



**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PATOLOGIA**



LETÍCIA CARNEIRO FARES

**Estimativa de idade dental utilizando o método de Cameriere em uma
população russa**

Ribeirão Preto
2022

LETÍCIA CARNEIRO FARES

**Estimativa de idade dental utilizando o método de Cameriere em uma
população russa**

Versão corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.

Área de Concentração: Patologia.

Opção: Patologia Experimental.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva

Ribeirão Preto
2022

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

Ficha catalográfica

Elaborada pela Biblioteca Central do Campus USP - Ribeirão Preto

Fares, Letícia Carneiro

Estimativa de idade dental utilizando o método de Cameriere em uma população russa. Ribeirão Preto, 2022.
54 p.: il.; 30 cm

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva

Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto/USP. Área de concentração: Patologia.
Orientador: Silva, Ricardo Henrique Alves.

1. Odontologia Legal 2. Ciências Forenses 3. Antropologia Forense
4. Radiologia 5. Radiografia Panorâmica

Nome: Fares, Letícia Carneiro

Título: Estimativa de idade dental utilizando o método de Cameriere em uma população russa.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências.
Área de Concentração: Patologia.
Opção: Patologia Experimental.

Aprovado em: 12/12/2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva

Instituição: FORP/USP

Julgamento: APROVADA

Assinatura: _____

Prof. Dr. Wilson Mestriner Junior

Instituição: FORP/USP

Julgamento: APROVADA

Assinatura: _____

Profa. Dra. Thais Aparecida Xavier

Instituição: Polícia Científica do

Paraná - PR

Julgamento: APROVADA

Assinatura: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Gisela e Waldir, minha base, por todo amor e carinho, por sempre acreditarem em mim, apoiarem meus sonhos e não medirem esforços para me ajudarem a realizá-los.

AGRADECIMENTOS

A **Deus**, pela vida, por me manter em pé e confiante a cada passo, nas dificuldades e nos bons momentos.

À **Universidade de São Paulo (USP)** e à **Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (FMRP-USP)**, pela excelência na qualificação no ensino e na pesquisa.

À **Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto (FORP-USP)** minha segunda casa há anos, pelo acolhimento. E ao **Departamento de Estomatologia, Saúde Coletiva e Odontologia Legal**, onde estive todos esses dias do mestrado junto aos meus colegas, pelo auxílio e estrutura oferecida.

Ao **Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva**, meu orientador, por ter me recebido na pós-graduação da FORP-USP, me orientar e incentivar, por todo esforço e dedicação à área da Odontologia Legal. Pelo conhecimento e ensinamentos compartilhados, pela busca incansável em trazer o melhor para a nossa área de ensino, pesquisa e extensão. Por ser um exemplo de profissional e amor pela profissão. Seu propósito é admirável!

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo apoio financeiro à minha pesquisa, durante a vigência do meu mestrado. O presente trabalho foi realizado com apoio do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

À **CAPES** - o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Aos **meus pais, Gisela e Waldir**, por permanecerem sempre ao meu lado, me orientando, sustentando e incentivando, por serem meus maiores exemplos.

Às **minha irmãs, Isabela e Mariana**, por todo apoio, acolhimento, carinho e amor, por vibrarem comigo a cada conquista.

Ao **meu namorado, André**, por toda força e encorajamento, por acreditar no meu potencial, sempre com muito amor, alegria e leveza.

À **minha família**, por acreditarem em mim, e torcerem sempre pelo meu sucesso pessoal e profissional.

Aos **meus companheiros de departamento**, por todos os bons momentos que vivemos e compartilhamos juntos, pela equipe que nos tornamos através de nossa convivência e sonhos em comum. Em especial aos colaboradores na confecção deste trabalho, **Victor Jacometti**, pelo auxílio nesta pesquisa, ajuda a mim oferecida, comprometimento e dedicação com os resultados que alcançamos. À **Fayla de Carvalho Cotrim**, segunda examinadora deste trabalho, por todo zelo, cuidado, disponibilidade em ajudar, e ao **Paulo Henrique Viana Pinto**, por todo suporte e dedicação.

Aos **funcionários da secretaria do Departamento de Patologia e Medicina Legal**. Especialmente a secretária do Departamento de Patologia e Medicina Legal, **Camila de Luca Zambonini Gimenes**, pela disponibilidade em esclarecer todas as dúvidas desde o primeiro momento, ajudar sempre que possível, com muito carinho e atenção.

À **Sechenov First Moscow State Medical University** e ao **Prof. Dr. Ademir Franco**, pelo fornecimento da amostra radiográfica e contribuição nesta pesquisa.

E a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que eu estivesse aqui hoje e que esta pesquisa se desenvolvesse.

RESUMO

FARES, Letícia Carneiro. **Estimativa de idade dental utilizando o método de Cameriere em uma população russa**. 2022. 55 f. Dissertação (Mestrado em Patologia Experimental) – Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Os arcos dentais são ricos em informações e características que podem contribuir com a estimativa de idade de um indivíduo, em geral, viabilizada por meio da análise de exames radiográficos. Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi investigar se o método proposto por Cameriere et al. (2006) é aplicável para estimativa de idade em subadultos na população russa. A amostra consistiu em 455 radiografias panorâmicas obtidas de arquivos e acervos de imagens provenientes da Universidade de Sechenov, sendo $n=236$ do sexo feminino (51,86%) e $n=219$ do sexo masculino (48,13%), na faixa etária de 8,00 a 15,99 anos. As medições das radiografias foram realizadas por meio do *software* livre *ImageJ* (NIH, EUA). Os menores erros médios foram aos 9 anos na amostra feminina (0,54 e $DP=0,44$), 11 anos na amostra masculina (0,65 e $DP=0,59$) e 9 anos na amostra total (0,68 e $DP=0,5$), sendo os maiores encontrados aos 15 anos na amostra feminina, masculina e total com valores de 2,34 ($DP=0,59$), 1,99 ($DP=0,37$) e 2,22 ($DP=0,5$), respectivamente. Além disso, observou-se, com a aplicação de um modelo ajustado de regressão linear *stepwise*, utilizando metodologias *backward* e *forward*, que, a partir dos 13 anos, também houve tendência crescente à subestimação das idades, porém com melhora dos resultados. Dessa forma, conclui-se que o método de Cameriere et al. (2006) se mostrou aplicável e reprodutível para estimativa de idade dental em subadultos de uma população russa, entretanto, com tendência a subestimação das idades nos grupos etários dos 13 a 15 anos. Com a aplicação das fórmulas de regressão *backward* e *forward* a mesma tendência se manteve, porém com menores erros.

Palavras-Chave: Odontologia Legal; Ciências Forenses; Antropologia Forense; Radiologia; Radiografia Panorâmica.

ABSTRACT

FARES, Letícia Carneiro. **Dental age estimation using the Cameriere method in a Russian population.** 2022. 55 f. Dissertation (Masters in Experimental Pathology) - Ribeirão Preto Medical School, University of São Paulo, Ribeirão Preto, 2022.

Dental arches are rich in information and characteristics that can contribute to the estimation of a person's age, in general, made possible through the analysis of radiographic exams. Therefore, the objective of this research was to investigate whether the method proposed by Cameriere et al. (2006) is applicable for age estimation in subadults in the Russian population. The sample consisted in 455 panoramic radiographs obtained from archives and image collections from the University of Sechenov, being $n=236$ female (51.86%) and $n=219$ male (48.13%), in the age group of 8.0 to 15.99 years. The measurements of the radiographs were performed using the free software ImageJ (NIH, USA). The smallest mean errors were at 9 years in the female sample (0.54 and $SD=0.44$), 11 years in the male sample (0.65 and $SD=0.59$) and 9 years in the total sample (0.68 and $SD=0.5$), being the highest found at 15 years old in the female, male and total sample with values of 2.34 ($SD=0.59$), 1.99 ($SD=0.37$) and 2.22 ($SD=0.5$), respectively. In addition, it was observed, with the application of an adjusted model of stepwise linear regression, using backward and forward methodologies, that from the age of 13, there was also a growing tendency to underestimate the ages, but with improvement in the results. Thus, it's concluded that the method by Cameriere et al. (2006) proved to be applicable and reproducible for estimating dental age in subadults of a Russian population, however, with a tendency to underestimate ages in the age groups of 13 to 15 years. With the application of backward and forward regression formulas, the same trend was maintained, but with fewer errors.

Keywords: Forensic Dentistry; Forensic Sciences; Forensic Anthropology; Radiology; Radiography, Panoramic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando a distância interna das paredes dos canais radiculares com ápices abertos (“Ai”) em dentes permanentes uniradiculares, como no caso do segundo pré-molar permanente inferior esquerdo (A5), e em dentes multiradiculares, como no caso do segundo molar permanente inferior esquerdo, em que o valor de sua abertura apical será a soma dos valores de A71 e A72.....23
- Figura 2: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando o comprimento do elemento dental (“Li”) em dentes permanentes do lado esquerdo, medido da altura máxima do centro do elemento dental, considerando sua borda incisal ou sua cúspide até o final de seu desenvolvimento radicular, representados nesta imagem pelo comprimento radicular do incisivo lateral permanente inferior esquerdo (L2) e do canino permanente inferior esquerdo (L3), respectivamente.....23
- Figura 3: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando a distância interna das paredes dos canais radiculares com ápices abertos (“Ai”) e o comprimento do elemento dental (“Li”), dos sete dentes permanentes do lado esquerdo.....24
- Figura 4: Histograma da diferença média entra idade estimada e idade real da amostra.....29
- Figura 5: Q-Q plot das diferenças médias da amostra.....29
- Figura 6: Gráfico de dispersão da diferença média entre a idade estimada e real da amostra.....30

Figura 7: Boxplot da diferença média entre a idade estimada e real da amostra.....30

Figura 8: Diferenças médias, considerando a fórmula original e as fórmulas ajustadas do modelo.....37

Figura 9: Diferenças médias absolutas, considerando a fórmula original e as fórmulas ajustadas do modelo.....38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise descritiva. Distribuição amostral por sexo e idade após critérios de inclusão e exclusão.....	21
Tabela 2 – Análise descritiva dos valores de Diferença média, Diferença média absoluta, Desvio Padrão (DP), Número amostral (N) e Valor-p das amostras feminina, masculina e total.....	33
Tabela 3: Valores de Diferença Média considerando as fórmulas de regressão linear <i>backward</i> , <i>forward</i> e <i>original</i>	37
Tabela 4: Valores de Diferença Média Absoluta considerando as fórmulas de regressão linear <i>backward</i> , <i>forward</i> e <i>original</i>	38

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AIC	Critério de Informação de Akaike
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
INTERPOL	<i>International Crime Police Organization</i>
IQR	Intervalo interquartil
FMRP	Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto
FORP	Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto
USP	Universidade de São Paulo
I3M	Índice de maturidade do terceiro molar
R ²	Coeficiente de determinação

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO.....	15
2. OBJETIVOS.....	19
2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO.....	19
2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO.....	19
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	20
3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO.....	20
3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO.....	20
3.4 COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA.....	20
3.5 CALIBRAÇÃO E CEGAMENTO DA AMOSTRA.....	21
3.6 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA.....	22
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	25
4. RESULTADOS.....	28
4.1 CONCORDÂNCIA INTRA E INTEREXAMINADORES.....	28
4.2 APLICAÇÃO DA FÓRMULA ORIGINAL DE CAMERIE ET AL. (2006) NA AMOSTRA DE ORIGEM RUSSA.....	28
4.3 OBTENÇÃO DE MODELO AJUSTADO DE REGRESSÃO LINEAR <i>STEPWISE</i> NA AMOSTRA.....	35
4.4 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS ENTRE O MODELO ORIGINAL E AJUSTADOS.....	36
5. DISCUSSÃO.....	40
6. CONCLUSÃO.....	47
7. REFERÊNCIAS.....	48
ANEXO 1.....	54

1. INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

A identidade de um indivíduo pode ser definida como o conjunto de caracteres que o torna diferente dos demais e iguais a si mesmo (SILVA et al., 2012). A identificação, entretanto, é um processo técnico, científico e objetivo, o qual individualiza uma pessoa ou objeto (OLIVEIRA et al., 1998; JORDÃO; SANTIAGO; MONTENEGRO, 2013). No contexto das ciências forenses, segundo o protocolo da *International Crime Police Organization* (INTERPOL), a Papiloscopia, a Genética Forense (DNA) e a Odontologia são considerados métodos primários de identificação humana (INTERPOL, 2018). Nesses casos, a identificação é realizada por meio de comparações entre dados *ante mortem* e *post mortem* (SPRADLEY, 2016).

