CENTRO UNIVERSITÁRIO CHRISTUS
MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS ODONTOLÓGICAS

GILSARA ARAÚJO ALBUQUERQUE FONTENELE

LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS: FATORES DE RISCO E COMPARAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS INTRAORAIS – UM ESTUDO *IN VITRO*.

FORTALEZA-CE
2025

GILSARA ARAÚJO ALBUQUERQUE FONTENELE

LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS: FATORES DE RISCO E COMPARAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS *SCANNERS* INTRAORAIS – UM ESTUDO *IN VITRO*.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia.

Área de Concentração: Ciências Odontológicas. Linha de Pesquisa: Dentística.

Orientadora: Profª. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim.

FORTALEZA-CE
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Centro Universitário Christus - Unichristus
Gerada automaticamente pelo Sistema de Elaboração de Ficha Catalográfica do Centro Universitário Christus - Unichristus, com dados fornecidos pelo(a) autor(a)

F683l Fontenele, Gilsara Araújo Albuquerque.
Lesões cervicais não cariosas: fatores de risco e comparação da acurácia de dois scanners intraorais : um estudo in vitro / Gilsara Araújo Albuquerque Fontenele. - 2025.
70 f. : il.

Dissertação (Mestrado) - Centro Universitário Christus Unichristus, Mestrado em Ciências Odontológicas, Fortaleza, 2025.
Orientação: Profa. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim. Área de concentração: Ciências Odontológicas.

1. Lesão cervical não cariosa. 2. Acurácia. 3. Moldagem. 4. Tecnologia digital. 5. Cárie. I. Título.

CDD
617.6

GILSARA ARAÚJO ALBUQUERQUE FONTENELE

LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS: FATORES DE RISCO E COMPARAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS *SCANNERS* INTRAORAIS – UM ESTUDO *IN VITRO*.

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Mestrado Acadêmico em Ciências Odontológicas do Centro Universitário Christus, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Odontologia.

Aprovado em: 27/02/2025

BANCA EXAMINADORA:

Profª. Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS).

Profº. Dr. Pedro Henrique Acioly Guedes Peixoto Vieira

Centro Universitário Christus (UNICHRISTUS).

Profª. Dra. Weslanny de Andrade Morais

Universidade de Fortaleza (UNIFOR).

"Eu te louvarei, porque de um modo tão admirável e maravilhoso fui formado; maravilhosas são as tuas obras, e a minha alma o sabe muito bem." (Salmos 139:14).

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e persistência ao longo de toda essa caminhada, sem sua orientação, nada seria possível. Nos momentos de incerteza, sua presença me confortou, e sua orientação foi fundamental para que eu superasse as dificuldades. Durante toda trajetória me dedicava constantemente ao consultório particular, cursos, especialização, docência, minha pequena bebê, meu esposo e minha casa, em cada detalhe sentia a sua presença e sou imensamente grata pela graça divina que me conduziu até aqui, sou imensamente grata por sua orientação e graças, que transformou obstáculos em aprendizados e me fez acreditar que, com fé e perseverança, tudo é possível. Deus foi, é e sempre será a base de cada conquista que obtive nesta trajetória.

Agradeço também a mim mesma, por minha constância, coragem e dedicação. Foram meses e meses de muito esforço e, acima de tudo, de perseverança. Enfrentei momentos de cansaço e desafios, mas nunca perdi de vista o meu objetivo. Acredito que a determinação foi o que me trouxe até este ponto, e estou orgulhosa de cada passo dado para alcançar este momento.

Minha gratidão é infinita à minha família, que esteve ao meu lado em cada etapa dessa jornada. Aos meus pais, Livramento e Gilberto, que sempre me apoiaram com amor incondicional, fornecendo-me os alicerces necessários para seguir em frente e ser quem sou hoje, aos dias que minha mãe viajava para cuidar da minha pequena e eu conseguir ir aos encontros do mestrado. Ao meu esposo, Eber, por ser meu companheiro fiel, paciente e minha maior fonte de apoio e incentivo, demonstrando sempre compreensão e força, mesmo nos momentos mais desafiadores. Aos meus irmãos, Maria Clara e Davi, pela torcida constante, pelo carinho e pelo apoio incondicional em todos os momentos.

Minha filha, Linda Maria, cuja alegria e energia me deram forças para continuar lembrando-me do verdadeiro significado de cada esforço. À cuidadora Sandra, que com tanto amor, carinho e dedicação, cuidou dela, permitindo que eu me entregasse de corpo e alma a essa jornada. Todos vocês foram fundamentais para que eu pudesse conquistar este grande sonho, e sou eternamente grata por cada gesto de apoio, carinho e compreensão. Minha vitória é, sem dúvida, de todos nós.

Aos meus chefes, Renata Vale e Luiz Fernando, pelo suporte essencial e pela oportunidade de crescer profissionalmente e academicamente. Suas orientações, confiança e incentivo me ajudaram a equilibrar as demandas do trabalho e da pesquisa, permitindo que eu

seguisse em frente com confiança. Sou grata pela liberdade e apoio que me proporcionaram, sempre compreendendo minha dedicação a esse projeto e me ajudando a alcançá-lo.

Não poderia deixar de agradecer aos meus colegas de trabalho, Michele, Alda, Thayná, Rafaele e Najda. Cada um de vocês teve um papel importante, seja com palavras de incentivo, gestos de amizade ou com a colaboração nos momentos necessários. O apoio mútuo foi fundamental para que eu mantivesse a motivação e a disposição para seguir com o projeto. Agradeço pela parceria e pelo companheirismo de cada um de vocês. Juntos, tornamos esse percurso mais leve e enriquecedor.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha orientadora, Profa. Dra. Juliana Paiva, que, com sua orientação sábia e generosa, me guiou ao longo de todo esse processo. Sua paciência, comprometimento e dedicação foram fundamentais para que eu conseguisse superar os desafios e alcançar os objetivos desta pesquisa. Agradeço pela confiança em meu trabalho e pelo incentivo constante, sempre me estimulando a ir além e a buscar excelência. Sou imensamente grata por todo o aprendizado e apoio ao longo dessa jornada. Ao Levi, aluno da iniciação científica, pela sua colaboração ao longo deste processo. Sua disposição para aprender, seu empenho e a seriedade com que se envolveu em todas as etapas da pesquisa foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pela parceria e pelo apoio, sempre disposto a contribuir com seu conhecimento e esforço, o que fez toda a diferença para a realização desta pesquisa.

