental age estimation from the developmental stage of the third molars in Iranian population. *J Forensic Leg Med*. 2010.

QING, M.; QIU, L. GAO, Z. BHANDARI, K. The chronological age estimation of third molar mineralization of Han population in southwestern China. *Journal of Forensic and Legal Medicine*, v.24, p. 24-27, 2014.

RAMANAN, N.; THEVISSSEN, P.; FIEUWS, S.; WILLEMS, G. Dental Age Estimation in Japanese Individuals Combining Permanent Teeth and Third molars. *J Forensic Odontostomatol*, v. 30, n. 2, p. 34–39, 2012.

SANTIAGO, B. M.; ALMEIDA, L.; CAVALCANTI, Y. W.; MAGNO, M. B.; MAIA, L. C. Accuracy of the third molar maturity index in assessing the legal age of 18 years: a systematic review and meta-analysis. *Int. J. Legal Med*. v. 132, p. 1167–1184. 2018.

SARTORI, V.; FRANCO, A.; LINDEN, M. S.; CARDOSO, M.; CASTRO, D.; SARTORI, A.; SILVA, C.; TRENTIN, M.; DE CARLI, J. P. Testing international techniques for the radiographic assessment of third molar maturation. *J Clin Exp Dent*, v. 13, p. e1182-e1188, 2021.

SCHMIDT, C. M. **Estimativa da idade e sua importância forense**. 2004. 134 f. Dissertação de mestrado – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade de Campinas, Piracicaba, 2004.

SCHOUR, I.; MASSLER, M. Desenvolvimento da dentição humana. *J Am Dent Assoc*. v. 20, p. 379-427, 1941.

SOUZA, V. S.; COSTA, S. T.; JUNIOR, E. D.; JUNIOR, R. L. F.; LEAL, M. O. C. D. & NETO, J. S. P. Identificação humana pela odontologia legal no instituto médico legal de Roraima (2014-18). *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, v. 8, n. 3, 2021.

SUAREZ, A. V. G. Evolução da odontologia legal e sua importância no processo de identificação humana. *Cadernos de Odontologia do UNIFESO*, v. 3, n. 1, p. 75-84, 2021.

THILAK, J. T.; MANISHA, K. M.; SAPNA, D. R.; NIVEDITA, C. Evaluation of third molar maturity index (I3M) in assessing the legal age of subjects in an Indian Goan population. *J Forensic Odontostomatol*, v.39, n. 3, p. 16-24, 2021.

VALENTE, R. P.; FRANCO, A.; SILVA, R. F.; FRANÇA, B. H. S. Análise das sentenças judiciais envolvendo deformidades permanentes em cabeça e pescoço na jurisprudência dos tribunais da região sul do brasil. *Revista Brasileira de Odontologia Legal*, v. 5, p. 39-48, 2018.

VERAS, N. P.; PEREIRA, C. A. A.; KITAGAWA, P. L. V.; COSTA, M. A.; LIMA, L. N. C.; COSTA, J. F.; CASANOVAS, R. C. Evaluation of an age estimate method by dental mineralization of third molars. *Research, Society and Development*, v. 10, p. e19410716524, 2021.

THEVISSSEN, P. W.; ALQERBAN, A.; ASAUMI, J.; KAHVECI, F.; KAUR, J.; KIM, Y. K.; WILLEMS, G. Human dental age estimation using third molar developmental stages: Accuracy of age predictions not

using country specific information. *Forensic Science International*, v. 201, n. 3, p. 106–111, 2010.

WILLERSHAUSEN, B., LOFFLER, N., SCHULZE, R. Analysis of 1202 orthopantomograms to evaluate the potential of forensic age determination based on third molar developmental stages, *Eur. J. Med. Res.*, v. 6, p. 377–384, 2001 .

YAGAR, M. I.; LOTH, S. R.; WRIGHT, R. K. Metamorphosis at the Sternal Rib End : A New Method to Estimate Age at Death in White Males. *Am. J. Phys. Anthropol.*, v. 156, p. 147–156, 1984.

ZELIC, K.; GALIC', I.; NEDELJKOVIC, N.; JAKOVLJEVIC, A.; MILOSEVIC, O.; DJURIC, M.; CAMERIERE, R. Accuracy of Cameriere's third molar maturity index in assessing legal adulthood on Serbian population, *Forensic Sci. Int.* v. 259, p. 127–132, 2016.

ZIOUPOS, P.; WILLIAMS, A.; CHRISTODOULON, G.; GILES, R. Determining ' age at death ' for forensic purposes using human bone by a laboratory-based biomechanical analytical method. *J Mech Behav Biomed Mater.*, v. 33, p. 109–123.