Quando não for possível aplicar os métodos primários, os métodos secundários auxiliam e direcionam o processo de identificação humana, quando não existirem dados anteriores para comparação, ou até mesmo pelo avançado estado de decomposição de um cadáver (DE BOER et al., 2018). A Antropologia Forense, enquanto método secundário, possibilita que o universo de possíveis vítimas seja reduzido a partir do momento em que se estabelece o perfil bioantropológico de um indivíduo (ROTHWELL, 2001). Esse perfil, por sua vez, é dado pela determinação da espécie, e estimativa das seguintes características: sexo, idade, estatura e ancestralidade (UBERLAKER, 2018).

A estimativa do perfil bioantropológico, mais precisamente da estimativa de idade, encontra-se presente tanto em casos nos quais o indivíduo apresenta-se vivo, quanto em mortos. No caso do exame pericial de indivíduos mortos, além das informações antropológicas, visa auxiliar na sua identificação (GUAY, 2007; BERKETA; JAMES; LAKE, 2012), ao restringir possibilidades, limitando o indivíduo à faixa etária à qual ele pertence.

Já em indivíduos vivos, verificar a que faixa etária um indivíduo faz parte é importante para classificá-lo de acordo com a legislação de cada país, além de auxiliar na averiguação de processos em cenários cíveis, criminais, administrativos, e no direito trabalhista (ALSHIHRI; KRUGER; TENNANT, 2015), o que pode ser visto, por exemplo, em questões judiciais que envolvam obtenção de documentos, requerentes de asilo, aposentadoria e pensão (CUNHA, 2009), imigração ilegal, razões humanitárias e legais, além de fraudes na prática desportiva (SILVA et al., 2018),

como ferramenta para a aplicação de medidas previstas em lei (COSTA, 2016).

Considerando crianças e adolescentes, a avaliação da estimativa de idade dental se dá, por exemplo, pelo fato de que nessa faixa etária estão envolvidas questões como adoção (MELO, 2017), quando não disponível a certidão de nascimento; consentimento sexual (BALLA et al., 2016); casamento; imigração de indivíduos sem documentos que procuram asilo e ter seus direitos reconhecidos; pornografia infantil; tráfico humano; investigação da maioridade penal, de indivíduos que alegam ser menores de idade; crime contra a dignidade sexual de menores e o estabelecimento de penas para o ofensor; aplicação de leis de proteção à criança; entre outros (CAVRIĆ et al., 2016; CAMERIERE et al. 2014).

Com relação à idade do indivíduo, ressalta-se que existem duas classificações, a biológica e a cronológica. A idade biológica de um indivíduo é estabelecida pelo grau de maturação dos diferentes sistemas do organismo, e refere-se ao número real de anos/meses vividos e a influência de condições individuais, como estilo de vida. Por outro lado, a idade cronológica pode ser estimada objetivamente, por meio de índices de maturidade decorrentes da avaliação de estruturas ósseas ou dentais (DEMIRJIAN et al., 1973).

Os métodos esqueléticos ou ósseos podem ser realizados por meio imaginológico, mediante tomografia computadorizada, ressonância magnética e análise de radiografias de mão e punho (ASIF, 2019; DE TOBEL, 2019). A análise física (visual) dos ossos é uma outra forma de estimativa, por exemplo: cartilagem da epífise clavicular medial, diáfise de ossos longos, indicadores na obliteração da sutura do crânio, avaliações da sínfise púbica, da superfície de articulações condrais e do osso íliaco, e do grau de fusão da superfície clavicular-esternal (SCHMELING, 2004; SCHULZ, 2005; CUNHA, 2009).

No entanto, os métodos esqueléticos apresentam desvantagens por conta da variabilidade da maturação óssea, influenciada por fatores ambientais, hormonais e nutricionais (BRKIC; MILICEVIC; PETROVECKI, 2006). Frente a isso, a estimativa de idade dental é de grande importância, e frequentemente utilizada, pois os dentes além de serem as estruturas mais resistentes do corpo humano, são pouco influenciados por fatores genéticos, hormonais, nutricionais, patológicos e ambientais (NOLLA, 1960; MORRES; FANNING; HUNT, 1963).

Somado a isso, o desenvolvimento dos elementos dentais é considerado uma sequência regular de eventos descritos na sua formação e erupção, desde a primeira

infância do indivíduo até o início de sua idade adulta, quando os terceiros molares completam sua rizogênese (GUEDES-PINTO; ISSAO, 2012). Nesse momento, o desenvolvimento dental é substituído por informações morfológicas involutivas, como formação de dentina secundária, aposição de cimento, recessão periodontal, atrito, reabsorção apical e translucidez radicular (MAPLES, 1978; SOLHEIM; SUNDNES, 1980), portanto, é possível obter resultados mais ou menos acurados, dependendo da idade em que o indivíduo apresenta no momento do estudo.

O desenvolvimento dental tem início na sexta semana de vida intrauterina, com uma rápida proliferação de células epiteliais e fatores somáticos, sendo considerados subadultos os fetos (semanas de vida intrauterina), recém-nascidos, infantes ou primeira infância (0-6,0 anos), crianças ou segunda infância (7,0-12,0 anos) e adolescentes (13,0-20,0 anos). Nesses grupos etários, a estimativa de idade dental tem como base a relação entre desenvolvimento e crescimento por meio da análise morfológica da erupção dental e da mineralização de coroas e raízes de dentes decíduos e permanentes (MARSHALL, 1976).

A estimativa de idade dental pode ser realizada por diferentes metodologias, sendo os métodos métricos – numéricos ou quantitativos – os quais consideram tamanhos e proporções da raiz, coroa, cavidade pulpar, abertura apical, dentre outros fatores relacionadas à idade dos indivíduos. Estes normalmente se apresentam mais objetivos quando comparados aos métodos qualitativos, dependentes de avaliação subjetiva de observadores (OLZE et al., 2012). Outra forma de análise decorre de métodos diretos e indiretos, o primeiro baseia-se em exames clínicos intraorais, com a possibilidade de se verificar o número de dentes irrompidos, a sequência eruptiva e estado geral dos elementos dentais; e os métodos indiretos mediante exames histológicos, bioquímicos ou por imagens (BÉRGAMO et al, 2016), como no caso do uso de radiografias panorâmicas.

São diversos os métodos radiográficos utilizados com essa finalidade, observando-se o desenvolvimento coroa-raiz de forma rápida, com baixo custo e sem que haja a destruição do elemento dental. As análises qualitativas compreendem a utilização de atlas, ilustrações, tabelas de desenvolvimento (ALQAHTANI; HECTOR; LIVERSIDGE, 2014); enquanto as análises métricas utilizam mensurações dos elementos dentais e aplicações de fórmulas pré-estabelecidas (CAMERIERE et al., 2008). Em todos esses métodos é necessário que se verifique a eficácia, reprodutibilidade e confiabilidade desses na população específica analisada, e a faixa

etária considerada (SWETHA et al., 2019).

Dentre os métodos que utilizam a mineralização dental para a estimativa de idade em subadultos, estão os preconizados por Nolla (1960), Moorrees et al. (1963), Demirjian, Goldstein & Tanner (1973), Nicodemo, Moraes e Médici Filho (1974), Willems et al. (2001) e Cameriere et al. (2006).

No método original de Cameriere et al. (2006), faz-se a análise métrica para a estimativa de idade dental, na qual foi utilizada uma amostra italiana de 455 radiografias panorâmicas com idades entre 5 e 15 anos. Foram analisados os sete elementos dentais permanentes inferiores esquerdos, considerando a abertura apical e o comprimento de cada elemento dental. Ao final, com base nessas medidas e em seu relacionamento com a idade cronológica de cada indivíduo, uma fórmula de regressão linear foi gerada. Tal método foi testado em outras populações como em espanhóis, eslovênios e croatas, bem como em brasileiros, uma vez que diferenças culturais e étnicas entre populações podem gerar discrepâncias na estimativa de idade dental (CAMERIERE et al., 2008; MACHADO et al., 2020).

Recentemente, a invasão russa à Ucrânia originou a maior fuga de refugiados na Europa desde a Segunda Guerra Mundial, e de acordo com estimativas da Organização Internacional para as Migrações, a qual faz parte da ONU, cerca de 2,5 milhões de pessoas já deixaram a Ucrânia, além de outros 2 milhões de indivíduos participarem de deslocamentos internos e cada vez mais indivíduos russos deixarem seu país (SHEATHER, 2022). Nesse contexto, de grande mobilidade de pessoas e com a presença de políticas autoritárias, surgem problemas enfrentados por esses cidadãos, como guerras civis, extrema pobreza, falta de condições básicas dignas de saúde, dificuldades de acesso à educação e dificuldades de integração, ante a presença de diversos idiomas (GAMBIER et al., 2019; SWETHA et al., 2019).

A Rússia é considerada o maior país do mundo, localizada entre os continentes europeu e asiático, e população estimada em mais de 146 milhões de habitantes, no ano de 2022. O país é populoso, entretanto, pouco povoado, com densidade demográfica baixa, com cerca de 9 hab/km² (WORLDOMETER, 2022). Dessa forma, considerando o seu contexto geográfico e demográfico, diferenças étnicas e culturais, e o fato de que dados relativos a essa população são escassos e de difícil acesso, a atual pesquisa buscou avaliar o método de Cameriere et al. (2006) em indivíduos russos, considerando que o método em questão ainda não foi validado nesta população.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO PRIMÁRIO

O objetivo deste trabalho foi testar a aplicabilidade do método de Cameriere et al. (2006) para estimativa de idade dental em subadultos de uma população russa.

2.2 OBJETIVO SECUNDÁRIO

Já o objetivo secundário deste trabalho foi obter modelos ajustados de regressão linear *stepwise*, *backward* e *forward*, os quais permitam estimativas de idade mais precisas em subadultos russos.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ASPECTOS ÉTICOS

A presente pesquisa refere-se a um estudo observacional transversal, o qual teve aprovação do Comitê de Ética da Sechenov University, Rússia, mediante o protocolo no. 11-18, de 5 de Dezembro de 2018 (anexo 1).

3.2 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Os critérios de inclusão foram: radiografias panorâmicas de indivíduos russos, com idade entre 8,0 e 15,99 anos, e sexo conhecido. As radiografias deviam apresentar boa qualidade e bom estado de conservação da imagem.

3.3 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Foram excluídos da amostra: radiografias panorâmicas de indivíduos com lesões ósseas, agenesias e patologias dentais, tratamentos ortodônticos, restauradores e reabilitadores nos elementos dentais analisados.

3.4 COMPOSIÇÃO DA AMOSTRA

As radiografias panorâmicas foram coletadas, retrospectivamente, do acervo imaginológico do Departamento de Medicina Forense da Universidade de Sechenov, Moscou - Rússia, compondo uma amostragem por conveniência. Os exames radiológicos foram realizados com finalidade diagnóstica e terapêutica, entre os anos de 2017 e 2019. A amostra foi dividida por idade e sexo relatados pelo paciente, mas a idade em decimais não pôde ser calculada, pois não havia dados disponíveis a respeito das datas de nascimento dos pacientes e da obtenção dos exames, sendo, então, a idade documental de cada indivíduo expressa em anos.