Agradeço imensamente à instituição Unichristus, por proporcionar um ambiente de aprendizado enriquecedor, onde pude desenvolver minhas habilidades acadêmicas e pessoais. Sou grata pela qualidade do ensino, pelos recursos oferecidos e pelo acolhimento que sempre encontrei em cada setor da universidade. A Unichristus foi essencial para que eu pudesse concretizar este sonho, e sou grata a todos os professores, coordenadores e colaboradores que contribuíram para o meu crescimento acadêmico e profissional, em especial os professores Fabrício Bitu e Renata Mota. Esta conquista é também um reflexo do compromisso da instituição com a formação de seus alunos e o incentivo ao desenvolvimento de pesquisas e projetos relevantes.

Aos amigos que fiz na turma T7 do Mestrado, cada um de vocês contribuiu de maneira única para tornar essa jornada ainda mais especial. A troca de experiências, os momentos de apoio mútuo, os risos e até as dificuldades compartilhadas tornaram este caminho mais leve e enriquecedor. Sou imensamente grata por cada conversa, cada incentivo e pela amizade que construímos ao longo dessa trajetória. A convivência com vocês foi fundamental para meu

crescimento acadêmico e pessoal, e tenho certeza de que levarei para a vida as lembranças e os aprendizados dessa turma. Muito obrigada por fazerem parte dessa caminhada!

Gostaria de expressar minha sincera gratidão aos membros que participaram da banca examinadora deste projeto, Dra. Ramille Lima, Dra. Diana Cunha, Dr. Pedro Acioly e Dra. Weslany, cuja experiência, conhecimento e contribuições foram fundamentais para a conclusão desta dissertação. Agradeço pelas valiosas observações, sugestões e pelo tempo dedicado à análise do meu trabalho. Suas críticas construtivas me proporcionaram um aprimoramento significativo e, com isso, pude alcançar um nível mais elevado de qualidade em minha pesquisa. Agradeço profundamente pela oportunidade de aprender com vocês e por todo o apoio que recebi ao longo deste processo.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui. A cada um que me deu palavras de incentivo, apoio e amor, deixo meu muito obrigado. Essa conquista não seria a mesma sem o apoio incondicional de todos ao meu redor. Cada um tem uma parte importante nesta vitória, e sou eternamente grata por isso.

RESUMO

Os objetivos desta dissertação foram: (1) correlacionar lesões cervicais não cariosas (LCNC) com fatores etiológicos como, bruxismo, idade, gênero, rotina diária e hábitos da dieta; (2) avaliar a acurácia de dois scanners nesses tipos de lesões e (3) comparar a eficácia dos mesmos scanners utilizados anteriormente na digitalização da arcada completa. No capítulo 1, 245 pacientes foram submetidos à anamnese direcionada ao diagnóstico de LCNC. Os pacientes foram avaliados extraoralmente para análise de simetria facial e tonicidade muscular e passaram por exame intraoral para diagnóstico de LCNC, além de avaliação da oclusão (máxima intercuspidação, guias e movimentos excursivos). No capítulo 2, dois scanners Panda® e Itero® foram comparados a um scanner de referência, scanner de bancada (3Shape®). Foram realizadas 10 digitalizações por cada scanner na mesma lesão cervical preparada em modelo de resina padronizado. O software Geomagic Control X 2025 0.0® foi utilizado para realizar o alinhamento preciso das imagens dos modelos, utilizando mapa de cor e destacando discrepância entre as superfícies. No capítulo 3 foi utilizado a mesma metodologia do capítulo 2, ampliando a área de análise para a arcada completa. Os dados do capítulo 1 foram analisados usando o teste quiquadrado exato de Fisher e modelo de regressão logística multimodal. Encontrou-se diferença estatística somente na categoria idade. Indivíduos com mais de 30 anos foram associados à presença de LCNC ($p<0,001$). Os dados do capítulo 2 foram mostrados pelo software analisando as distorções das digitalizações dos preparos nos modelos de cada scanner comparando com o scanner de referência. Foi mostrado perda da acurácia no escaneamento das lesões cervicais em virtude da posição e morfologia do preparo, uma vez que, são geradas áreas de sombra. Na análise da arcada completa, ambos os scanners foram eficazes. O scanner Panda® foi mais exato em termos de média de erro e o Itero® demonstrou melhor precisão e consistência com menor distorção de erros. Na qual a escolha do scanner ideal dependerá da aplicação específica de uso. Lesões cervicais não cariosas estão em significante aumento clínico em virtude do aumento da idade populacional. E a odontologia digital, que é uma tendência presente, deve ser alinhada à sua utilização nesses tipos de lesões. A digitalização dessas áreas apresentou menor acurácia, contudo é esperado que, com o aprimoramento tecnológico, que é constante e a técnica utilizada a precisão e a menor distorção sejam alcançadas como já existem em outras áreas de digitalização.

Palavras-chaves: Lesão cervical não cariosa; moldagem; acurácia; tecnologia digital.

ABSTRACT

The objectives of this dissertation were: (1) to correlate non-carious cervical lesions (NCCLs) with etiological factors such as bruxism, age, gender, daily routine, and dietary habits; (2) to assess the accuracy of two scanners in these types of lesions; and (3) to compare the effectiveness of the same scanners previously used in full-arch scanning. In Chapter 1, 245 patients underwent anamnesis directed at NCCL diagnosis. Patients were evaluated extraorally for facial symmetry and muscle tonicity analysis and underwent an intraoral examination for NCCL diagnosis, along with occlusion assessment (maximum intercuspation, guides, and excursive movements). In Chapter 2, two scanners, Panda® and Itero®, were compared to a reference scanner, a bench scanner (3Shape®). Ten scans were performed per scanner on the same cervical lesion prepared in a standardized resin model. The Geomagic Control X 2025 0.0® software was used for precise alignment of the model images, employing a color map to highlight discrepancies between surfaces. Chapter 3 followed the same methodology as Chapter 2, expanding the analysis area to the full arch. Data from Chapter 1 were analyzed using Fisher's exact chi-square test and a multimodal logistic regression model. A statistically significant difference was found only in the age category. Individuals over 30 years old were associated with the presence of NCCLs ($p<0.001$). Data from Chapter 2 were analyzed through software that evaluated distortions in the scanned preparations of each scanner, comparing them to the reference scanner. A loss of scanning accuracy was observed in cervical lesions due to the position and morphology of the preparation, as shadowed areas were generated. In the full-arch analysis (Chapter 3), both scanners proved effective. The Panda® scanner was more accurate in terms of average error, while the Itero® scanner demonstrated better precision and consistency with less distortion. The choice of the ideal scanner will depend on its specific application. Carious and non-carious cervical lesions are increasing significantly in clinical prevalence due to population aging. Digital dentistry, which is an ongoing trend, should be aligned with its use in these types of lesions. The scanning of these areas showed lower accuracy; however, with constant technological advancements and improved techniques, greater precision and reduced distortion are expected, as already achieved in other digital scanning fields.