ANEXO

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DA EMENDA

Título da Pesquisa: Estimativa de idade baseada em radiografias panorâmicas

Pesquisador: MARIA SALETE SANDINI LINDEN

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 23239819.0.0000.5342

Instituição Proponente: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Patrocinador Principal: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 5.603.446

Apresentação do Projeto:

A estimativa da idade insere-se numa área de conhecimento científico que tem assumido especial importância no âmbito da Medicina Dentária Forense. O objetivo deste estudo será comparar a idade estimada da população sul-brasileira pelo método de Gunst & Mesotten com a idade cronológica através das radiografias panorâmicas coletadas de pacientes da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo (RS, Brasil). A amostra consistirá em 800 radiografias panorâmicas, de pacientes que frequentam as clínicas integradas da referida instituição de ensino, no período de 2016 a 2019. A amostra total será separada em blocos de idades que varia de 15,00 a 22,99 anos. Serão selecionadas 100 radiografias para cada faixa etária (a cada 1 ano) sendo 50 femininas e 50 masculinas. Será aplicado o método de Gunst & Mesotten que consiste em cada fase do desenvolvimento do terceiro molar obtendo uma pontuação que varia de 1 a 10. A idade estimada resultará da aplicação desta pontuação em fórmulas de regressão pré-estabelecidas. Com este estudo, buscar-se-á verificar a acurácia do método de Gunst & Mesotten na amostra (população) estudada.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Comparar a idade estimada com a idade cronológica através das radiografias panorâmicas coletadas que se incluem nos métodos desta pesquisa.

Objetivo Secundário:

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo

Bairro: São José

CEP: 99.052-900

UF: RS

Município: PASSO FUNDO

Telefone: (54)3315-8157

E-mail: cep@upf.br

Página 01 de 03

Comparar a idade estimada com a idade cronológica de pacientes femininos e masculinos através de suas panorâmicas.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Haverá riscos mínimos, quais sejam: a perda de confidencialidade dos dados dos participantes, porém os pesquisadores se comprometem a guardar sigilo dos dados através da assinatura do TCUD.

Benefícios:

Análise da estimativa de idade, através de radiografias panorâmicas. Possivelmente criar um protocolo padrão para tal ação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Tal estudo será iniciado apenas após aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da UPF. Caracterizar-se-á como um estudo radiográfico observacional transversal. Será realizado um levantamento dos seguintes dados como: idade do paciente, sexo e data da obtenção da radiografia, informações estas que serão obtidas da análise de radiografias panorâmicas. Nestas radiografias serão analisados a fase de desenvolvimento de cada terceiro molar. Uma amostra de 800 radiografias panorâmicas de pacientes que frequentam as clínicas integradas da Faculdade de Odontologia da Universidade de Passo Fundo - FOUFP, no período de 2016 a 2019, será analisada. Tais radiografias serão separadas conforme o gênero dos pacientes, as quais terão idades entre 15.00 a 22.99 anos. Cem radiografias serão selecionadas para cada faixa etária (a cada 1 ano) dentre elas 50 femininas e 50 masculinas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Vide Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Emenda aprovada. O CEP ressalta a necessidade de observância da LGPD no que diz respeito à utilização de dados.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 96.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54) 3316-8157 E-mail: cep@upf.br

UNIVERSIDADE DE PASSO
FUNDO/ VICE-REITORIA DE
PESQUISA E PÓS-
GRADUAÇÃO - VRPPG/ UPF



Continuação do Parecer: 5.603.446

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_200391_5_E1.pdf	25/08/2022 09:24:24		Aceito
Declaração de Pesquisadores	Documentos2.pdf	10/10/2019 10:31:59	MARIA SALETE SANDINI LINDEN	Aceito
TCELE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Documentos.pdf	10/10/2019 10:31:14	MARIA SALETE SANDINI LINDEN	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.odt	07/10/2019 19:10:59	MARIA SALETE SANDINI LINDEN	Aceito
Folha de Rosto	FolhadeRosto.pdf	07/10/2019 18:56:05	MARIA SALETE SANDINI LINDEN	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

PASSO FUNDO, 25 de Agosto de 2022

Assinado por:
Felipe Cittolin Abal
(Coordenador(a))

Endereço: BR 285- Km 292 Campus I - 4º andar Centro Administrativo
Bairro: São José CEP: 99.052-900
UF: RS Município: PASSO FUNDO
Telefone: (54)3316-8157 E-mail: cnp@upf.br

Página 12 de 23

**ARTIGO ACEITO NA REVISTA: Journal Of Clinical
and Experimental Dentistry**

26.02.2024*

ARTIGO I

**Accuracy of the third molar maturity index (I_{3M}) for
diagnosing the legal majority of young southern
Brazilians**

Vanessa Koltermann Sartori^a, Ademir Franco do Rosário Júnior^b, Letícia
Copatti Dogenski^a, João Paulo De Carli^a

^a Post-Graduation Program in Dentistry at the University of Passo Fundo,
Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil.

^b Post-Graduation Program in Dentistry at the São Leopoldo Mandic
Research Center, Campinas, São Paulo, Brazil.