Tais radiografias foram obtidas por meio do dispositivo KaVo Pan eXam PLUS system (Kavo, Alemanha), com o protocolo de aquisição de 66 Kv, 2,5 mA e 17s. Posteriormente, as imagens foram arquivadas em formato .tiff com 600 dpi e importadas para um computador pessoal (Notebook Acer Aspire 5 A515-54-57EN Intel

Core i5, Nova Taipé, Taiwan). Após a seleção das radiografias panorâmicas femininas e masculinas, as imagens foram analisadas pelo *software* livre *ImageJ* (Wayne Rasband; National Institutes of Health, USA), utilizando ferramentas para ajustes em tamanho (zoom), brilho e contraste para otimizar a avaliação.

O acervo, a partir do qual a amostra foi disponibilizada, era composto por radiografias panorâmicas de indivíduos a partir dos 8 anos de idade, por esta razão não foram incluídos indivíduos mais jovens no estudo. Entretanto, considerando a faixa etária dos 8 aos 15,99 anos, estavam disponíveis para análise 505 radiografias panorâmicas, sendo n=267 do sexo feminino (52,87%) e n=238 do sexo masculino (47,12%).

Baseado nos critérios de elegibilidade, foram excluídas 50 radiografias panorâmicas, sendo elas 31 radiografias panorâmicas femininas e 19 radiografias panorâmicas masculinas. Após a aplicação dos critérios de inclusão e exclusão, a amostra do estudo consistiu em 455 radiografias panorâmicas, sendo n=236 do sexo feminino (51,86%) e n=219 do sexo masculino (48,13%) (Tabela 1).

Tabela 1 – Análise descritiva. Distribuição amostral por sexo e idade após critérios de inclusão e exclusão.

Grupo etário (anos)	Sexo		Total
	Feminino	Masculino	
8 — 8,99	20	35	55
9 — 9,99	15	24	39
10 — 10,99	28	26	54
11 — 11,99	35	23	58
12 — 12,99	30	31	61
13 — 13,99	34	33	67
14 — 14,99	39	27	66
15 — 15,99	35	20	55
Total	236	219	455

Fonte: do autor, 2022.

3.5 CALIBRAÇÃO E CEGAMENTO DA AMOSTRA

Anteriormente ao início das análises das radiografias panorâmicas na totalidade da amostra, treinamentos e calibração foram realizados entre dois examinadores, sob a supervisão de um examinador especialista em Odontologia

Legal que apresentava experiência prévia no método, utilizando-se uma amostra independente, $n=16$. As análises foram realizadas com intervalos de tempo, em três dias diferentes, dentro de duas semanas.

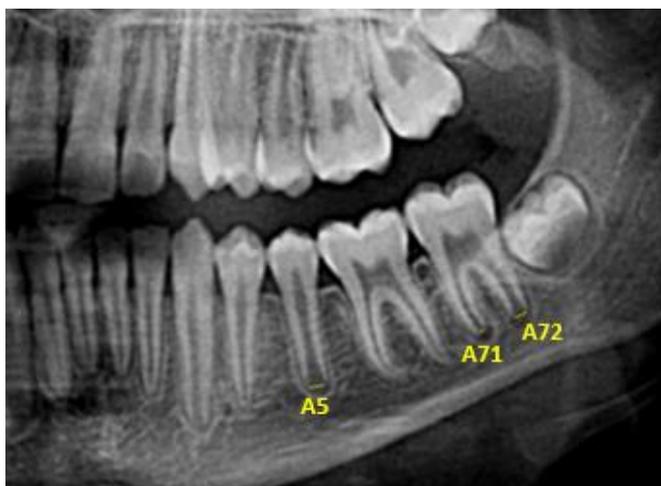
Feito isso, a fim de constatar a eficácia do treinamento e a concordância adequada, foi avaliado o coeficiente de correlação intraclasse (ICC), o qual mostrou um valor de concordância alto interexaminadores de 0.97, demonstrando que os dois examinadores estavam calibrados para iniciar a análise da amostra total. Antes de se iniciar as medições e análises das radiografias panorâmicas na totalidade da amostra, estas foram então renomeadas utilizando-se códigos, e aleatorizadas.

3.6 DESCRIÇÃO DA METODOLOGIA

O método de Cameriere et al. (2006) é baseado nas mensurações das aberturas dos ápices dos sete elementos dentais permanentes inferiores do lado esquerdo. Tais elementos dentais (i) são numerados de 1 a 7, de acordo com a sua posição no arco ($i=1$ a 7), do incisivo central ao segundo molar inferior esquerdo.

Para os dentes com uma raiz, é medida a distância entre os lados internos do ápice aberto, e para os dentes com duas raízes é realizada a soma das distâncias dos lados internos dos dois ápices abertos (Figura 1). A fim de diminuir possíveis diferenças na ampliação e angulação das radiografias panorâmicas, considerando o efeito de raios X, as medições são normalizadas pela razão (x_i) entre abertura apical (A_i) e o comprimento total do elemento dental (L_i), o qual é medido da altura máxima do centro do elemento dental, considerando sua cúspide ou borda incisal, até o final de seu desenvolvimento radicular (Figura 2).

Figura 1: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando a distância interna das paredes dos canais radiculares com ápices abertos (“Ai”) em dentes permanentes uniradiculares, como no caso do segundo pré-molar permanente inferior esquerdo (A5), e em dentes multiradiculares, como no caso do segundo molar permanente inferior esquerdo, em que o valor de sua abertura apical será a soma dos valores de A71 e A72.



Fonte: do autor, 2022.

Figura 2: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando o comprimento do elemento dental (“Li”) em dentes permanentes do lado esquerdo, medido da altura máxima do centro do elemento dental, considerando sua borda incisal ou sua cúspide até o final de seu desenvolvimento radicular, representados nesta imagem pelo comprimento radicular do incisivo lateral permanente inferior esquerdo (L2) e do canino permanente inferior esquerdo (L3), respectivamente.



Fonte: do autor, 2022.

Na Figura 3, é possível observar a representação das medições propostas por Cameriere et al. (2006) dos sete elementos dentais permanentes inferiores esquerdos.

Figura 3: Imagem ilustrativa da análise de uma radiografia panorâmica por meio do método proposto por Cameriere et al. (2006), exemplificando a distância interna das paredes dos canais radiculares com ápices abertos (“Ai”) e o comprimento do elemento dental (“Li”), dos sete dentes permanentes do lado esquerdo.



Fonte: do autor, 2022.

No método proposto por Cameriere et al. (2006), as mensurações foram realizadas pelo software *ImageJ* (Wayne Rasband; National Institutes of Health, USA) e aplicadas na seguinte fórmula de regressão linear:

$$\text{Idade} = (8.971) + (0.375 * g) + (1.631 * x5) + (0.674 * N0) - (1.034 * s) - (0.76 * s) * N0$$

Sendo:

- (g) - o sexo do indivíduo, em que g = 1 para homens e g = 0 para mulheres;
- (s) - a soma dos valores de “xi”, para cada elemento dental inferior esquerdo;
- (x5) - a razão entre a largura e a altura do quinto elemento dental avaliado;
- (N0) - número de elementos dentais com o ápice fechado.

É importante destacar que nos casos em que o desenvolvimento radicular se encontra completo, o valor da abertura do ápice (Ai) é substituído por 0 e o valor do comprimento do dente (Li) é substituído por 1.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para a tabulação e organização dos dados foi empregado o software Excel[®] (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), contendo as informações referentes ao sexo e idade real do indivíduo. Considerando a idade uma variável dependente quantitativa (numérica), o coeficiente de correlação intraclassa (ICC) foi o teste estatístico de escolha para avaliar a concordância intra e interexaminadores.

A concordância do estudo foi avaliada duas semanas após o término das análises das radiografias panorâmicas da amostra total. Para isso, a concordância intraexaminador foi observada na reanálise de 40 radiografias panorâmicas aleatórias da amostra total, e a interexaminadores, obtida na comparação das medidas feitas pelos dois examinadores independentes, na totalidade da amostra.

Considerou-se como nível de significância estatística o valor de $p \leq 0,05$. Dessa forma, foi possível mensurar a confiabilidade dos resultados obtidos intra e interexaminadores, com valores iguais ou semelhantes encontrados para a variável “idade”, além de verificar a reprodutibilidade do método proposto.

As distribuições de todas as variáveis foram testadas quanto à sua normalidade, o que pôde ser observado pela análise de histograma e Q-Q plot, possibilitando ilustrar como os dados estavam distribuídos ao redor do valor central (0). Feito isso, as correlações entre as variáveis mensuradas e as idades dos indivíduos foram analisadas por meio do coeficiente de correlação de Pearson (r), que tem como finalidade medir o grau da correlação linear entre duas variáveis quantitativas, com valores situados entre -1,0 e 1,0. Quando $r=1$ significa que há uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis, já quando $r=-1$ há correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, ou seja, quando uma aumenta, a outra sempre diminui. E por fim, quando $r=0$ as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra, devendo o resultado, nesse caso, ser investigado por outros meios. Neste estudo, todas as correlações entre as variáveis e a idade foram significativas negativas.

Além disso, considerando que todas as variáveis apresentaram distribuição normal, utilizou-se o teste t de student pareado para a comparação de médias, verificando diferenças entre as idades estimadas e reais. Essa diferença foi encontrada subtraindo a idade real/cronológica da idade estimada de cada indivíduo da amostra total (idade estimada - idade real/cronológica). De tal forma que sendo

essa diferença positiva (+) verificam-se médias superestimadas, e quando negativa (-), sua subestimação.

Por meio de uma planilha do software Excel[®] (Microsoft Corp., Redmond, WA, USA), foram tabulados e organizados os valores das diferenças médias e diferenças médias absolutas de cada grupo etário, considerando indivíduos do sexo feminino, masculino e a amostra total. Lembrando que os valores de diferença média absoluta estabelecem a diferença entre a idade estimada e real/cronológica sem considerar os sinais negativos e positivos, ao contrário da diferença média que compensa valores e seus sinais negativos e positivos. Dessa forma, foi possível observar o viés e erro de cada grupo etário por sexo, e na amostra total.

Analisadas as correlações, as variáveis com interações mais significativas com a idade dos indivíduos foram analisadas mediante duas regressões lineares *stepwise*, *backward* e *forward*, a fim de adequar as metodologias empregadas para a população estudada. As duas novas fórmulas foram construídas e validadas utilizando-se 10% da amostra total (n=45), visto que esta não poderia ser analisada em sua totalidade, pois os novos modelos poderiam ser reconhecidos e classificados como perfeitos, porém isso seria decorrente de um vício de análise.

O método *stepwise* auxilia o pesquisador a selecionar as variáveis importantes ao modelo, e utiliza o Critério de Informação de Akaike (AIC) na combinação das variáveis dos diversos modelos simulados para selecionar o número de variáveis que explicam o modelo.

O AIC é um dos critérios mais utilizados para seleção de modelos de regressão, sendo capaz de mensurar a qualidade de um modelo estatístico, visando sua simplicidade. Quanto menor o AIC, melhor o ajuste do modelo, com menores perdas de informação e melhores resultados de verossimilhança.

O R^2 é uma medida estatística com valores entre 0 e 1, sendo expresso em termos percentuais, que possibilita analisar o quanto uma variável se relaciona com outra, e quão próximos os dados estão da linha de regressão linear, seja ela simples ou múltipla. Quanto maior o R^2 , melhor o modelo se ajusta aos dados da amostra, por exemplo, um $R^2 = 0,9256$ indica que o modelo linear explica em 92,56% que a variável independente escolhida determina a variação a qual a variável dependente sofre. Por sua vez, o R^2 ajustado é uma versão modificada do R^2 com ajustes para o número de preditores no modelo, o qual aumenta somente se houver melhora do modelo, e diminui quando há fatores que afetam a variabilidade da variável explicada.