Keywords: *Non-carious cervical lesion; molding; accuracy; digital technology.*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 PROPOSIÇÃO E OBJETIVOS: 15
2.1. Objetivo Geral **15**
2.2. Objetivos Específicos **15**
3 CAPÍTULOS 16
3.1 CAPÍTULO 1: RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NONCARIOUS CERVIVAL LESIONS **17**
3.1.1 ABSTRACT 18
3.1.2 INTRODUCTION 19
3.1.3 MATERIAL AND METHODS 21
3.1.4 RESULTS 23
3.1.5 DISCUSSION 24
3.1.6 REFERENCES 28
3.2 CAPÍTULO 2 31
3.2.1 PARTE I: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE LESÕES CERVICAIS: ESTUDO *IN VITRO*. 31
3.2.1.1 RESUMO 31
3.2.1.2 INTRODUÇÃO 32
3.2.1.3 MATERIAIS E MÉTODOS 34
3.2.1.4 RESULTADOS 40
3.2.1.5 DISCUSSÃO 43
3.2.1.6 CONCLUSÃO 45
3.2.1.7 REFERÊNCIAS 46
3.3.1 PARTE II: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE ARCADA COMPLETA: ESTUDO IN VITRO. 49
3.3.1.1 RESUMO 49
3.3.1.2 INTRODUÇÃO 50
3.3.1.3 MATERIAIS E MÉTODOS 53
3.1. DISCUSSÃO 61
3.3.1.4 CONCLUSÃO 63
3.3.1.5 REFERÊNCIAS 64
4 CONCLUSÃO GERAL 68
REFERÊNCIAS 69

1 INTRODUÇÃO

As lesões cervicais têm apresentado prevalência aumentada nos últimos anos (KOLAK *et al*., 2018). São manifestadas como perdas de estruturais dentárias na região próxima à junção cemento-esmalte. Essas lesões podem ser classificadas em cariosas e não cariosas, cada uma com etiologias e características distintas (RUIZ, SILVA & CORDEIRO, 2023). A prevalência das lesões cervicais não cariosas aumentou em todas as idades, ainda sendo maior entre os mais idosos (KOLAK *et al*., 2018). Já o aumento da prevalência das lesões cariosas é decorrente do aumento da expectativa de vida da população, uma vez que se configura em uma área de difícil acesso e a população mais idosa apresenta uma redução de destreza motora.

As lesões cervicais cariosas resultam da atividade bacteriana que leva à desmineralização do esmalte e da dentina, culminando na formação de cavidades. Fatores como higiene oral inadequada, dieta rica em açúcares e fluxo salivar reduzido contribuem para o desenvolvimento dessas lesões. O diagnóstico precoce e o tratamento adequado são essenciais para prevenir a progressão da cárie e possíveis complicações, como a necessidade de tratamentos endodônticos ou até mesmo a perda dental (MEDINA *et al*., 2022).

Por outro lado, as lesões cervicais não cariosas (LCNCs) são caracterizadas pela perda de estrutura dentária sem a participação de microrganismos. A etiologia das LCNCs é multifatorial, envolvendo processos como abrasão, erosão e abfração. A abrasão está relacionada ao desgaste mecânico resultante de hábitos como escovação dental vigorosa ou uso de dentifrícios abrasivos. A erosão refere-se à desmineralização causada por ácidos de origem extrínseca (dieta) ou intrínseca (refluxo gástrico). A abfração, por sua vez, é atribuída a forças oclusais que geram flexão dental e subsequente perda de estrutura na região cervical. Essas lesões podem levar à sensibilidade dentinária e comprometimento estético, exigindo abordagens preventivas e terapêuticas específicas (RUIZ, SILVA & CORDEIRO, 2023).

A incorporação do fluxo digital na odontologia tem transformado significativamente as práticas clínicas, proporcionando maior precisão, eficiência e conforto aos pacientes. A integração dessas tecnologias no cotidiano clínico não apenas aprimora a qualidade do atendimento, mas também otimiza o tempo operatório e reduz possíveis desconfortos associados aos métodos tradicionais (PATZELT *et al*., 2014). Essas inovações abrangem desde o planejamento digital até a confecção de estruturas.

Na odontologia digital destaca-se o uso de scanners intraorais (IOS) como uma das principais ferramentas dessa transformação. Os IOS permitem a captura de impressões digitais tridimensionais da cavidade oral, substituindo os métodos tradicionais de moldagem que,

muitas vezes, são desconfortáveis para os pacientes. De acordo com (MANGANO *et al*. 2017), esses dispositivos não apenas melhoram a experiência do paciente, mas também aumentam a precisão das impressões, resultando em próteses mais bem adaptadas.

SIQUEIRA *et al*. (2021) destacam que esses dispositivos têm sido utilizados com sucesso em prótese, implantodontia, ortodontia e até mesmo na detecção precoce de lesões cariosas, ampliando o escopo de sua utilidade clínica. A evolução tecnológica dos IOS também tem facilitado a comunicação entre o consultório odontológico e os laboratórios protéticos. KIHARA *et al*. (2020) observam que a transferência digital de arquivos reduz o tempo de confecção das próteses e minimiza erros associados à manipulação de modelos físicos, otimizando o fluxo de trabalho.