Corresponding author

João Paulo De Carli

Post-Graduation Program in Dentistry, University of Passo Fundo, BR 285/São José, Building A7, Suite 2. ZIP code: 99052-900, Passo Fundo, RS, Brazil.
E-mail: joaodecarli@upf.br

Abstract

The numerous techniques for identifying adulthood require research testing the accuracy of each method in different populations. This study verified the accuracy of the third molar maturity index (I_{3M}) proposed by Cameriere *et al.* (2008) for diagnosing the age of majority in a southern Brazilian population sample. Panoramic radiographs of patients with dental element 38 treated at the School of Dentistry of the University of Passo Fundo (UPF), RS, Brazil, were analyzed. The patients were separated into age groups between 15.00 and 22.99 years. The Cameriere *et al.* (2008) method was applied to each radiograph. The study sample comprised 671 individuals, with 385 women (mean age 19.67 ± 2.05) and 286 men (mean age 19.5 ± 2.11). The original cut-off value of $I_{3M} \leq 0.08$ classified individuals younger and older than 18 years. ROC curve plotting resulted in an overall accuracy of 0.69 and 0.84 for women and men, respectively. The most favorable cut-off value for southern Brazilian men was 0.06, and women showed better results with an I_{3M} adjusted to 0.13. The new cut-off values produced an accuracy of 0.78 for women and 0.84 for men. Despite the technique by Cameriere *et al.* (2008) was applicable, the original cutoff value proposed for the I_{3M} (0.08) was not the most appropriate for the sample of individuals studied. Thus, index adjustments to 0.13 for females and 0.06 for males are

suggested to improve the performance of the method among South Brazilian individuals.

Keywords: molar, third; radiography, panoramic; forensic dentistry; age groups; imputability.

Introduction

In Brazilian law, the age of 18 is a milestone for attaining civil and criminal majority, and establishing this age is relevant for civil rights acquisition and sentence application due to criminal practice. Diagnosing the age of majority becomes vital in the civil sphere, and it is commonly used in adoption cases [1], refugee asylum requests [2], and cases of missing or false civil records [3], considering that Brazilian legislation establishes civil rights and duties according to age groups. Therefore, forensic dentistry detects the age of majority, and it is crucial for identifying individuals in mass disasters, such as accidents and earthquakes, and criminal cases, such as homicides, rapes, and suicides, even with limited availability of human remains or samples [4].

Detecting the age of majority for forensic purposes is highly relevant because of legal implications [5] and migration issues [6]. Therefore, the techniques must have specific standards for each population, seeking higher precision [7], particularly when estimating the ages of people from diverse backgrounds [8].

Bone and/or dental development supports adulthood detection and is researched to develop increasingly precise scientific methods [9]. Dental element formation has mineralization stages according to human growth. Such stages accurately diagnose age in childhood when teeth are in complete development. However, this accuracy tends to decrease as tooth mineralization finishes. Thus, third molars may help identify adulthood in the youth stage, especially for individuals aged around 18 years [10].

The method by Cameriere *et al.* (2008) analyzes the root apices of third lower left molars, determining the third molar maturity index (I_{3M}) [11]. In Brazil, Nóbrega *et al.* (2019) evaluated the applicability of the I_{3M} [12] originally proposed by Cameriere *et al.* (2008) [11] to estimate the

age of majority in a population sample aged 14 to 23 years in northeast Brazil, using 394 panoramic radiographs. The age classification was correct in 80.2% of the sample without accuracy differences between the sexes. The original cut-off point proposed for the I_{3M} (0.08) accurately distinguished the age of adolescents and young adults in the studied population (overall accuracy of 80.8%). However, Goetten *et al.* 2022 analyzed 1,070 panoramic radiographs using the I_{3M} in northern Brazilian individuals between 16 and 22 years old, concluding that the best I_{3M} cut-off point for men remained at 0.08, and women showed better results (98.5% accuracy) with an adjustment to 0.12 [13]. Therefore, the methodologies must be applied to different populations because of potential differences in technique accuracy according to the sampled group [14].

Therefore, the present study is justified because the Cameriere *et al.* (2008) method [11] has not been used to diagnose the age of majority in the southern Brazilian population, and the accuracy of this tool must be verified. This analysis seeks to confirm the hypothesis that a 0.08 cut-off point for the I_{3M} proposed by Cameriere *et al.* (2008) [11] is the most appropriate for detecting adulthood in a southern Brazilian population. If necessary, new cutoff values will be established for the studied population.

Materials and methods

Ethical aspects and sample

The Research Ethics Committee of the University of Passo Fundo approved this study (opinion number 3,688,526). It is an analytical cross-sectional observational radiographic study of all panoramic radiographs selected from the dental records of patients who attended the School of Dentistry of the University of Passo Fundo, RS, Brazil, seeking dental treatment from 2016 to 2022. A retrospective survey of the following data was also performed in the dental records: date of birth, sex, and image acquisition date. Patients were separated into age groups between 15.00 and 22.99 years. The Cameriere (2008) method [11] was applied to each radiograph to verify the I_{3M} of the lower left third molar (tooth 38), considering $I_{3M} \leq 0.08$ for individuals aged 18 years or older.

An Eagle Digital™ device (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brazil) captured the radiographs. The sample was selected by

convenience, and all radiographic images were exported to JPEG file format. Next, they were saved in high resolution on a computer, organized into folders, and exported to Adobe™ Photoshop™ CC (PS™CC) software. Then, the image file was opened and enlarged, and when necessary, the brightness, contrast, and zoom were adjusted for better visualization. Before analyzing the radiographs, all indications of patients' sex and age were removed, and the images were filed under new registration numbers.