Sendo assim, o desempenho do modelo não ajustado e dos ajustados foram comparados pelo Coeficiente de Determinação (R^2), pelo R^2 ajustado e pelo Critério de Informação de Akaike (AIC). E por fim, foram comparadas as diferenças médias e diferenças médias absolutas obtidas no modelo original de Cameriere et al. (2006), e nos novos modelos ajustados.

4. RESULTADOS

4.1 CONCORDÂNCIA INTRA E INTEREXAMINADORES

Após o término das análises das radiografias panorâmicas de toda a amostra, a concordância do estudo foi avaliada. Para isso, a concordância intraexaminador foi observada na reanálise de 40 radiografias panorâmicas aleatórias da amostra total, obtendo ICC igual a 0.99, ou seja, quase perfeita. Já a concordância interexaminadores foi obtida na comparação das medidas feitas pelos dois examinadores independentes na totalidade da amostra, obtendo ICC igual a 0.91, considerada excelente. Tais resultados indicam precisões nas análises realizadas, visto que, quanto mais próximo do valor 1, maior a correlação observada entre as idades estimadas. Dessa forma, não foram encontradas diferenças significativas entre os resultados.

4.2 APLICAÇÃO DA FÓRMULA ORIGINAL DE CAMERIERE ET AL. (2006) NA AMOSTRA DE ORIGEM RUSSA

De acordo com o histograma da diferença média entre as idades reais e estimadas da amostra foi possível observar uma tendência a distribuição normal dos resíduos e erros (Figura 4). O mesmo pôde ser visto no Q-Q plot onde a diferença média teve aderência à normalidade (Figura 5), assim como houve a presença de valores outliers, definidos como valores atípicos em relação aos demais.

Considerando uma regressão linear, é importante que a distribuição de erros e resíduos seja normal, caso contrário o modelo falhará em fornecer bons resultados com os dados obtidos, tendo em vista que a análise de resíduos, por exemplo, representa a quantidade da variabilidade das variáveis que o modelo ajustado não consegue explicar.

Figura 4: Histograma da diferença média entra idade estimada e idade real da amostra.

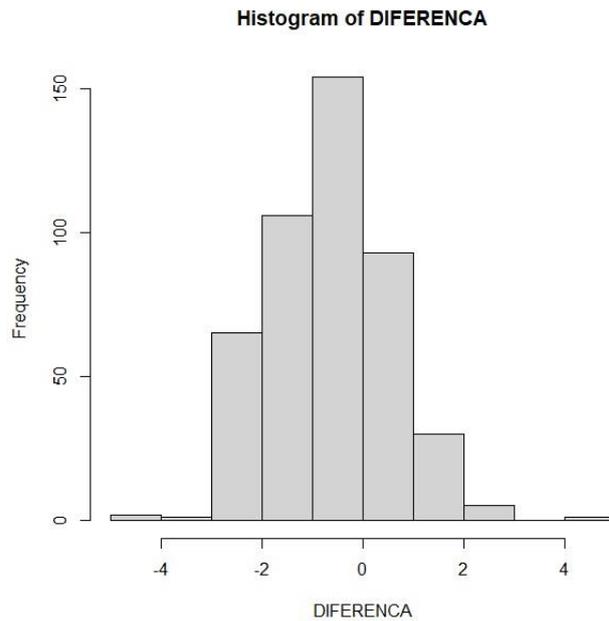
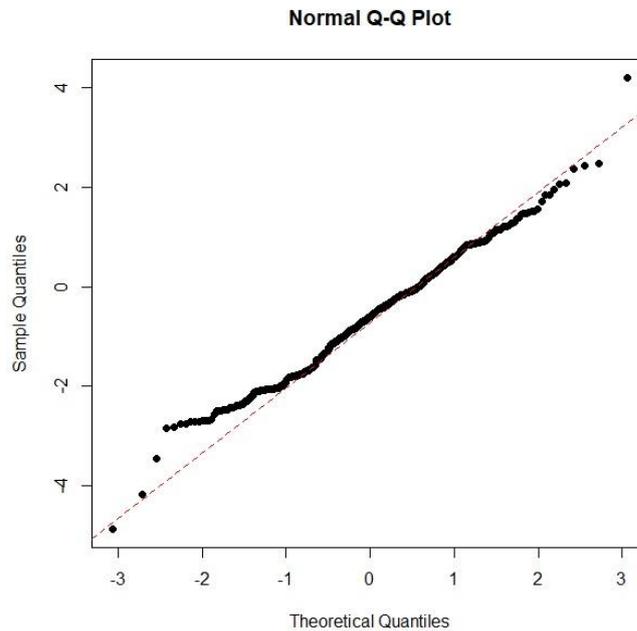


Figura 5: Q-Q plot das diferenças médias da amostra.



De acordo com o gráfico de dispersão e o boxplot da distribuição dos valores de diferença entre idade real e idade estimada na totalidade da amostra, foi possível observar que com o avanço das idades houve um aumento da tendência a subestimação das mesmas, com mais resultados negativos. Além da presença de outliers, indicando possíveis valores discrepantes (Figuras 6 e 7).

Figura 6: Gráfico de dispersão da diferença média entre a idade estimada e real da amostra.

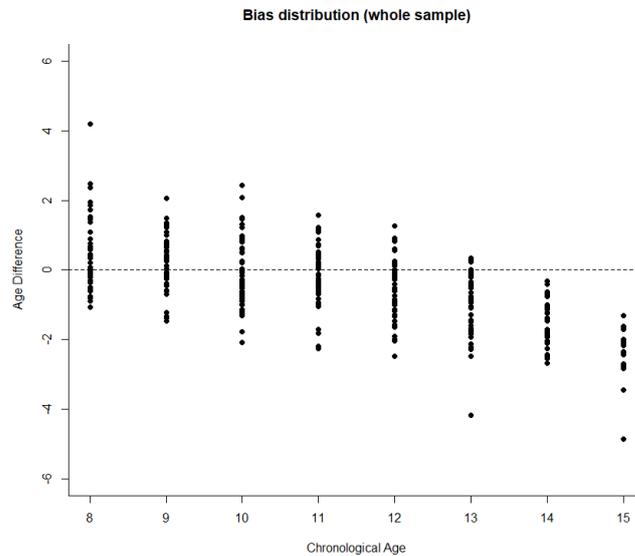
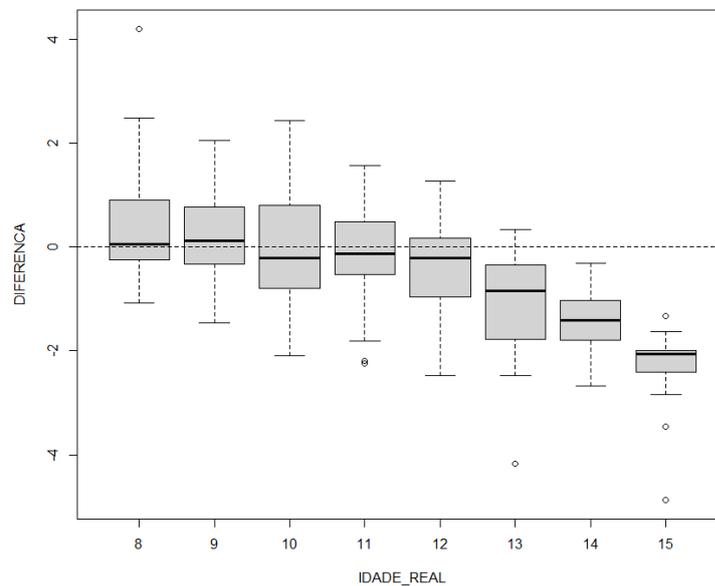


Figura 7: Boxplot da diferença média entre a idade estimada e real da amostra.



Considerando a fórmula original, na tabela 2 é possível verificar, em negrito, valores resultantes do teste T de Student pareado que foram estatisticamente significantes ($\alpha=5\%$) entre as diferenças médias das idades estimadas em relação às idades cronológicas dos indivíduos, considerando todos os grupos etários analisados. Essas diferenças foram significativas ($p \leq 0,05$) dentre as idades de 13 a 15 anos para

os indivíduos do sexo feminino, e de 12 a 15 anos para os indivíduos do sexo masculino, e na amostra total, aos 8 anos e de 12 a 15 anos.

Além disso, pôde-se perceber que o método se desenvolveu melhor na amostra feminina entre as idade de 8 a 12 anos, na amostra masculina entre as idade de 8 a 11 anos e na amostra total de 9 a 11 anos, não sendo encontradas diferenças estatisticamente significantes ($p > 0,05$).

Na tabela 2, é possível observar também que os maiores erros foram encontrados no grupo etário de 15 anos na amostra feminina, masculina e total, sendo na amostra feminina o valor da diferença média absoluta igual a 2,24 (DP=0,59), e diferença média de -2,24 (DP=0,59). Nos indivíduos masculinos, a diferença média absoluta foi igual a 1,99 (DP=0,37) e a diferença média de -1,99 (DP=0,37). E já para a amostra total, com diferença média absoluta de 2,22 (DP=0,5) e diferença média de -2,22 (DP=0,55).

Também pôde ser vista uma tendência a superestimavas entre a idade real e a estimada observadas na amostra feminina nas idades de 8, 9 e 11 anos, sendo a diferença média=0,47 (DP=1,14) aos 8 anos; diferença média=0,07 (DP=0,71) aos 9 anos; diferença média=0,03 (DP=0,88) aos 11 anos; e na amostra masculina o mesmo foi observado nas idades de 8, 9 e 10 anos, com diferença média=0,37 (DP=0,95) aos 8 anos; diferença média=0,23 (DP=0,91) aos 9 anos; diferença média=0,12 (DP=0,94) aos 10 anos. Já na amostra total, isso pôde ser percebido nas idades de 8 e 9 anos, dado que a diferença média foi positiva, acima do real valor, de 0,41 (DP=1,02) aos 8 anos e, diferença média=0,17 (DP=0,83) aos 9 anos.

Já em relação à tendência à subestimação, isso pôde ser observado na amostra feminina nas idades de 10, 12, 13, 14 e 15 anos, com valores de diferença média=-0,18 (DP=0,99) aos 10 anos; diferença média=-0,26 (DP=0,98) aos 12 anos; diferença média =-0,91 (DP=0,98) aos 13 anos; diferença média=-1,53 (DP=0,56) aos 14 anos; diferença média=-2,34 (DP=0,59) aos 15 anos. O mesmo foi observado na masculina nas idades de 11 a 15, com valores de diferença média=-0,17 (DP=0,87) aos 11 anos; diferença média=-0,47 (DP=0,77) aos 12 anos; diferença média=-1,12 (DP=1,05) aos 13 anos; diferença média=-1,27 (DP=0,6) aos 14 anos; diferença média=-1,99 (DP=0,37) aos 15 anos. E na amostra geral nas idades de 10 a 15 anos, com valores estimados, em média, abaixo do real valor em anos, apresentando diferença média=-0,04 (DP=0,97) aos 10 anos; diferença média=-0,05 (DP=0,87) aos 11 anos; diferença média=-0,36 (DP=0,88) aos 12 anos; diferença média=-1,01

(DP=0,89) aos 13 anos; diferença média=-1,43 (DP=0,58) aos 14 anos; diferença média=-2,22 (DP=0,55) aos 15 anos.

Considerando a diferença média absoluta, a maior precisão foi aos 9 anos na amostra feminina (0,54 e DP=0,44), 11 anos na amostra masculina (0,65 e DP=0,59) e 9 anos na amostra total (0,68 e DP=0,5). Já em relação à diferença média, os melhores resultados foram encontrados aos 11 anos na amostra feminina, igual a 0,03 (DP=0,88). Na amostra masculina isso pôde ser observado aos 10 anos, com diferença média de 0,12 anos (DP=0,94), e na amostra total, na faixa etária dos 10 anos, o qual apresentou diferença média de -0,04 (DP=0,97).