Entretanto, apesar dos avanços, desafios persistem na adoção ampla dos fluxos digitais na odontologia. SIQUEIRA *et al*. (2021) apontam para a necessidade de treinamento adequado dos profissionais e a consideração dos custos associados à implementação dessas tecnologias como fatores críticos para sua integração bem-sucedida na prática clínica.

Além disso, fatores como a habilidade do operador, o ambiente intraoral e a técnica de escaneamento, podem influenciar a precisão. Por exemplo, distância de escaneamento inadequada, movimentos do paciente e presença de saliva podem afetar negativamente a precisão dos escaneamentos (IMBURGIA *et al*., 2017). Eles podem ainda apresentar variação na precisão dependendo do modelo específico do escaneador e da complexidade do arco dentário sendo escaneado (WINKLER & GKANTIDIS, 2020). É destacado que determinadas áreas, como o arco dentário posterior, áreas de anatomia dentária com curvatura pronunciada e proximidade com dente adjacente são mais propensas a erros de escaneamento, o que pode complicar o processo de moldagem (REVILLA-LEÓN *et al*., 2022).

As lesões cervicais acometem principalmente dentes posteriores e estão localizadas em uma região dentária de curvatura acentuada, assim as lesões cervicais podem configurar-se em preparos mais propensos a erros de escaneamento.

Diante do exposto, a incorporação da tecnologia digital em Odontologia, especialmente no que se refere à exatidão e reprodutibilidade dos scanners intraorais, representa um avanço significativo. Paralelamente, a prevalência de lesões cervicais tem aumentado, em grande parte devido ao envelhecimento populacional e à maior longevidade. Nesse contexto, torna-se essencial investigar a relação entre esses dois aspectos, a fim de aprimorar o diagnóstico e a conduta clínica para o desenvolvimento de estratégias preventivas e terapêuticas mais eficazes na Odontologia contemporânea.

Assim, a dissertação avaliou a relação de lesões cervicais não cariosas com diversos fatores etiológicos, analisou a acurácia de scanners na digitalização de lesões nas regiões cervicais e ainda avaliou a eficácia dos scanners na arcada completa.

2 PROPOSIÇÃO E OBJETIVOS:

Este trabalho visa aprimorar os conhecimentos quanto à correlação entre lesões cervicais não cariosas (LCNCs) e seus fatores etiológicos, bem como avaliar a exatidão de acurácia de scanners intraorais na digitalização dessas lesões e da arcada dentária completa. Além do tipo de scanner utilizado, investiga-se o impacto do design e do preparo da cavidade na precisão do escaneamento, uma vez que a presença de dentes adjacentes pode afetar significativamente os resultados, conforme evidenciado por KIM *et al*. (2021) em estudos sobre preparos de Classe II. Essa influência é particularmente relevante para restaurações de Classe V, onde a proximidade das estruturas anatômicas pode comprometer a qualidade da digitalização. Dessa forma, busca-se compreender como a odontologia digital pode otimizar o diagnóstico e o planejamento terapêutico das LCNCs, contribuindo para abordagens mais fiéis e eficientes. Além disso, os avanços contínuos na tecnologia de escaneamento digital prometem aumentar a confiabilidade das restaurações dentárias, melhorando os resultados clínicos e a experiência profissional e do paciente.

2.1. Objetivo Geral

Avaliar a relação entre Lesões Cervicais Não Cariosas (LCNCs) e fatores etiológicos, bem como a precisão e eficácia de scanners intraorais na digitalização dessas lesões e da arcada dentária completa.

2.2. Objetivos Específicos

1. Correlacionar a presença de LCNCs com fatores como bruxismo, idade, gênero, rotina diária e hábitos alimentares.
2. Comparar a acurácia de diferentes scanners intraorais na digitalização de lesões cervicais em modelos padronizados.
3. Analisar a acurácia de diferentes scanners intraorais na digitalização de arcada completa: estudo in vitro.

3 CAPÍTULOS

CAPÍTULO 1:

RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NONCARIOUS CERVIVAL LESIONS.
Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11360462/

CAPÍTULO 2:

PARTE I: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE LESÕES CERVICAIS: ESTUDO *IN VITRO*.

PARTE II: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE ARCADA COMPLETA: ESTUDO IN VITRO.

3.1 CAPÍTULO 1: RISK FACTORS ASSOCIATED WITH NONCARIOUS CERVIVAL LESIONS

Gilsara-Araújo-Albuquerque Fontenele [1], Francisco-Yuri-Carneiro do Nascimento [2], Paulo-Goberlânio-de Barros Silva [3], Juliana-Paiva-Marques-Lima Rolim [3]

[1] Post-graduate of Christus University Center (UNICHRISTUS), Fortaleza, Brazil.

[2] Specialist in restorative dentistry of Christus University Center (UNICHRISTUS), Fortaleza, Brazil.

[3] Dentistry professor of the Christus University Center (UNICHRISTUS), Fortaleza, Brazil.

Correspondence:

Dra. Juliana Paiva Marques Lima Rolim

Andrade Furtado Road, number 955

apartment 302. Coco District Fortaleza-CE

Zip code: 60192-072

julianapml@yahoo.com.br

3.1.1 ABSTRACT

Background: Noncarious cervical lesions (NCCLs) is the dental structure loss unrelated to caries. The aim was to investigate the possible relationship between bruxism, age, gender, daily routine and dietary habits and NCCL, and correlate with sensitivity and position in the dental arch. Material and Methods: 245 patients aged between 18 and 40 participated in the survey, in which a questionnaire focused on parafunctional habits, erosion, abrasion, dental abfraction and acidic diet was conducted. Facial symmetry analysis, masseter hypertrophy, occlusion evaluation, and presence of wear facets and NCCL. Data were expressed as absolute and percentage frequency and were analyzed using the Fisher's Exact/Chi-square tests and a multinomial logistic regression model. Results: NCCLs was observed in 46.6 % in the participants. Bruxism was observed in 64% of the individuals, and stress in 33%. Wear facets and acidic diets were reported in 75% and 60% of the sample, respectively. There was no significant relationship between NCCL and gender ($p = 0.74$), bruxism ($p = 0.33$), stress ($p = 0.52$), wear facets ($p = 0.73$), and acidic diets ($p = 0.39$). Age over 30 years was more strongly associated with NCCL ($p < 0.001$). Conclusions: Age showed a direct correlation with noncarious cervical lesions. Factors including gender and dietary and parafunctional habits, such as bruxism, were not differential regarding the presence of NCCL. Key words: Tooth wear, non-carious cervical lesions, bruxism.