Application of the Cameriere (2008) method (I_{3M})

The Cameriere (2008) method was applied to the sample based on the analysis of lower left third molar apices – tooth 38 (LL3M), determining the third molar maturity index (I_{3M}). Thus, if the LL3M presented complete root development (completely closed apex), the I_{3M} was zero. Otherwise, I_{3M} was calculated by adding the distances between the internal walls of the two open apices (A + B) and dividing by tooth length (C), as seen in Figure 1. Cameriere (2008) [11] stated that the I_{3M} value limit is 0.08, i.e., individuals with $I_{3M} \leq 0.08$ are 18 years or older, and those with $I_{3M} > 0.08$ are younger than 18 years.

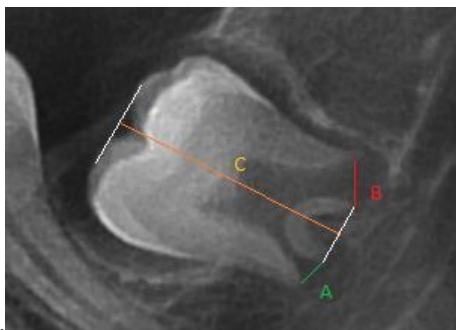


Figure 1 – Illustrative image of measurements for applying the Cameriere (2008) method. Note the used measurements: the sum of distances between the internal walls of the two open apices (A + B) divided by tooth length (C).

A software image file (<File-Open>) provided the measurements. The ruler in the PS™CC toolbar measured the internal side of the open apex of LL3M mesial and distal roots. The pen tool determined tooth

length by drawing two lines: an upper one tangent to the two uppermost cusps and a lower one tangent to the lower limit of the walls forming the furcation, mesial, and distal roots. Next, the ruler tool measured the length limited to the midpoints of the drawn lines. In the absence of furcation, the distance between the inner side of the outer walls of mesial and distal roots was measured, also serving as a basis for determining length.

Inclusion and exclusion criteria

The study included only panoramic X-rays of patients between 15.00 and 22.99 years old who had undergone treatment at the School of Dentistry of the University of Passo Fundo, RS, Brazil, between 2016 and 2022 and who had dental element 38 favorably positioned. The study excluded low-quality panoramic radiographs, including image acquisition or processing errors, evident bone injuries, developmental disorders, and missing information about sex, date of birth, or image acquisition date.

Statistical analysis

Two examiners underwent a period of training on the Cameriere technique (2008), in accordance with the methodological guidelines. Subsequently, observer 1 (V.K.S.) and observer 2 (L.D.) evaluated 10% of the sample radiographs for I3M, selected by simple random sampling, covering all ages of patients in the final sample. Intraobserver (ICC 0.99) and interobserver (ICC 0.98) agreement tests were performed (ICC - intraclass correlation coefficient). The two assessments carried out by observer 1 were 45 days apart.

Comparison between chronological age and majority diagnosis

This study used the primary data extracted from 671 panoramic radiographs related to a continuous quantitative exposure variable (I_{3M}), with age as the outcome variable. The sample consisted of 385 women (mean age 19.67 ± 2.05) and 286 men (mean age 19.5 ± 2.11), showing an age homogeneity among the analyzed subjects. The random sample comprised individuals between 15 and 22.99 years old and was stratified into groups, as seen in Table 1.

Table 1 – Distribution of the studied sample according to age groups.

Age groups	Female	Male
15-15.99	21	15

16-16.99	29	32
17-17.99	39	38
18-18.99	50	30
19-19.99	60	34
20-20.99	67	53
21-21.99	69	53
22-22.99	50	31
Total	385	286

The RStudio program, version 4.2.1 (R Core Team, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) analyzed the data. A logistic regression model calculated the probability of a legal majority in individuals, using I_{3M} and sex as independent variables and chronological age as the dependent variable. Cut-off assessments tested three values - 0.08, 0.12, and a specific number for the studied population.

The following performance variables investigated each cut-off point: sensitivity (SEN), specificity (SPE), accuracy (ACC), and area under the curve (AUC). The value for the studied population was obtained by optimizing the cut-off point using the Youden index method (J), where $J = \text{SENS} + \text{SPEC} - 1$. All tests used the k-fold cross-validation method with five times and two repetitions.

Results

Table 2 descriptively reports I_{3M} values. The closer the I_{3M} is to zero, the higher the likelihood of an individual being 18 years or older. Furthermore, the older the subjects, the higher the number of individuals with I_{3M} of zero, i.e., the apex of the lower left third molar is closed in women and men.

Table 2 – Distribution of I_{3M} values in the studied population.