Tabela 2: Análise descritiva dos valores de Diferença média, Diferença média absoluta, Desvio Padrão (DP), Número amostral (N) e Valor-p das amostras feminina, masculina e total.

Grupo etário (anos)	FEMININAS				MASCULINAS				TOTAL			
	Diferença média / DP	Diferença média absoluta / DP	N	Valor- p	Diferença média / DP	Diferença média absoluta / DP	N	Valor-p	Diferença média / DP	Diferença média absoluta / DP	N	Valor-p
8	0,47 (1,14)	0,78 (0,95)	20	0,08	0,37 (0,95)	0,75 (0,68)	36	0,02	0,41 (1,02)	0,76 (0,8)	56	0,004
9	0,07 (0,71)	0,54 (0,44)	15	0,69	0,23 (0,91)	0,76 (0,52)	24	0,21	0,17 (0,83)	0,68 (0,5)	39	0,2
10	-0,18 (0,99)	0,87 (0,49)	28	0,34	0,12 (0,94)	0,73 (0,58)	26	0,53	-0,04 (0,97)	0,80 (0,5)	54	0,77
11	0,03 (0,88)	0,73 (0,47)	35	0,84	-0,17 (0,87)	0,65 (0,59)	24	0,37	-0,05 (0,87)	0,70 (0,5)	59	0,67
12	-0,26 (0,98)	0,84 (0,55)	30	0,16	-0,47 (0,77)	0,68 (0,58)	31	0,002	-0,36 (0,88)	0,76 (0,6)	61	0,002
13	-0,91 (0,98)	0,91 (0,69)	34	<0,001	-1,12 (1,05)	1,23 (0,92)	33	<0,001	-1,01 (0,89)	1,06 (0,8)	67	<0,001
14	-1,53 (0,56)	1,53 (0,56)	40	<0,001	-1,27 (0,60)	1,27 (0,60)	27	<0,001	-1,43 (0,58)	1,43 (0,6)	67	<0,001
15	-2,34 (0,59)	2,34 (0,59)	36	<0,001	-1,99 (0,37)	1,99 (0,37)	20	<0,001	-2,22 (0,55)	2,22 (0,5)	56	<0,001

Fonte: do autor, 2022.

4.3 OBTENÇÃO DE MODELO AJUSTADO DE REGRESSÃO LINEAR *STEPWISE* NA AMOSTRA

Após a aplicação da fórmula original proposta por Cameriere et al. (2006) na amostra total russa, na tentativa de melhorar os resultados obtidos e a precisão nas estimativas de idade, foram construídos dois modelos específicos para a população russa, utilizando-se metodologias de regressão linear *stepwise*, *backward* e *forward*.

A regressão linear demonstra como as variáveis se relacionam, e por meio dela é possível realizar previsões. No caso de uma regressão linear múltipla, há a presença de variáveis independentes e uma variável dependente, como no caso da idade de um indivíduo. As variáveis que apresentam maior interação e correlação podem então ser selecionadas por um processo definido como “passo a passo” ou, em inglês, chamado de *stepwise*, que pode ser *backward* ou *forward*, as quais, respectivamente, removem e adicionam variáveis de acordo com sua significância, e além disso, possuem melhores resultados de precisão na predição de estimativas.

Na regressão *backward*, inicia-se a elaboração do modelo estatístico com todas as variáveis independentes e, passo a passo, elimina-se as variáveis que menos contribuem com o modelo, até chegar ao ponto que definitivamente não há melhorias do mesmo. Já na regressão *forward*, inicia-se o modelo sem variáveis independentes e, passo a passo, elas são acrescentadas até que não se consiga mais aumentar significativamente a melhora do modelo.

Na regressão *backward*, 12 variáveis tiveram melhor desempenho, sendo elas: (L1), (A2), (L2), (L3), (A5), (L5), (X5), (L6), (A7), (X7), (N) e (S). Desse modo, a fórmula específica resultante para a regressão *backward* foi:

$$\begin{aligned} \text{“Idade} &\sim (9.3140632917) + (0,0025699914) * (L1) + (0,0567272926) * (A2) + (0,0012571858 \\ &*) * (L2) + (0,0014772755) * (L3) - \\ &(0,0147477534) * (A5) + (0,0008482603) * (L5) + (1,5254583859) * (X5) + (0,0019598634) * (\\ &L6) - (0,0228345826) * (A7) + (1,9265880656) * (X7) + (0,7830229717) * (N) - \\ &(1,3996799578) * S \text{“} \end{aligned}$$

Já na regressão *forward*, 10 variáveis tiveram melhor desempenho, sendo elas: (N), (A7), (L2), (X4), (L1), (L6), (A2), (L3), (A5) e (L5). A fórmula específica resultante

para a regressão *forward* foi:

$$\begin{aligned} \text{“Idade} \sim & (9.3362191461) + (0.7790940292) * (N) - \\ & (0.0195468899) * (A7) + (0.0012307946) * (L2) - \\ & (2.2110679681) * (X4) + (0.0024671641) * (L1) + (0.0017508436) * (L6) + (0.0484893937) * \\ & (A2) + (0.0013325857) * (L3) - (0.0148946548) * (A5) + (0.0008213632) * (L5) \text{”} \end{aligned}$$

Para a regressão *backward* o AIC foi de 63.56173, $R^2=0.7823$ e R^2 ajustado=0.7761; já para a regressão *forward*, o AIC foi de 60.68811, $R^2=0.7818$ e R^2 ajustado=0.7766. Dessa forma, o menor valor do AIC, o qual foi encontrado na regressão *forward*, indica que esta apresenta melhores resultados, com menores perdas de informações comparada ao valor do AIC da regressão *backward*. Entretanto, em relação ao R^2 , o melhor valor foi encontrado na regressão *backward*, em que o modelo indicou que a variável independente escolhida explica em 78,23% a variação na qual a variável dependente, no caso a idade, sofre. Já na regressão *forward*, isto foi percebido em 78,18%. Em relação aos ajustes do R^2 , em ambas as equações não foram encontradas melhoras significativas.

4.4 COMPARAÇÃO DE RESULTADOS ENTRE O MODELO ORIGINAL E AJUSTADOS

Comparando os resultados entre o modelo original da fórmula proposta por Cameriere et al. (2006) e as duas novas fórmulas dos modelos ajustados utilizando 10% da amostra total ($n=45$), foi possível observar que os valores da média e desvio padrão das idades estimadas em relação às idades cronológicas dos indivíduos, na fórmula original, foram de -0,703182 e 1,09696557, respectivamente. Para a regressão *forward*, os valores da média e desvio padrão foram de -0,13 e 0,959946, respectivamente, e por fim, para a regressão *backward*, os valores da média e desvio padrão foram de -0,14 e 0,958525, respectivamente. Indicando, de modo geral, tendência a subestimações na fórmula original e nos dois modelos ajustados.

Já considerando os grupos etários, de acordo com o gráfico de linhas das diferenças médias (Figura 8), não foi possível observar uma diferença significativa entre a performance das duas novas fórmulas geradas, o que também pode ser visto na Tabela 3, que as idades dos indivíduos foram em média superestimadas nas idades

de 8, 9 e 12 anos, com valores positivos de diferença média. E a partir dos 13 anos houve uma tendência crescente à subestimação em ambas.

Na fórmula original, em que a amostra total foi analisada, foi possível observar esse mesmo padrão de superestimativa nas idades de 8 e 9 anos, entretanto, com subestimação dos indivíduos com 12 anos, em que a diferença média foi de -0,36. O método se mostrou melhor nas idades de 10 e 11 anos para as três fórmulas, com melhora nos resultados a partir dos 13 anos de idade dos indivíduos nos modelos ajustados (Tabela 3).

Figura 8: Diferenças médias, considerando a fórmula original e as fórmulas ajustadas do modelo.

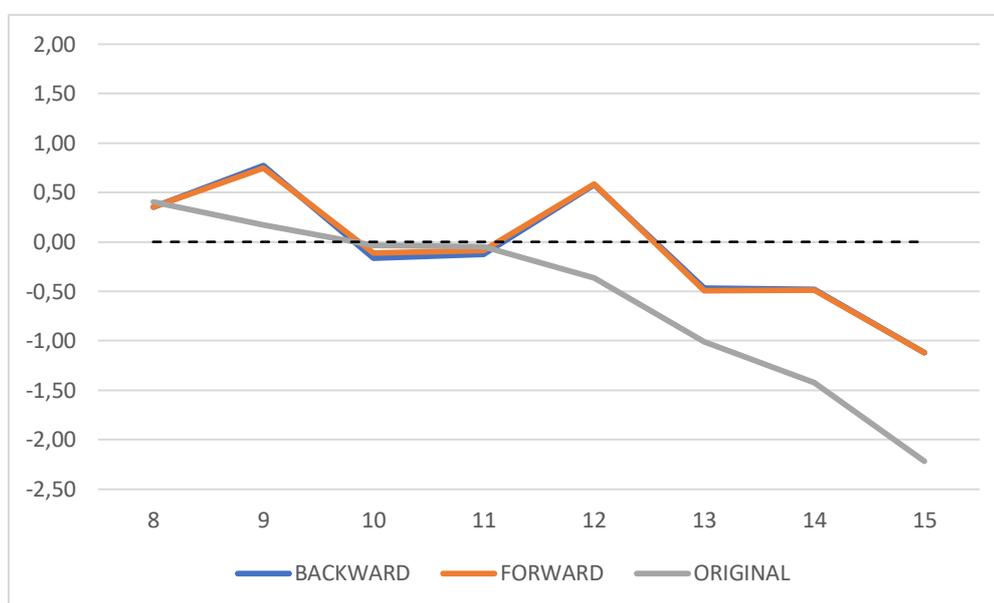


Tabela 3: Valores de Diferença Média considerando as fórmulas de regressão linear *backward*, *forward* e original.

Valores de Diferença Média			
Grupo etário (anos)	<i>Backward</i>	<i>Forward</i>	Original
8 — 8,99	0,35	0,35	0,41
9 — 9,99	0,77	0,75	0,17
10 — 10,99	-0,16	-0,11	-0,04
11 — 11,99	-0,13	-0,09	-0,05
12 — 12,99	0,58	0,59	-0,36
13 — 13,99	-0,47	-0,49	-1,01
14 — 14,99	-0,48	-0,49	-1,43

15 — 15,99	-1,12	-1,12	-2,22
-------------	-------	-------	-------

Fonte: do autor, 2022.

Analisando o gráfico de barras das diferenças médias absolutas das idades estimadas em relação às idades cronológicas dos indivíduos por grupo etário (Figura 9), foi observado que dos 8 aos 11 anos as três fórmulas obtiveram resultados semelhantes, com erros parecidos, o que também pode ser visto na Tabela 4. Na idade de 12 anos, houve maior erro nas duas fórmulas ajustadas, com valores de diferença média absoluta de 1,22 e 1,24 para as fórmulas *backward* e *forward*, respectivamente. Porém, a partir disso, nas idades mais avançadas, dos 13 aos 15 anos, a fórmula original apresentou maiores erros quando as três fórmulas foram comparadas.

Figura 9: Diferenças médias absolutas, considerando a fórmula original e as fórmulas ajustadas do modelo.