Keywords: Tooth wear, non-carious cervical lesions, bruxism.

3.1.2 INTRODUCTION

Noncarious cervical lesions (NCCLs) comprise a pathological process that is described by the loss of hard tissue near the cementum-enamel junction, which is unrelated to dental biofilm and caries processes (1). The dental structures of the cervical region are more vulnerable to wear since the enamel is significantly thin in this area (2). Morphologically, NCCLs are characterized by two distinct patterns: wedge-shaped lesions with acute internal angles and disc-shaped lesions with wider, rounded angles, each of which allegedly depends on etiology. The former type of NCCL is caused by abrasive factors while the latter, denominated erosion, are generally shallow and caused by acid erosion (3). Both lesions may range from superficial depressions to ample defects (4). NCCL constitutes a chronic condition and has been positively correlated with age in some studies, in addition to brushing, nutritional and parafunctional habits (3, 5,7). Epidemiologically, premolars are the most affected teeth (60%), possibly due to their position in the dental arch (8). The etiology of NCCLs is multifactorial and can be caused by the combination of different processes, including abrasion, erosion, and possibly abfraction (9). Lee and Eakle (10) first proposed the condition referred to as “abfraction”. They presented a tensile stress hypothesis, stating that, in case of traumatic occlusion, as in bruxism, excessive flexural stresses may lead to severe flexing forces, resulting in compression on one side of the tooth, and tension on the opposite side. It is well known that the enamel is prone to fractures in stressed points, producing wedge-shaped lesions at acute angles at these sites. The authors proposed that the position of these lesions depends on the direction of the lateral forces, and their size on the magnitude of the force (10). Considering that occlusal forces can cause tension concentration, occlusal interference, and premature contact, bruxism, and tightening could contribute to the etiology of NCCLs (11). Micro-cracks also render the tooth more vulnerable to erosion and/or abrasion (4). During erosion, the action of dietary or stomach acids chemically remove hard dental tissues, layer by layer (12). In abrasion, on the other hand, such removal occurs by objects or substances that come in frequent contact with the tooth surfaces, resulting in mechanical wear (13). The bruxism, currently in healthy patients, is not considered a disorder but a behavior that may be a risk factor for some clinical consequences (14). However, some authors have currently stated that the association between NCCL and occlusal forces does not represent a direct cause and effect relationship (6). Several controversial outcomes have been reported (15), which fail to establish any significant relationship between NCCLs and premature contact in centric occlusion. PIOTROWSKI *et al*. (16) also did not observe significant differences in occlusal contact

between subjects with NCCLs and control patients. Therefore, the objective of the present study was to determine whether there is a relationship between bruxism, age, gender, daily routine, medical history, and dietary habits and NCCls. These data are essential to define the causal factors specific to the condition and can be used to guide the implementation of preventive and treatment strategies.

3.1.3 MATERIAL AND METHODS

This analytical, transversal, observational, descriptive and quantitative study was performed after acceptance by the ethics committee and all participants signed an informed consent form. In view of the non-existence in the environment of cross-sectional studies of NCCL`s prevalence in the population, Considering an infinite population with a power of 90% and a level of significance of 95%, an extrapolated N of 245 sample units was reached. The calculation was performed using the Epi Info TM , version 7.2 (Center for Disease Control and prevention-CDC, Atlanta). The final sample was 245 patients, who sought out the UNICHRISTUS odontological school clinic, aged from 18 to 40 yr, from February 2022 to August 2023. The individuals met the following inclusion criteria: complete dentition, not necessarily with the presence of third molars, absence of white patches, caries or cervical restorations, and lack of prostheses or orthodontic treatment in progress. The patients initially underwent a clinical evaluation, which consisted of an extra oral clinical examination and an intraoral investigation to detect NCCLs and/or signs of bruxism, and the identification of wear facets. In the extra oral examination, facial symmetry and tonicity of the masseter muscle were analyzed. A single examiner performed all the exams (associate professor) aided by a student, in a dental chair with examination light, dental mirror plan n° 5 (Hu-friedy, Frankfurt, Germany) and periodontal such probe calibrated in millimeters, Williams (Hu-friedy, Frankfurt, Germany). Each probe was utilized on twenty patients, after which, they were replaced. The vestibular, palatine and lingual sides of all teeth were examined. During the examination, the probe tip was inserted into the gingival sulcus beyond the Enamel Cement Joint (ECJ) and positioned perpendicularly to the tooth surface. The examiner moved the tip of the probe perpendicular to the surface of the tooth from the bottom of the gingival sulcus to half the coronal height. If any irregularities were detected, they were considered a noncarious cervical lesion. The lesions were recorded in a clinical file according to the degree of severity, per tooth and surface. The degree of severity of the lesion was determined according to the TWI (Tooth Wear Index) (17), which measures the level of wear in scores from 0 to 4, with 0 being no wear, and 4 representing severe wear or pulpal exposure. The severity of the individual was calculated by summing the scores of all teeth exhibiting NCCLs. The clinical diagnosis of bruxism was concluded after observing several signs, such as periodontal changes, abnormal tooth mobility, stiffness of the tongue and cheek mucosa, increased temporal and masseter size, mandibular deviation upon mouth opening, limited mouth opening, and abnormal tooth wear, in addition to the formation of bone exostosis. Subsequently, the

individuals were subjected to a twopart structured questionnaire. The first portion contained information related to patient identification, and the second aimed at identifying habits. Habits present in their daily routine and covering issues regarding profession: working hours, sleep quality, medication use, addictions, oral hygiene care (questions relating to the technique, force and frequency of toothbrushing), oral and dietary habits (consumption of acidic foods and beverages). Other points were also investigated, such as: presence of gastric-esophageal reflux, teeth grinding, pain in the TMJ (Temporomandibular Joint), and occurrence of headaches, in order to detect associations with varying degrees of tooth wear. An occlusal parameters (Angle's malocclusion, overjet, overbite and crossbite) dynamic parameters (maximum intercuspation contacts, interferences in excursive movements and occlusal guides for protrusion and lateral mandibular movements) and attrition (occlusal wear). Occlusal wear was assessed by direct visual inspection of occlusal/incisal surface of teeth by examiner. According to the responses of the questionnaire and results of clinical and occlusal examination, a data matrix was made independent of variables. The data were expressed as absolute and percentage frequency and were analyzed using the Fisher’s Exact/ Chi-square tests. Additionally, a multinomial logistic regression model was employed as a form of multivariate analysis for the association of factors that independently interfered in the frequency of noncarious cervical lesions. All analyses were performed using the Statistical Package for Social Sciences (SPSS) version 17.0 for Windows, adopting a confidence interval of 95%.