Age group	I_{3M} value (Mean $\pm$ SD)		Number of cases of $I_{3M} = 0$	
	Female	Male	Female	Male
15-15.99	0.43 $\pm$ 0.28	0.38 $\pm$ 0.28	1	0
16-16.99	0.3 $\pm$ 0.24	0.29 $\pm$ 0.24	2	3

17-17.99	0.28 ± 0.27	0.14 ± 0.14	5	6
18-18.99	0.15 ± 0.15	0.09 ± 0.18	12	18
19-19.99	0.1 ± 0.12	0.05 ± 0.06	22	16
20-20.99	0.09 ± 0.11	0.03 ± 0.06	26	35
21-21.99	0.04 ± 0.1	0.01 ± 0.05	49	50
22-22.99	0.02 ± 0.06	0.002 ± 0.01	41	30

Table 3 shows that the difference between I_{3M} values and patients' age was -0.56 ($p < 0.05$), revealing a relationship between age and I_{3M} . Thus, despite the moderate expectation, the I_{3M} was inversely proportional to age. Figure 2 and Table 4 demonstrate a higher correlation between I_{3M} and age for women than for men.

Table 3 - Correlation between I_{3M} and age in the studied sample.

I_{3M} group	Probability of an individual being 18 years old		
	Minimum	Medium	Maximum
0-0.04	0.788	0.883	0.929
0.04-0.08	0.728	0.825	0.9
0.08-0.3	0.305	0.703	0.87
0.3-0.5	0.073	0.31	0.514
0.5-0.7	0.022	0.076	0.165
0.7-0.9	0.004	0.014	0.034
Above 0.9	0	0.002	0.003

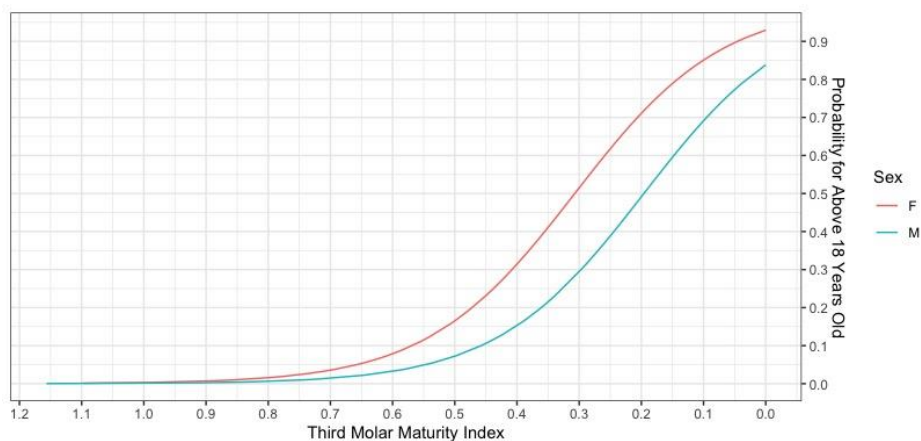


Figure 2 – Graph representing the relationship between the I_{3M} value (X-axis) and the probability of patients being 18 years or older (Y-axis).

Table 4 - Correlation between I_{3M} values and age stratified by sex.

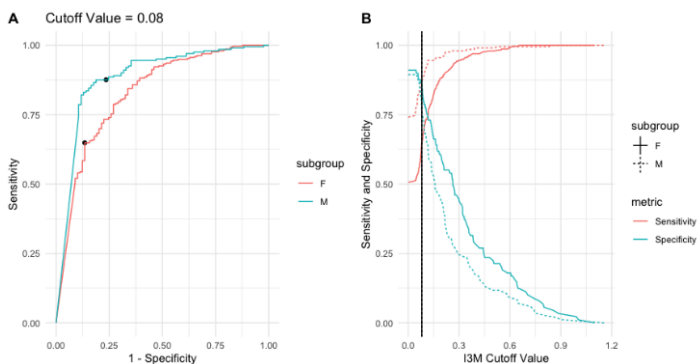
I_{3M} group	Sex	Probability of an individual being 18 years or older		
		Minimum	Medium	Maximum
0-0.04	F	0.911	0.929	0.929
	M	0.788	0.838	0.838
0.04-0.08	F	0.871	0.883	0.9
	M	0.728	0.754	0.785
0.08-0.3	F	0.520	0.768	0.87
	M	0.305	0.577	0.722
0.3-0.5	F	0.192	0.377	0.514
	M	0.073	0.162	0.232
0.5-0.7	F	0.038	0.088	0.165
	M	0.022	0.035	0.055
0.7-0.9	F	0.008	0.018	0.034
	M	0.004	0.008	0.012

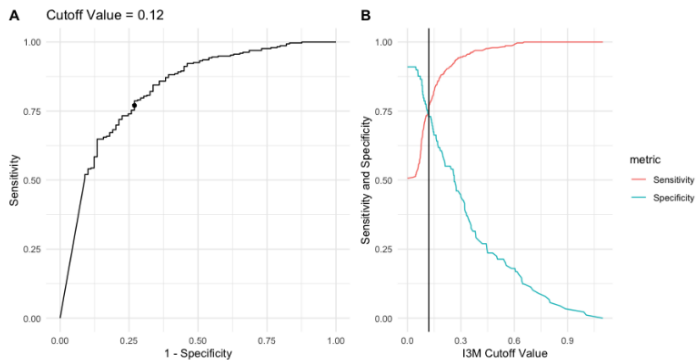
Above 0.9	F	0.001	0.002	0.003
	M	0.000	0.001	0.003

The original cut-off point of 0.08 proposed by Cameriere *et al.* (2008) was tested [11], resulting in an ACC of 0.69 and 0.84 for women and men, respectively (Table 5 and Figures 3 and 4). Furthermore, the cut-off value of 0.12, proposed by Goetten *et al.* (2022) [13] was verified, showing an overall performance improvement in female samples (ACC=0.76).