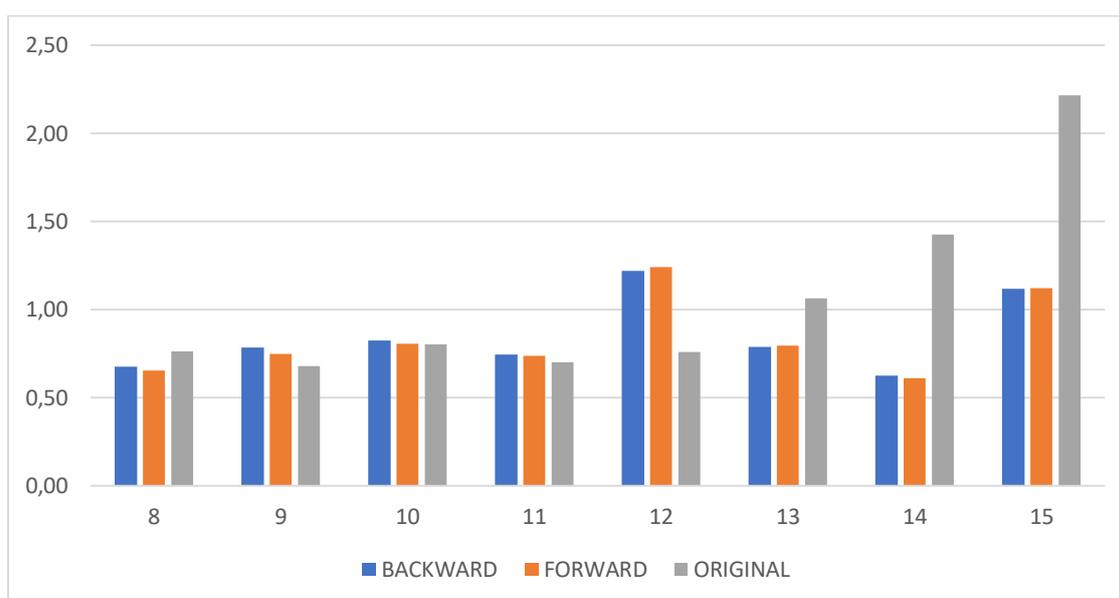


Tabela 4: Valores de Diferença Média Absoluta considerando as fórmulas de regressão linear *backward*, *forward* e original.

Valores de Diferença Média Absoluta			
Grupo etário (anos)	<i>Backward</i>	<i>Forward</i>	Original
8 — 8,99	0,67	0,65	0,76
9 — 9,99	0,78	0,75	0,68
10 — 10,99	0,83	0,80	0,80

11 — 11,99	0,74	0,74	0,70
12 — 12,99	1,22	1,24	0,76
13 — 13,99	0,79	0,79	1,06
14 — 14,99	0,63	0,61	1,43
15 — 15,99	1,12	1,12	2,22

Fonte: do autor, 2022.

5. DISCUSSÃO

Considerando a Rússia um país com diferenças culturais e sociais, e o aumento do fluxo migratório no país, reforçado pela recente guerra contra a Ucrânia, é comum indivíduos não apresentarem documentação legal e válida, ou até mesmo apresentarem documentações incorretas (SCHMELING et al., 2008). Além disso, a demanda por asilo de refugiados é grande, e nesses casos, faz-se necessária a aplicação de metodologias para a estimativa de idade, a fim de se conhecer a que faixa etária pertencem, auxiliando a aplicação de medidas previstas em lei, bem como de seus direitos e deveres.

Nos últimos dez anos, estudos em estimativa de idade vêm crescendo na literatura, com a aplicação de metodologias em populações específicas com o intuito de avaliar sua aplicabilidade na comparação de idades estimadas com a idade real/cronológica de um indivíduo (PINCHI et al., 2012). Esses estudos têm demonstrado confiabilidade na utilização de radiografias panorâmicas, as quais são de fácil realização, baixo custo e apresentam distorções aceitáveis quando realizadas de forma correta (PAVLOVIC; PEREIRA; SANTOS, 2017). As radiografias panorâmicas permitem a visualização de estruturas adjacentes e a observação do desenvolvimento dental, bem como de sua erupção, e podem ser armazenadas sem que se perca sua qualidade (ELBAKARY; HAMMAD; MOHAMMED, 2010). Além disso, não necessitam de alta exposição, e é possível, e necessário, que se faça o uso de equipamentos de proteção, o que tornam os exames radiográficos mais seguros e justificáveis para as necessidades forenses (MARTINS et al., 2021).

Na Rússia, poucos estudos de estimativa de idade foram realizados até o momento. Scendoni et al. (2020) testaram o método de estimativa de idade dental utilizando o índice de maturidade do terceiro molar (I3M) para avaliar o limiar dos 18 anos, idade a qual os indivíduos assumem sua responsabilidade legal, e demonstraram alta sensibilidade e especificidade. Já Franco et al. (2021a), aplicaram a técnica de Gleiser & Hunt (1955) de terceiros molares, modificada por Köhler et al. (1994), a fim de classificar indivíduos abaixo e acima dos limiares de 14 e 16 anos, idades relacionadas ao consentimento sexual na Rússia, e, para a determinação da maioridade penal aos 18 anos, os autores também demonstraram indícios de forte associação (FRANCO et al., 2021b). Já no estudo de Santos et al. (2021) envolvendo indivíduos russos, buscou-se avaliar a aplicabilidade do método London Atlas por

meio de radiografias panorâmicas, e com base no bom desempenho do método foi possível observar que esse é aplicável para crianças e adolescentes russos com idade entre 8 e 19 anos.

Nos últimos quinze anos têm-se avaliado o método original de Cameriere et al. (2006) em diferentes populações para estimativa de idade em subadultos (CAMERIERE et al., 2006; CAMERIERE et al., 2007; CAMERIERE et al., 2008; ELBAKARY; HAMMAD; MOHAMMED, 2010; FERNANDES et. al, 2011; GALIĆ et al., 2011; DE LUCA et al. 2012; TIMMINS et al., 2012; JAVADINEJAD; SEKHAVATI; YU-CHENG GUO et al. (2015); GHAFARI, 2015; GULSAHI et al., 2015; KUMARESAN et al., 2016; RIVERA et al., 2017; SANTANA et al., 2017; FERNANDES, 2018; HALILAH et al., 2018; OZVEREN, 2019; ALSHAHRANI et al, 2019; HOSTIUC et al., 2021; MACHADO, 2020; GANNEPALLI et al, 2020). Mas, pela primeira vez, e por meio do presente estudo, testou-se a aplicabilidade desse método em uma amostra de indivíduos russos, o que permitirá sua comparação com outros estudos a fim de se testar a eficiência do método nesta população específica.

Referente ao período de treinamento e calibração dos examinadores, é importante que sejam realizadas pausas, sendo preferível que se aguarde dias ao invés de minutos entre as mensurações, a fim de diminuir o papel da memória antes da segunda aferição (PEREIRA, 1997). Seguindo todos esses critérios, na presente pesquisa, o resultado da análise pelo coeficiente de correlação intraclasse (ICC) mostrou alta concordância interexaminadores, de 0.97, indicando estarem calibrados para iniciar a análise da amostra.

Já após as análises das radiografias panorâmicas da amostra total russa, foi verificada a concordância do estudo, sendo analisadas as concordâncias intra e interexaminadores por meio do ICC. Dessa forma, foi possível observar que a concordância interexaminadores manteve-se alta, com ICC de 0.91, e, a concordância intraobservador de 0.99. Estudos sugerem que valores do ICC maiores que 0.9 são excelentes (KOO; LI, 2016), além de demonstrar a alta reprodutibilidade do método, o que é primordial ao se falar em uma pesquisa científica (CLARK, CASTRO, 2003). A reprodutibilidade de um método também influencia na comparação do estudo com outros que aplicam a mesma metodologia em populações específicas, e falhas nessa etapa de análise acarretam inconsistências nos resultados obtidos (SUSIN, ROSING, 2000).

É importante ressaltar também que houve um viés de seleção e de estimativa

de idade dos indivíduos neste estudo, pois não eram conhecidas suas idades cronológicas em meses, visto que as datas de nascimento e da obtenção dos exames não estavam presentes, sendo registrada somente a idade relatada pelo próprio paciente no momento em que a radiografia panorâmica foi realizada. Portanto, as idades reais dos indivíduos não foram expostas em números decimais, mas por meio de grupos etários. Ou seja, ao analisar a idade estimada de cada indivíduo da amostra, deve-se lembrar que foi considerada como idade real um número arredondado, expresso em anos.

No método original proposto por Cameriere et al. (2006) para estimativa de idade dental os resultados mostraram que os coeficientes de correlação de Pearson entre a idade e as variáveis tiveram correlações significativas negativas, o que também pôde ser observado na atual pesquisa por meio do mesmo teste, indicando que, com o avanço da idade, foi possível observar a diminuição dos valores das variáveis, que pode ser exemplificado, visto que com o avanço da idade, há uma tendência à diminuição das aberturas apicais de elementos dentais.

Já no método original proposto por Cameriere et al. (2006), a mediana de erros residuais entre idade real e idade estimada foi de -0,035 anos, e intervalo interquartil=1,18 anos, o que é possível de ser comparado, no presente estudo, considerando a aplicação da fórmula original na amostra total, com a média de -0,70 e desvio padrão, aproximado, de 1,09. Isto indica que houve uma tendência, em média, nos dois casos, na subestimação das idades dos indivíduos, que também foi observado em estudo considerando indivíduos da Itália, Kosovo e Eslovênia, onde o modelo original apresentou mediana =-0,0254 anos; interquartil intervalo=1,16 anos. Já considerando o método original de Cameriere et al. (2006) aplicado em uma amostra maior europeia: Croácia, Alemanha, Kosovo, Itália, Eslovênia, Espanha e Reino Unido, os valores da mediana e intervalo interquartil (IQR) foram positivos, iguais a 0,035 e 1,18, respectivamente (CAMERIERE et al., 2007).

A tendência à subestimativa das idades reais também foi observada em amostra de indivíduos italianos, espanhóis e croatas (CAMERIERE et al., 2008), egípcios (ELBAKARY; HAMMAD; MOHAMMED, 2010), iranianos (JAVADINEJAD; SEKHAVATI; GHAFARI, 2015), malaios (KUMARESAN et al., 2016), turcos (GULSAHI et al., 2015; OZVEREN, 2019) e da Arábia Saudita (ALSHAHRI et al., 2019). Nesta pesquisa, a subestimação das idades pôde ser observada na amostra feminina nas idades de 10 e 12 a 15 anos; e na masculina nas idades de 11 a 15 anos.

Já na amostra geral, isso foi percebido nas idades de 10 a 15 anos, com valores estimados, em média, abaixo do real valor em anos, apresentando diferença média negativa. Em concordância, dois estudos realizados em uma população brasileira também observaram que o método original apresentou tendência a subestimar indivíduos de 11 a 14 anos (FERNANDES et. al, 2011; FERNANDES, 2018).

Neste estudo, superestimativas foram encontradas nas faixas etárias dos 8 e 9 anos na totalidade da amostra, aos 8, 9 e 11 anos na amostra feminina, e, aos 8, 9 e 10 anos na amostra masculina. Entretanto, nessas idades em que houve superestimativas, em geral, o erro foi menor, se comparado àquelas em que as subestimações estavam presentes, idades estas mais avançadas. Isso se relaciona também com o fato de que em idades mais avançadas, em termos gerais, a estimativa de idade em subadultos apresenta maiores dificuldades, com o progressivo fechamento dos ápices dentários e avanço para a rizogênese completa (RITZ-TIMME, 2000; CORREIA; BEZERRA, 2011).

Hostiuc et al. (2021) publicaram uma meta-análise sobre o método original de Cameriere et al. (2006), a qual obteve como resultado que, em média, nas faixas etárias de 6 a 7 anos e de 14 a 15 anos houve diferenças estatisticamente significantes entre idade real e cronológica, similar a este estudo em que as diferenças foram significativas nas faixas etárias de 8 e 12 a 15 anos na totalidade da amostra. O estudo mostrou ainda menores erros no intervalo de 8 a 11 anos, semelhante a esta pesquisa, em que os menores erros foram encontrados de 8 a 12 anos na amostra total.