3.1.4 RESULTS

NCCLs were observed in 46.6 % of the participants. Bruxism was observed in 64% and stress in 33% of the sample. Wear facets in 75% and acid feed in 60% of the sample. There was no significant association between the presence of NCCL and gender ($p=0.74$), bruxism ($p=0.33$), stress ($p=0.52$), wear facets ($p=0.73$) and acidic diet ($p=0.39$). Age over 30 years was more strongly associated with NCCL ($p<0.001$) (Tables 1-3).

3.1.5 DISCUSSION

The present study clinically evaluated the relationship between the presence of NCCL and bruxism, gen der, stress, acidic diet, sensitivity, also relating to the presence of wear facet. A prevalence of 46.6% of the NCCL was observed in this study. A recent systematic review corroborates this research, an overall prevalence of 46.7%, ranging from 9.1% to 93%, was reported (18,19). Such prevalence is relative, given, in the literature; a significant discrepancy has been verified, ranging from 35% (20), to 85% (21). Result divergence may be justified by the application of different methodologies, diagnostic criteria, geographic areas, and cultures and habits (21).

Table 1: Sample characterization.

	n	%
Cervical lesion		
No	131	53.4
Yes	114	46.6
Gender		
Female	174	71.0
Male	71	29.0
Bruxism		
No	87	35.5
Yes	158	64.4
Stress		
No	163	66.5
Yes	82	33.5
Wear facet		
No	60	24.5
Yes	185	75.5
Acidic diet		
No	98	40.0
Yes	147	60.0
Sensitivity		
No	125	51.0
Yes	120	49.0
Age (years)		
Under 30	130	53.1
Over 30	115	46.9
Topography of the lesioned tooth		
Anterior	34	13.8
Posterior	130	53.1
Anterior and Posterior	81	33.1
Maxilla of the lesioned tooth		
Maxilla	93	37.9
Mandible	83	33.9
Maxilla and Mandible	69	28.2

Data expressed in absolute and percentage frequency.

TEIXEIRA *et al*., 2020 (18) also showed that studies with populations younger than 30 years present a lower prevalence than those with populations older than 30 years. Search-like data which 91.4% of patients over 30, presented NCCLs. This outcome can be justified by the period in which older people's teeth are exposed to the etiological factors (20,22).

Another factor associated with the lesions was sensitivity, which presented a positive correlation, corroborating with studies that correlate sensitivity with the presence of cervical lesions. Such an outcome can be attributed to dentin exposure being the primary factor present in cervical lesions, consequently, the dentin tubules become exposed to the oral environment, leading to sensitivity (23). The stereomicroscopic examination demonstrated the existence of a small loss of substance in the dental cervical area, which exposes the dentinal tubules to the action of external stimuli with the appearance of pain (24).

There is no consensus in the literature regarding an association between gender and the presence of NCCLs. Despite men exerting more mastigatory force, which leads to a greater

occlusal preassure, making the teeth more susceptible to the development of cervical lesions (1). This study showed that was not correlation between gender and NCCLs.

Although scientific evidence proves that the onset and progression of noncarious cervical lesions has a multifactorial etiology that involves a network of mechanism interactions, in which stress concentrations, mechanical friction, and biocorrosion are associated (1,7), the occurrence of bruxism in patients in this study herein did not present a positive correlation.

Table 2: Factors associated with noncarious cervical lesions.

	Cervical lesion		
	No	**Yes**	***p*-Value**
Gender			
Female	100	74	0.743
	74.6%	66.7%	
Male	34	37	
	25.4%	33.3%	
Bruxism			
No	50	37	0.338
	30.9%	44.5%	
Yes	112	46	
	69.1%	55.5%	
Stress			
No	81	82	0.526
	62.8%	70.7%	
Yes	48	34	
	37.2%	29.3%	
Wear facet			
No	26	34	0.730
	20.6%	28.6%	
Yes	100	85	
	79.4%	71.4%	
Acidic diet			
No	59	39	0.393
	45.0%	34.2%	
Yes	72	75	
	55.0%	65.8%	
Sensitivity			
No	81*	44	***0.026***
	66.9%	35.4%	
Yes	40	80*	
	33.1%	64.6%	
Age (years)			
Under 30	94*	36	***< 0.001***
	79.0%	28.6%	
Over 30	25	90*	
	21.0%	71.4%	
Topography			
Anterior	0	34	0.620
	.0%	14.6%	
Posterior	11	119	
	100.0%	50.8%	
Anterior and Posterior	0	81	
	.0%	34.6%	

Table 2: Cont.

Maxilla			
Maxilla	10	83	0.426
	100.0%	35.3%	
Mandible	0	83	
	.0%	35.3%	
Maxilla and Mandible	0	69	
	.0%	29.4%	

*$p < 0.05$, Fisher's Exact/Pearson's Chi-Square test.
Data expressed as absolute and percentage frequency.

Table 3: Multivariate analysis for the identification of independent factors associated with the presence of noncarious cervical lesions.

	***p*-Value**	**Adjusted OR**	**95% CI**	
Gender	0.087	-	-	-
Bruxism	0.443	-	-	-
Stress	0.611	-	-	-
Wear facet	0.675	-	-	-
Acidic diet	0.480	-	-	-
Sensitivity	0.217	-	-	-
Age > 30 years	***0.002***	57.7	4.4	760.4

*$p < 0.05$, Multinomial Logistic Regression. OR = Odds Ratio; 95% CI = 95% Confidence interval of the Adjusted OR. Age above 30 years increases the frequency of noncarious cervical lesions in 57.7 times, regardless of the other assessed factors.