Table 5 – Accuracy (ACC), sensitivity (SENS), specificity (SPEC), and area under the curve (AUC) based on the analysis of the original I_{3M} cut-off point proposed by Cameriere (2008) [11] in women and men (0.08 – yellow lines) and the cut-off point proposed by Goetten *et al.* (2022) [13] for women (0.12 – green line).

Cut-off value	Sex	TP	FN	FP	TN	ACC	SENS	SPEC	AUC
0.08	F	192	104	12	77	0.69	0.65	0.87	0.83
	M	176	25	20	65	0.84	0.88	0.76	0.88
0.12	F	228	68	24	65	0.76	0.77	0.73	0.83





Figures 3 (upper - I_{3M} 0.08) and 4 (lower - I_{3M} 0.12) - “Sensitivity x specificity” and “ I_{3M} cut-off x sensitivity and specificity” curves for men and women, and only for women, respectively.

A specific cut-off value was also calculated for the studied population: 0.08 for both sexes, with ACC = 0.76 and J = 0.57. Additional calculations were made for each sex, resulting in a cut-off value of 0.13 for women (ACC = 0.78, J = 0.52) and 0.06 for men (ACC = 0.84, J = 0.70), as seen in Table 6 and Figure 5.

Table 6 – Values obtained with the specific cut-off point for the studied population (0.08) and cut-off points established for women (0.13) and men (0.06).

Cut-off value	Sex	TP	FN	FP	TN	ACC	SENS	SPEC	AUC	J
0.08	F+M	362	135	28	146	0.76	0.72	0.84	0.84	0.57
0.13	F	233	63	24	65	0.78	0.79	0.73	0.83	0.52
0.06	M	165	36	10	75	0.84	0.82	0.88	0.88	0.70

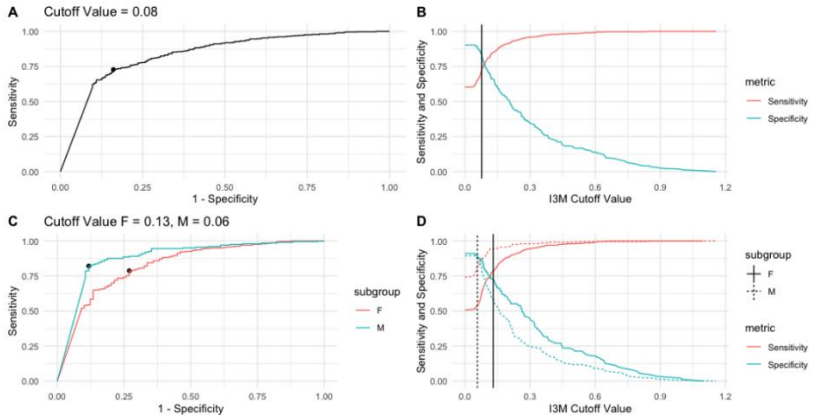


Figure 5 – Comparison of curves obtained for the general population with a cut-off point of 0.08 (A, B) with those for women and men with cut-off points of 0.13 and 0.06, respectively (C, D).

Discussion

The hypothesis of this study was partially rejected because, although being appropriate to the analyzed southern Brazilian population, the cut-off point proposed by Cameriere (2008) [11] ($I_{3M} \leq 0.08$) was not the most appropriate, and it might be optimized differently for male and female fractions of the population. After establishing logistic regression models, the most favorable cut-off value for southern Brazilian men was 0.06 (sensitivity of 0.82; specificity of 0.88), and women showed the best results with an I_{3M} adjustment to 0.13 (sensitivity of 0.79; specificity of 0.73). These new cut-off values promoted an accuracy of 0.78 for women and 0.84 for men.

That is probably because of ethnic differences between the analyzed populations, considering the original study by Cameriere *et al.* (2008) [11] included Caucasian individuals, unlike the present research. Third-molar development is specific for each population, although there is not sufficient data to confirm the effects of ethnic origin on dental mineralization [15]. Thus, the influence of ethnicity on age estimation must be investigated with a precise definition of populations and cultures [16], as third-molar mineralization does not occur at the same age in different populations [17, 18].

Similar to this study, previous research has carefully adapted the I_{3M} cut-off value for better applicability of the Cameriere *et al.* (2008) method [11]. Chu *et al.* (2018) studied 840 panoramic radiographs of northern Chinese individuals, finding that increasing the I_{3M} value to 0.10 promoted higher accuracy in age discrimination for men and women. This threshold provided high sensitivity (0.929 and 0.809) and specificity (0.940 and 0.973) in men and women, respectively [19]. In turn, Goetten *et al.* (2022) evaluated 1,070 panoramic radiographs of a northern Brazilian population between 16 and 22 years old, obtaining an accuracy of 73.1% for women and 80% for men. These authors adjusted the cut-off value to 0.12 for women and achieved 98.5% accuracy [13]. Therefore, the authors encourage cut-off value adjustments to improve method performance among women.