No presente estudo, os melhores resultados foram encontrados aos 9 anos na amostra total (0,68, DP=0,5), aos 9 anos na amostra feminina 0,54 (DP=0,44), e, aos 11 anos na amostra masculina, com diferença média absoluta de 0,65 (DP=0,59). No estudo de Galić et al. (2011), também houve maior precisão para idades mais jovens, e aumento de erros após a idade de 12 anos, como no presente estudo, em que os maiores erros foram encontrados na faixa etária dos 13 aos 15 anos na amostra feminina, masculina e total.

Nesta pesquisa, o maior erro foi encontrado aos 15 anos em indivíduos do sexo feminino, com diferença média absoluta=2,34 (DP=0,59) e diferença média=-2,34 (DP=0,59). O mesmo foi observado em indivíduos masculinos aos 15 anos, com diferença média absoluta=1,99 (DP=0,37) e diferença média de -1,99 (DP=0,37). No estudo de Cameriere et al. (2008), os maiores erros também foram observados, em ambos os sexos, na faixa etária dos 15 anos.

Considerando as amostras feminina e masculina, apesar dos maiores erros terem sido encontrados aos 15 anos, os valores estimados masculinos se apresentaram melhor distribuídos em torno de sua idade real do que os femininos. Essa discrepância entre os sexos pode ser explicada considerando que o desenvolvimento feminino geralmente é mais avançado quando comparado ao masculino, principalmente quando se refere à formação dental (BAGIC et al.,2008).

Já na totalidade da amostra, o maior erro foi encontrado na faixa etária dos 15 anos, com diferença média absoluta 2,22 anos (DP=0,5) e diferença média de -2,22 (DP=0,55). Tal dado vai de encontro ao estudo de De Luca et al. (2012), em que o método original foi avaliado em uma amostra mexicana, com resultados de que para ambos os sexos e faixas etárias, o erro foi inferior a 1 ano, exceto para indivíduos femininos nos grupos etários de 14 e 15 anos, em que houve subestimação das idades em 1,06 anos.

O interesse em mensurar a probabilidade de um evento ocorrer é extremamente relevante em diversas áreas, incluindo as Ciências Forenses, o que pode ser averiguado por meio de regressões, quando há correlação entre as variáveis estudadas, podendo, desse modo, serem realizadas estimativas (SU, 2012). Halilah et al. (2018) avaliaram uma amostra de indivíduos da Alemanha e geraram uma nova fórmula de regressão linear em que o sexo contribuiu significativamente para o novo modelo ajustado, diferente desta pesquisa, em que nas fórmulas *backward* e *forward* o sexo não influenciou nos cálculos. Entretanto, algumas variáveis tiveram melhores desempenhos em ambas as fórmulas no presente estudo, sendo elas: (N),(A7),(L2),(X4),(L1),(L6),(A2),(L3),(A5) e (L5).

Além disso, as fórmulas *backward* e *forward* não obtiveram diferenças significativas entre suas performances. Em ambas, as idades dos indivíduos foram em média superestimadas na faixa etária dos 8 a 9 e aos 12 anos, sendo que somente a partir dos 13 anos houve uma tendência crescente à subestimação em ambas. Já na fórmula original, em que a amostra total foi analisada, superestimativas das idades foram observadas nos grupos etários de 8 e 9 anos, ao passo que em todos os outros grupos houve subestimações das idades.

A aplicação das fórmulas ajustadas demonstrou que no grupo etário dos 8 anos e, com o avanço da idade, dos 13 anos em diante, houve uma tendência considerável na melhora dos resultados. Os maiores erros foram encontrados aos 15 anos nas três fórmulas, entretanto, na fórmula original, o erro foi de 2,22, e nas fórmulas ajustadas,

este diminuiu para 1,12 anos. O mesmo foi observado em um estudo realizado com amostra indiana, em que no grupo etário dos 15 anos, os erros foram maiores, além de subestimar as idades reais. Entretanto, é importante salientar que houve uma melhora considerável a partir da aplicação de uma nova fórmula ajustada para aquela população (GANNEPALLI et al, 2020). A mesma situação foi observada no estudo de Santana et al. (2017), em que, no geral, houve uma tendência à subestimação das idades mesmo após a aplicação de ajustes na fórmula original, entretanto, com melhora dos resultados.

Dessa forma, é possível observar que existe a prevalência de parâmetros estáveis das variáveis analisadas, mas ajustar o modelo para populações específicas, em que o sujeito examinado seja o mais próximo da amostra a qual pertence, é necessário. Há de lembrar que o grau de desenvolvimento dental pode se mostrar diferente entre localidades e regiões, considerando as características socioeconômicas e genéticas entre grupos populacionais (EL-BAKARI; HAMMAD; MOHAMMED, 2010).

No presente estudo foi possível observar ainda que, aplicando a fórmula proposta por Cameriere et al. (2006), o máximo que o modelo alcançava considerados todos os elementos dentais com ápices fechados era 13,68 anos para o sexo feminino e 14,06 para o sexo masculino, o que também foi observado em estudo realizado por Timmins et al. (2012) com amostra da Nova Zelândia e no estudo de Ozveren et al. (2019) com indivíduos turcos, reforçando a necessidade da aplicação de fórmulas ajustadas. Nos modelos ajustados do presente estudo, houve uma melhora, com o alcance dos valores de 14,84 e 14,85 anos na regressão *forward* e *backward*, respectivamente, independente do sexo do indivíduo.

A idade é uma das características individuais de grande relevância jurídica, para preservação dos direitos e deveres pessoais, assim como para a realização das perícias dessa natureza. Diante do exposto, é fundamental ter em mente a importância dos resultados obtidos em uma pesquisa de estimativa de idade, pois os erros de super/subestimações têm suas implicações (BLENKIN; TAYLOR, 2012). Tanto em âmbito civil quanto criminal, cada caso deve ser investigado separadamente, mas, no geral, na área criminal um indivíduo pode ser punido erroneamente de forma grave, enquanto na área civil as implicações costumam ser menores. Dessa forma, ao se englobar questões de interesse legal, as quais envolvam Odontologia e Direito, outros quesitos também devem ser avaliados, incluindo combinações de metodologias de

forma a melhorar os resultados encontrados (SCHMELING et al., 2008).

6. CONCLUSÃO

O método de Cameriere et al. (2006) é aplicável e reproduzível para estimativa de idade dental em subadultos de uma população russa, entretanto apresenta maiores erros com tendência à subestimação das idades nos grupos etários dos 13 a 15 anos. Com a aplicação das fórmulas de regressão *backward* e *forward* a mesma tendência se manteve, porém com melhoras dos resultados.

7. REFERÊNCIAS¹

¹De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT NBR 6023:2018).

ALSHAHRANI, I.; YASSINA, S.M.; TOGOOA, R.A.; TIKAREB, S.; KHADERB, M.A.; ALKAHTANI, Z.M. Age estimation by measurement of open apices in tooth roots: Study using Saudi Arabian samples. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 62, p. 63-68, 2019.

ALSHIHRI, A. M.; KRUGER, E.; TENNANT, M. Dental age assessment of Western Saudi children and adolescents. **Saudi Dental Journal**, v. 27, p. 131-136, 2015.

ALQAHTANI, J.; HECTOR, P.; LIVERSIDGE, M. Accuracy of dental age estimation charts: Schour and Massler, Ubelaker and the London Atlas. **American Journal of Physical Anthropology**, v. 154, n. 1, p. 70-8, 2014.

ASIF, M.K.; NAMBIAR, P.; IBRAHIM, N.; AL-AMERY, S.M.; KHAN, I.M. Three-dimensional image analysis of developing mandibular third molars apices for age estimation: A study using CBCT data enhanced with Mimics & 3-Matics software. **Legal Medicine**, v. 39, p. 9-14, 2019.

BALLA, S.B.; BAGHIRATH, P.V.; VINAY, B.H.; KUMAR, J.V.; BABU, D.G.B. Accuracy of methods of age estimation in predicting dental age of preadolescents in South Indian children. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 43, p. 21-25, 2016.

BAGIC, I.C. et al. Dental Age Estimation in Children Using Orthopantomograms. **Acta stomatologica Croatica**, v. 42, n. 1, p. 11-8, 2008.

BLENKIN, M.; TAYLOR, J. **Age estimation charts for a modern Australian population**. *Forensic Sci Int.* v.;221, n.1-3, p.106-12, 2012.

BÉRGAMO, A.L.; DE QUEIROZ, C.L.; SAKAMOTO, H.E.; SILVA, R.H.A. Dental Age Estimation Methods in Forensic Dentistry: Literature Review. **Peertechz Journal of Forensic Science and Technology**, v. 2016, p. 17-22, 2016.

BERKETA, J.W., JAMES, H., LAKE, A.W. Forensic odontology involvement in disaster victim identification. **Forensic Science, Medicine and Pathology**, v. 8, n. 2, p. 148-56, 2012.

BRKIC, H; MILICEVIC, M. PETROVECKI. Age estimation methods using anthropological parameters on human teeth. **Forensic Science International**, v. 162, n. 1-3, p. 13-16, 2006.

CAMERIERE, R.; FERRANTE, L.; CINGOLANI, M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth. **International Journal of Legal Medicine**, v. 120, n. 1, p. 49-52, 2006.

CAMERIERE, R.; FERRANTE, L.; CINGOLANI, M. Age estimation in children by measurement of open apices in teeth: a European formula. *Int J* **International Journal of Legal Medicine**, v. 121, p. 449–53, 2007.

CAMERIERE, R.; FERRANTE, L.; LIVERSIDGE, H.M.; PRIETO, J.L.; BRKIC, H. Accuracy of age estimation in children using radiograph of developing teeth. **Forensic science international**, v. 176, n. 2-3, p. 173-77, 2008.

CAMERIERE, R.; PACIFICI, A.; VIVA, S.; CARBONE, D.; PACIFICI, L.; POLIMENI, A. Adult or not? Accuracy of Cameriere's cut-off value for third molar in assessing 18 years of age for legal purposes. **Minerva Stomatologica**, v. 63, p. 283-94, 2014.

CAVRIĆ, J.; GALIĆ, I.; VODANOVIĆ, M.; BRKIĆ, H.; GREGOV, J.; VIVA, S.; REY, L.; CAMERIERE, R. Third molar maturity index (I3M) for assessing age of majority in a black African population in Botswana. **International Journal of Legal Medicine**, v. 130, p. 1109-20, 2016.

CLARK, O.A.C.; CASTRO, A.A. A pesquisa. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 17, p. 67-69, 2003.

CORREIA, A.M.; BEZERRA, T.P. Estimativa de Idade em Humanos, Parte C – Exame Odontológico. In: COUTO, R.C. **Perícias em Medicina e Odontologia Legal**. Rio de Janeiro: MedBook, 2011. p. 517-26.

COSTA, R.C. et al. Use of the chronological dental mineralization table of Nicodemo, Moraes and MediciFilho (1974) to estimate age by undergraduate dentistry students. **Brazilian Research in Pediatric Dentistry and Integrated Clinic**, v. 16, n. 1, p. 235-47, 2016.

CUNHA, E. et al. The problem of aging human remains and living individuals: A review. **Forensic Science International**, v. 193, n. 1-3, p. 1-13, 2009.

DE LUCA, S. et al. Age estimation in children by measurement of open apices in tooth roots: study of a Mexican sample. **Forensic Science International**, v. 221, n. 1-3, p. 155. e1-155. e7, 2012.

DEMIRJIAN, A.; GOLDSTEIN, H.; TANNER, J. A new system of dental age assessment. **Human Biology**, v.45, n.2, p. 211-27, 1973.

DE TOBEL, J. et al. Magnetic resonance imaging of third molars in forensic age estimation: comparison of the Ghent and Graz protocols focusing on apical closure. **International Journal of Legal Medicine**, v.133, n. 2, p. 583-92, 2019.

EL-BAKARI, A.A.; HAMMAD, A.M.; MOHAMMED, F. Dental age estimation in Egyptian children, comparison between two methods. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 17, p. 363-7, 2010.