Similar observations were reported in the study conducted by TAKEHARA *et al*. (22) and those of other authors who carried out clinical research and applied questionnaires (25). The absence of such a relationship should be taken into consideration since there is no substantial evidence that correlates NCCL and occlusion (6).

Corroborating previous research reports that there is evidence that the association between NCCL and occlusal forces was derived from finite element assessments and laboratory studies (1). These authors argue that mechanical stress only contributes to the intensification of acid demineralization in NCCLs. Some other

studies have demonstrated a joint action between occlusal fatigue and acid erosion in a progressive cyclic process, supporting the multi-causality of NCCLs (4, 26). Although many attempts have been made to determine the role of occlusion in the etiology of NCCLs, a systematic review concluded that, to date, there is no substantial evidence to support this association (6). The authors stated that the majority of the studies were cross-sectional, thus posing some difficulties in determining the relationship between NCCLs and occlusion since the latter is not static Similarly to other study, no association was found between acidic diets and the occurrence of lesions (25). However, in laboratory study, such a relationship has been verified (26), suggesting that teeth exposed to acidic solution wear more significantly than those exposed to neutral ones.

It has already been reported in a meta-analysis that some dietary components could increase tooth wear occurrence, which is suggested as a risk factor for NCCLs (27). However this findings did not indicate an association between the consumption of acidic beverages and fruits, corroborating with the study of DEMARCO *et al*., 2022 (28). The limitations of the study should be considered. Indirect parameters were used to identify bruxism in addition self-reported measure, it has certain limitation. A reported found that a combination of several factors are required to explain the presence of NCCLs and the isolated risk factors are not sufficient to explain their presence (29). The study was conducted cross-sectional, however a longitudinal design is recommended for futures investigations.

NCCLs were detected in almost half of the examined individuals and were more prevalent in over 30 years. It is important to know the risk factors and the association between them, in order to prevent and treatment non-carious cervical lesions.

Acknowledgement

Declared none.

Institutional Review Board Statement

The study was submitted to the Brazil platform and approved by the ethics committee of the CHRISTUS University Center on registration: 1.881.624.

Data Availability Statement

The datasets used and/or analyzed during the current study are available from the corresponding author.

Authors contributions

Gilsara Albuquerque: study conception and design, data acquisition; Francisco Yuri: study conception and design, data acquisition; Paulo Silva: data analysis and interpretation and composition of the paper; Juliana Rolim: study conception and design, composition of the paper, and final approval of the submitted version. Funding The study did not receive funding during its execution.

Conflict of interests

Nothing to declare.

3.1.6 REFERENCES

1. Grippo JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: a 20-year perspective. **J Esthet Restor Dent**. 2012;24(1):10-23.

2. Walter C, Kress E, Gotz H, Taylor K, Willershausen I, Zampelis A. The anatomy of non-carious cervical lesions. **Clin Oral Invest**. 2014;18(1):139-146.

3. Aw TC, Lepe X, Johnson GH, Mancl L. Characteristics of noncarious cervical lesions: a clinical investigation. **J Am Dent Assoc.** 2002;136(3):725-733.

4. Bartlett DW, Shah P. 2006. A critical review of non-carious cervical (wear) lesions and the role of abfraction, erosion, and abrasion. **J Dent Res**. 2006;85(4):306-312.

5. Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Noncari- ous cervical lesions. **J Dent.** 1994;22:195-207.

6. Senna P, Del Bel Cury A, Rosing C. Non-carious cervical lesions and occlusion: a systematic review of clinical studies. **J Oral Rehabil.** 2012;39(6):450-462.

7. Brandini DA, Pedrini D, Panzarini SR, Benete IM, Trevisan CL. Clinical evaluation of the association of noncarious cervical lesions, parafunctional habits, and TMD diagnosis. **Quintessence Int.** 2012;43(3):255-262.

8. Que K, Guo B, Jia Z, Chen Z, Yang J, Gao P. A cross-sectional study: non-carious cervical lesions, cervical dentine hypersensitivity and related risk factors. **J Oral Rehabil.** 2013;40 (1):24- 32.

9. Francisconi LF, Graeff MS, Martins M, Franco EB, Mondelli RF, Francisconi PA, Pereira JC. The effects of occlusal loading on the margins of cervical restorations. **J Am Dent Assoc**. 2009;140(10):12751282.

10. Lee WS, Eakle WS. Possible role of tensile stress in the etiology of cervical erosive lesions of teeth. **J Prosthet Dent**. 1984;52(3):374-80.

11. Grippo JO. Abfractions: a new classification of hard tissue lesions of teeth. **J Esthet Dent**. 1991;3(1):14-9.

12. Lussi A, Schlueter N, Rakhmatullina E, Ganss C. Dental erosion-an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. **Caries Res**. 2011;45 (Suppl 1):2-12.

13. Shellis RP, Addy M. The interactions between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. **Monogr Oral Sci**. 2014;25:32-45.

14. Lobbezzo F, Allberg J, Raphael KG, Wetselaar P, Glaros AG, Kato T, *et al*. International consensus on the assessment of bruxism: Report of a work progress. **J Oral Rehabil**. 2018;45(11):837-844.

15. Reyes E, Hildebolt C, Langenwalter E, Miley D. Abfractions and attachment loss in teeth with premature contacts in centric relation: clinical observations. **J Periodontol**. 2009;80(12):1955-1962.

16. Piotrowski BT, Gillette WB, Hancock EB. Examining the prevalence and characteristics of abfractionlike cervical lesions in a population of U.S. veterans. **J Am Dent Assoc**. 2001;132:1694-1701.

17. Smith BGN, Knight JK. An index for measuring the wear of teeth. **Br Dent J**. 1984;156(12):435-38.

18. Teixeira DNR, Thomas RZ, Soares PV, Cune MS, Gresnigt MMM, Slot DE. Prevalence of noncarious cervical lesions among adults. A systematic review. **J Dent** .2020;95:103285.

19. Handa A, Bal CS, Singh R, Khanna R, Handa RS. The prevalence of non-carious cervical lesions (NCCLS) in a North-Indian population. **IJCDC.** 2014;4:416-421.