Contrary to this investigation, previous studies indicated that a cut-off point of $I_{3M} \leq 0.08$ effectively discriminated between adults and minors. Cavrić *et al.* (2016) exemplified this by using I_{3M} to distinguish adults from individuals younger than 18 years among 1,294 black Africans between 13 and 23 years old from Gaborone, Botswana. Third-molar development did not show statistically significant differences between sexes ($p > 0.05$). Method accuracy was 91% in men and 92% in women, sensitivity was 88% in men and 88% in women, and specificity was 94% in men and 96% in women. The I_{3M} was highly accurate, representing a satisfactory alternative in legal and forensic practice to discriminate the age of majority in black African individuals [20]. Similarly, Balla *et al.* (2017) [21] analyzed 216 panoramic radiographs of living individuals between 14 and 21 years old, observing high sensitivity (83.3% and 90.2%) and specificity (98.3% and 95.1%) for both sexes. The estimated post-test probability was 98.0% in women and 94.8% in men, and the specific cut-off value of $I_{3M} \leq 0.08$ efficiently classified individuals around 18 years old in southern India [21].

Nóbrega *et al.* (2019) also found that the I_{3M} cut-off point originally proposed by Cameriere *et al.* (2008) [11] accurately distinguished the age of adolescents and young adults in a northeastern Brazilian population. These authors analyzed 394 panoramic radiographs of a sample aged 14 to 23 years. Sensitivity was 88.4%, specificity was 73.2%, accuracy (area under the ROC curve) was 80.8% (95% CI: 76.4–85.3%), and age classification was correct in 80.2% of the sample [12].

This research shows that the correlation between I_{3M} values and patients' age was -0.56 ($p < 0.05$), demonstrating the absence of a

relationship between age and I_{3M} . Thus, despite the moderate correlation, the I_{3M} value was inversely proportional to age, demonstrating consistency in the analyzed sample. That is because the older the individuals, the more sealed the third molar apices, resulting in a lower I_{3M} . Nóbrega *et al.* (2019) studied 394 panoramic radiographs of northeastern Brazilians between 14 and 23 years old [12], and Thilak *et al.* (2021) analyzed 542 panoramic radiographs of Indian individuals between 14 and 24 years old [22], both concluding that I_{3M} is inversely proportional to chronological age, corroborating our findings.

In the present study, it was possible to observe that the correlation between I_{3M} and age is greater for women, with apical closure occurring first in females. This means that as the I_{3M} decreases, the probability of females being 18 years old or over is greater than males. This result differs from the results of Nóbrega *et al.* (2019), who noted earlier apical closure in males [12], and the findings of Cameriere *et al.* (2008) [11] and Thilak *et al.* (2021), according to which no differences in probability were found between the female and male sample in relation to I_{3M} and age [22]. Regarding this aspect, our results coincide with those of Cavrić *et al.* (2016), who concluded that women are slightly faster in developing permanent teeth when compared to men [20].

Studies performed in Brazil [12, 13, 23] have used the Cameriere *et al.* (2008) method [11], but none involved the southern region. Brazil has continental dimensions, so the present research could not apply the technique to a significant sample of its population. However, a southern Brazilian sample confirmed the technique's applicability. That is a limitation of our research and supports the need for further similar studies in different geographic regions of Brazil.

This study is highly relevant and applicable to dental forensics assisting legal claims [24, 25]. Therefore, additional studies with methods for identifying the age of majority through dental X-rays in Brazil are crucial to confirm our results.

Conclusions

The I_{3M} method effectively diagnosed the age of majority in a southern Brazilian population based on the analysis of panoramic radiographs. However, female and male individuals differed regarding the established cut-off point. The original cut-off value proposed for the I_{3M} (0.08) was not the most appropriate for the sample. Thus, index

adjustments to 0.13 for women and 0.06 for men may improve method performance among the analyzed population.

References

1. Gibelli D, De Angelis D, Cattaneo C (2015) Radiological pitfalls of age estimation in adopted children: a case report. *Minerva Pediatr* 67:203–208
2. Karkhanis S, Mack P, Franklin D (2014) Age estimation standards for a Western Australian population using the dental age estimation technique developed by Kvaal et al. *Forensic Sci Int* 235:104.e1–6. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2013.12.008>
3. AlQahtani S, Kawthar A, AlAraik A, AlShalan A (2017) Third molar cut-off value in assessing the legal age of 18 in Saudi population. *Forensic Sci Int* 272:64–67. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2017.01.004>
4. Jayakrishnan JM, Reddy J, Vinod Kumar RB (2021) Role of forensic odontology and anthropology in the identification of human remains. *J Oral Maxillofac Pathol* 25:543–547. https://doi.org/10.4103/jomfp.jomfp_81_21
5. Santiago BM, Almeida L, Cavalcanti YW, et al. (2018) Accuracy of the third molar maturity index in assessing the legal age of 18 years: a systematic review and meta-analysis. *Int J Legal Med* 132:1167–1184. <https://doi.org/10.1007/s00414-017-1766-4>
6. Zelic K, Galic I, Nedeljkovic N, et al. (2016) Accuracy of Cameriere's third molar maturity index in assessing legal adulthood on Serbian population. *Forensic Sci Int* 259:127–132. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2015.12.032>