FERNANDES, M.M. et al. Age estimation by measurements of developing teeth: accuracy of Cameriere's method on a Brazilian sample. **Journal of Forensic Sciences**, v. 56, n. 6, p. 1616-9, 2011.

FERNANDES, P.O.; REIS, L.G.; DEVITO, K.L.; LEITE, I.C.G.; PAULA, M.V.Q. Aplicação e ajuste da fórmula proposta por Cameriere para uma amostra brasileira: estudo piloto. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 5, n. 2, 2018.

FRANCO, R.P.A.V. et al. Third molar classification using Gleiser and Hunt system modified by Kholer in Russian adolescents – Age threshold of 14 and 16. **Forensic Imaging**, v. 25, n. 200443, 2021a.

FRANCO, R.P.A.V. et al. Radiographic assessment of third molar development in a Russian population to determine the age of majority. **Archives of Oral Biology**, v.125, n.105102, 2021b.

GALIĆ, I. et al. Accuracy of Cameriere, Haavikko, and Willems radiographic methods on age estimation on Bosnian–Herzegovian children age groups 6–13. **International Journal of Legal Medicine**, v. 125, n. 2, p. 315-21, 2011.

GAMBIER, A. et al. Contribution of third molar eruption to the estimation of the forensic age of living individuals. **International Journal of Legal Medicine**, v. 133, n. 2, p. 625–632, 11 mar. 2019.

GANNEPALLI, A.; BALLA, S.B.; PACHA, V.B.; BABU, G.; PERKAR, S. Applicability of Cameriere European formula for age estimation of 10–15 years legal threshold in South Indian population. **Journal of Forensic Dental Sciences**, v. 11, n. 2, p. 78, 2019.

GULSAHI, A. et al. The reliability of Cameriere's method in Turkish children: a preliminary report. **Forensic Science International**, v. 249, p. 319. e1-319. e5, 2015.

GLEISER I, HUNT Jr EE. The permanent mandibular first molar: Its calcification, eruption and decay. **American Journal of Fysical Anthropology**, v.13, n.2, p.253–83, 1955.

GUAY, A.H. The role dentists can play in mass casualty an disaster events. **Dental Clinics of North America**, v. 51, n. 4, p. 767-78, 2007.

GUEDES-PINTO, A.C., ISSAO, M. Manual de Odontopediatria. 12 ed. São Paulo: Ed. Santos, 2012. 362 p.

GUO, Y. et al. Age estimation in northern Chinese children by measurement of open apices in tooth roots. **International Journal of Legal Medicine**, v. 129, n. 1, p. 179-186, 2015.

HALILAH, T.; KHDARI, K.; JOST-BRINKMANN, P.; BARTZELA, T. Age estimation in 5–16-year-old children by measurement of open apices: North German formula. **Forensic Science International**, v. 293, p. 103. e1-103. e8, 2018.

HOSTIUC, S.; DIACONESCU, I.; RUSU, M.C.; NEGOI, I. Age estimation using the cameriere methods of open apices: a meta-analysis. In: **Healthcare**, p. 237, 2021.

INTERPOL. Disaster victim identification guide. Lyon: INTERPOL, 2018.

INTERPOL. Annexure 12: method of identification. Disaster Victim Identification Guide: INTERPOL 2018, p. 31, 2018.

JAVADINEJAD, S.; SEKHAVATI, H.; GHAFARI, R. A comparison of the accuracy of four age estimation methods based on panoramic radiography of developing teeth. **Journal of Dental Research, Dental Clinics, Dental Prospects**, v. 9, n. 2, p. 72, 2015.

JORDÃO N.Q.; SANTIAGO A.P.A.C.S.; MONTENEGRO J.B. **Identificação de corpos carbonizados no IML-PE (Internet)**. Atualizado em 01 Jan 2013. ISSN: 2224-4131.

KUMARESAN, R. et al. Reliability and validity of five radiographic dental-age estimation methods in a population of Malaysian children. **Journal of Investigative and Clinical Dentistry**, v. 7, n. 1, p. 102-09, 2016.

KOO, T.K.; LI, M.Y. A guideline of selecting and reporting intraclass correlation coefficients for reliability research. **Journal of Chiropractic Medicine**, v. 15, n. 2, p. 155-163, 2016.

KÖHLER, S.; SCHMELZLE, R.; LOITZ, C.; PÜSCHEL, K. Development of wisdom teeth as a criterion of age determination. **Annals of Anatomy**, v.176, n.4, p.339–45, 1994.

MACHADO, A.L.R.; BORGES, B.S.; CAMERIERE, R.; MACHADO, C.E.P.; SILVA, R.H.A.. Evaluation of Cameriere and Willems age estimation methods in panoramic radiographs of Brazilian children. **The Journal of Forensic Odonto-Stomatology**, v. 38, n. 3, p. 8, 2020.

MARTINS, L.A.C. et al. Does dose optimisation in digital panoramic radiography affect diagnostic performance? **Clinical Oral Investigations**, v.25, n.2, p.637-43, 2021.

MAPLES, W.R. An improved technique using dental histology for estimation of adult age. **Journal of Forensic Sciences**, v. 23, n. 4, p. 764-70, 1978.

MARSHALL, D. Radiographic correlation of hand, wrist, and tooth development. **Dental Radiography and Photography**, v.49, n. 3, p. 51-72, 1976.

MELO, M.; ATA-ALI, J. Accuracy of the estimation of dental age in comparison with chronological age in a Spanish sample of 2641 living subjects using the Demirjian and Nolla methods. **Forensic Science International**, v. 270, n. 276.e1–276.e7, 2017.

MOORREES, C. F. A.; FANNING, E. A.; HUNT, E. E. Age Variation of Formation Stages for Ten Permanent Teeth. **Journal of Dental Research**, v. 42, n. 6, p. 1490–1502, 9 nov. 1963.

NOLLA, C. A. The development of the permanent teeth. **Journal of dentistry for children**, v. Fourth Qua, p. 254–66, 1960.

OLIVEIRA, R.N.; DARUGE, E.; GALVÃO L.C.C.; TUMANG, A.J. Contribuição da odontologia legal para a identificação "post-mortem". **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 55, n. 2, p. 117-22, 1998.

OLZE, A. et al. Radiographic evaluation of Gustafson's criteria for the purpose of forensic age diagnostics. **International Journal of Legal Medicine**, v. 126, n. 4, p. 615–21, 12 jul. 2012.

OZVEREN, N.; SERINDEREB, G.; MERICC, P.; CAMERIERE, R. A comparison of the accuracy of Willems' and Cameriere's methods based on panoramic radiography. **Forensic science international**, v. 302, p. 109912, 2019.

PAVLOVIĆ, S.; PALMELA PEREIRA, C.; VARGAS DE SOUSA SANTOS, R. F. Age estimation in Portuguese population: The application of the London atlas of tooth development and eruption. **Forensic Science International**, v. 272, p. 97–103, 2017.

PEREIRA, M.G. **Epidemiologia: teoria e prática**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1995. 583pp.

PINCHI, V. et al. Comparison of the applicability of four odontological methods for age estimation of the 14 years legal threshold in a sample of Italian adolescents. **Journal of Forensic Odonto-stomatology**, v. 30, n. 2, p. 17-25, 2012.

RITZ-TIMME, S. et al. Age estimation: the state of the art in relation to the specific demands of forensic practice. **International Journal of Legal Medicine**, v. 113, n. 3, p. 129–36, 2000.

RIVERA, M.; DE LUCA, S.; AGUILLAR, L.; PALACIO, L.A.V.; GALIĆ I.; CAMERIERE, R. Measurement of open apices in tooth roots in Colombian children as a tool for human identification in asylum and criminal proceedings. **Journal of Forensic and Legal Medicine**, v. 48, p. 9-14, 2017.

ROTHWELL, B.R. Principles of dental identification. **Dental Clinics of North America**, v. 45, n. 2, p. 253-70, 2001.

SANTANA, A.; BETHARD, D.; MOORE, L. Accuracy of dental age in nonadults: a comparison of two methods for age estimation using radiographs of developing teeth. **Journal of Forensic Sciences**, v. 62, n. 5, p. 1320-25, 2017.

SANTOS, J.B.S. Análise da estimativa de idade em indivíduos russos utilizando a metodologia London Atlas. 2021. Dissertação (Mestrado em Patologia) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2021. doi:10.11606/D.17.2021.tde-11042022-110812. Acesso em: 19 setembro de 2022.

SILVA, R.F. et al. Forensic importance of panoramic radiographs for human identification. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v.60, n.4, 2012.

SILVA, R.F.; RODRIGUES, L. G.; FELTER, M.; ARAÚJO, M. G. B.; TOLENTINO, P.H. M. P.; FRANCO, A. A interface entre odontologia legal e odontologia do esporte. **Revista Brasileira de Odontologia Legal**, v. 5, n.2, p. 69-84, 2018.

SCENDONI, R. et al. Forensic Validity of the Third Molar Maturity Index (I3M) for Age Estimation in a Russian Population. **BioMed Research International**, v. 2020, n. 6670590, 2020.

SCHMELING, A.; SCHULZ, R.; REISINGER, W.; MUHLER, M.; WERNECEK, K.D.; GESERICK, G. Studies on the time frame for ossification of the medial clavicular epiphyseal cartilage in conventional radiography. **International Journal of Legal Medicine**, v. 118, p. 5–8, 2004.

SCHMELING, A. et al. Updated recommendations of the study group on forensic age diagnostics for age estimation in living individuals in criminal proceedings. **Rechtsmedizin**, v.18, n.6, p.451–453, 2008.

SCHULZ, R.; MÜHLER, M.; MUTZE, S.; SCHMIDT, S.; REISINGER, W.; SCHMELING, A. Studies on the time frame of ossification of the medial epiphysis of the clavicle as revealed by CT scans. **International Journal of Legal Medicine**, v. 119, p. 142–45, 2005.

SHEATHER, J. As Russian troops cross into Ukraine, we need to remind ourselves of the impact of war on health. **British Medical Journal**, v. 376, 2022.

SPRADLEY, M.K. Metric Methods for the Biological Profile in Forensic Anthropology: Sex, Ancestry, and Stature. **Academic Forensic Pathology**, v.6, n.3, p.391- 99, 2016.

SOLHEIM, T.; SUNDENES, P.K. Dental age estimation of Norwegian adults--a comparison of different methods. **Forensic Science International**, v.16, n. 1, p. 7-17, 1980.

SU, X.; YAN, X.; TSAI, C. Linear regression. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Computational Statistics**, v. 4, n. 3, p. 275-294, 2012.

SUSIN, C.; ROSING, C.K. A importância do treinamento, reprodutibilidade e calibragem para a qualidade dos estudos. **Revista da Faculdade de Odontologia de Porto Alegre**, v. 42, n. 2, p. 3-7, 2000.

SWETHA, G. et al. Quantitative analysis of dental age estimation by incremental line of cementum. **Journal of oral and maxillofacial pathology : JOMFP**, v. 22, n. 1, p. 138–42, 2019.

SOUSA, A. M. S. et al. Age estimation of Brazilian individuals using the London Atlas. **Archives of Oral Biology**, v. 113, n. February, p. 104705, 2020.

TIMMINS, K.; LIVERSIDGE, H.; FARELLA, M.; HERBISON, P.; KIESSER, J. The usefulness of dental and cervical maturation stages in New Zealand children for Disaster Victim Identification. **Forensic Science, Medicine, and Pathology**, v. 8, n. 2, p. 101-08, 2012.

UBELAKER, D.H. A history of forensic anthropology. **American Journal of Physical Anthropology**, v.165, n. 4, p. 915-23, 2018.

WORLDOMETER. **Countries in the world by population (2022)**. Disponível em: worldometers.info/world-population/population-by-country/. Acesso em: 19 setembro 2022.