7. Kvaal SI, Kolltveit KM, Thomsen IO, Solheim T (1995) Age estimation of adults from dental radiographs. *Forensic Sci Int* 74:175–185. [https://doi.org/10.1016/0379-0738\(95\)01760-g](https://doi.org/10.1016/0379-0738(95)01760-g)
8. Willmann C, Fernandez De Grado G, Kolb C, et al. (2023) Accuracy of Age Estimation Using Three Dental Age Estimation Methods in a Young, Large, and Multiethnic Patient Sample. *Dent J (Basel)* 11:288. <https://doi.org/10.3390/dj11120288>
9. Martrille L, Papadodima S, Venegoni C, et al. (2023) Age Estimation in 0–8-Year-Old Children in France: Comparison of One Skeletal and Five Dental Methods. *Diagnostics* 13:1042. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13061042>
10. Balla SB, Nambi NK, Nambi S, et al. (2022) Legal age determined by a new threshold value of third molar maturity index in subjects with impacted mandibular third molars: An orthopantomographic study in south Indian adolescents. *Int J Legal Med* 136:251–259. <https://doi.org/10.1007/s00414-021-02715-8>
11. Cameriere R, Ferrante L, De Angelis D, et al. (2008) The comparison between measurement of open apices of third molars and Demirjian stages to test chronological age of over 18 year olds in living subjects. *Int J Legal Med* 122:493–497. <https://doi.org/10.1007/s00414-008-0279-6>
12. Nóbrega JBM da, Protasio APL, Ribeiro ILA, et al. (2019) Validation of the Third Molar Maturation Index to estimate the age of criminal responsibility in Northeastern Brazil. *Forensic Sci Int* 304:109917. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2019.109917>
13. Goetten IFDS, Oenning ACC, Silva RF, et al. (2022) Diagnostic accuracy of the third molar maturity index (I3M) to assess the

age of legal majority in Northern Brazil-population-specific cut-off values. *Int J Legal Med* 136:1507–1514. <https://doi.org/10.1007/s00414-022-02857-3>

14. Liversidge HM (2008) Timing of human mandibular third molar formation. *Ann Hum Biol* 35:294–321. <https://doi.org/10.1080/03014460801971445>

15. Caldas RA, Bacchi A, Barão VAR, Versluis A (2018) Should adhesive debonding be simulated for intra-radicular post stress analyses? *Dental Materials* 34:1331–1341. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2018.06.025>

16. Rai B, Kaur J, Jafarzadeh H (2010) Dental age estimation from the developmental stage of the third molars in Iranian population. *J Forensic Leg Med* 17:309–311. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2010.04.010>

17. Meinel A, Tangl S, Huber C, et al. (2007) The chronology of third molar mineralization in the Austrian population--a contribution to forensic age estimation. *Forensic Sci Int* 169:161–167. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2006.08.014>

18. de Oliveira FT, Capelozza ALÁ, Lauris JRP, de Bullen IRFR (2012) Mineralization of mandibular third molars can estimate chronological age--Brazilian indices. *Forensic Sci Int* 219:147–150. <https://doi.org/10.1016/j.forsciint.2011.12.013>

19. Chu G, Wang Y-H, Li M-J, et al. (2018) Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority in northern Chinese population. *Int J Legal Med* 132:1759–1768. <https://doi.org/10.1007/s00414-018-1907-4>

20. Cavrić J, Vodanović M, Marušić A, Galić I (2016) Time of mineralization of permanent teeth in children and adolescents in Gaborone, Botswana. *Ann Anat* 203:24–32. <https://doi.org/10.1016/j.aanat.2015.08.001>
21. Balla SB, Galic I, P K, et al. (2017) Validation of third molar maturity index (I3M) for discrimination of juvenile/adult status in South Indian population. *J Forensic Leg Med* 49:2–7. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2017.05.003>
22. Thilak JT, Manisha KM, Sapna DR, Nivedita C (2021) Evaluation of third molar maturity index (I3M) in assessing the legal age of subjects in an Indian Goan population. *J Forensic Odontostomatol* 39:16–24
23. Deitos AR, Costa C, Michel-Crosato E, et al. (2015) Age estimation among Brazilians: Younger or older than 18? *J Forensic Leg Med* 33:111–115. <https://doi.org/10.1016/j.jflm.2015.04.016>
24. Forrest A (2019) Forensic odontology in DVI: current practice and recent advances. *Forensic Sci Res* 4:316–330. <https://doi.org/10.1080/20961790.2019.1678710>
25. Kaul B, Vaid V, Gupta S, Kaul S (2021) Forensic Odontological Parameters as Biometric Tool: A Review. *Int J Clin Pediatr Dent* 14:416–419. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1967>