20. Handa A, Bal CS, Singh R, Khanna R, Handa RS. The prevalence of non-carious cervical lesions (NCCLS) in a North-Indian population**. IJCDC**. 2014;4:416-421.

21. Borcic J, Anic I, Urek MM, Ferreri S. The prevalence of non-carious cervical lesions in permanent dentition. **J Oral Rehab**. 2004;31(2):117-123.

22. Takehara J, Takano T, Akhter R, Morita M. Correlations of noncarious cervical lesions and occlusal factors determined by using pressure- detecting sheet. **J Dent**. 2008;36:774-779.

23. Yoshizaki KT, Francisconi-Dos-Rios LF, Sobral LF, Sobral MA, Aranha AC, Mendes FM, Scaramucci FM. Clinical features and factors associated with non-carious cervical lesions and dentin hypersensitivity. **J Oral Rehabil**. 2017;44:112-118.

24. Stanusi A, Stanusi AS, Gingu A, Mercut V, Osiac E. Stereomicroscopic aspects of noncarious cervical lesions. **Diagnostic.** 2023;13:2590.

25. Tomasik M. Analysis of etiological factors involved in noncarious cervical lesions. **Ann Acad Med Stetin**. 2006;52(3):125-36.

26. Staninec M, Nalla R, Hilton JF, Ritchie RO, Watanabe LG, Nonomura G, *et al*. Dentin erosion simulation by cantilever beam fatigue and pH change. **J Dent Res**. 2005;84(4):371-375.

27. Salas MM, Nascimento GG, Vagas-Ferreira F, Tarquinio SB, Huysmans MC, Demarco FF. Diet influenced tooth erosion prevalence in children and adolescentts: Results of a meta-analysis and meta-regression. **J Dent Res**. 2015;43:865-875.

28. Demarco FF, Cadermartori MG, Hartwig AD, Lund RG, Azevedo MS, Horta BL, Corrêa MB, Huysmans MDNJM. Non-carious cervical lesions (NCCLs) and associated factors: A multilevel analysis in a cohort study in southerm Brazil. **J Clin Periodontol**. 2022;49:48-58.

29. Alvarez-Arenal A, Alvarez-Menendez L, Gonzalez-Gonzalez I, Alvarez-Riesgo JA, Brizuela-Velasco A, Dellanos-Lanchares, H. Non-carious cervical lesions and risk factors: A case-control study. **J Oral Rehab**. 2019;6:65-75.

3.2 CAPÍTULO 2

3.2.1 PARTE I: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE LESÕES CERVICAIS: ESTUDO *IN VITRO*.

Gilsara Araújo Albuquerque Fontenele, Levi Herculino Chaves, Juliana Paiva Marques Lima Rolim.

3.2.1.1 RESUMO

A pesquisa objetiva avaliar a influência das lesões de Classe V na precisão dos escaneamentos intraorais. O estudo experimental foi conduzido em um modelo anatômico de resina, comparando os escaneamentos intraoral das lesões de Classe V realizados por dois scanners intraorais Itero® e o Panda®. Com o "*software" Geomagic Control X* 2025 2.0, foram analisados os desvios entre os modelos escaneados com o modelo de referência, proporcionando uma análise detalhada da precisão e variação entre os scanners. Os resultados mostraram que o Itero® apresentou um erro mínimo ligeiramente menor (-0,3374 versus -0,3455 do Panda), mas o erro máximo do Itero (0,0774) foi menor do que o do Panda® (0,156). O Panda® teve maior precisão global um erro médio de -0,0495. Itero® apresentou medições mais consistentes com Erro Quadrático Médio (RMS) de 0,0879, desvio padrão (0,0636) e variância (0,004). Por fim, os intervalos de média para o Itero® foram mais estreitos (+0,0196 | -0,0783). Em suma, o Panda® demonstrou maior precisão média, enquanto o Itero® apresentou melhor consistência e menor variação. As conclusões sugerem que a escolha do scanner, considera as características da lesão de Classe V e a confiabilidade dos equipamentos, a depender das prioridades: precisão média (Panda®) ou consistência (Itero®). Há a necessidade de inovações tecnológicas, como algoritmos aprimorados e o uso de inteligência artificial, para melhorar o desempenho tecnológico, bem como o contínuo avanço científico na Odontologia.

Palavras-chaves: Dental, acurácia dimensional, tecnologia digital.

3.2.1.2 INTRODUÇÃO

A influência de lesões de Classe V no escaneamento intraoral é ainda mais agravada pela tecnologia de escaneamento empregada. Diferentes scanners intraorais utilizam várias técnicas de imagem, como projeção de faixa de luz e imagem a laser confocal, que podem responder de forma diferente às características da superfície de um dente com lesão de Classe V. Por exemplo, as curvas acentuadas e irregularidades associadas às lesões de Classe V podem levar à dispersão de luz, resultando em imagens distorcidas e precisão reduzida (ANH *et al*., 2016). Consequentemente, a escolha da tecnologia de escaneamento pode afetar significativamente a fidelidade das impressões digitais obtidas de dentes com tais lesões.

A presença de lesões de Classe V pode introduzir irregularidades na superfície do dente, afetando a capacidade do scanner de capturar impressões digitais precisas. Estudos mostraram que variações na morfologia do dente, incluindo a presença de irregularidades, podem levar a discrepâncias na precisão de escaneamentos intraorais, pois os scanners podem ter dificuldade para capturar com precisão os contornos de superfícies danificadas ou irregulares (ANH *et al*., 2016; REVILLA-LEÓN *et al*., 2023). A umidade pode interferir na capacidade do scanner de capturar imagens nítidas, principalmente em áreas afetadas por lesões de Classe V, onde a superfície já pode estar comprometida. Portanto, gerenciar o ambiente intraoral durante o escaneamento é fundamental para obter resultados ideais.

Fatores como a forma de inclinação do plano oclusal e a distância entre os dentes (CHIU *et al*, 2020) tecnologia do scanner (IMBURGIA M, 2017), calibração, iluminação, técnica de varredura e experiência (GÜTH J, 2017) podem gerar alterações na precisão do escaneamento. Erros que influenciam na medição e que não podem ser totalmente controlados, na execução dos dados de medição, essa variabilidade é de extrema importância (ISO 5725-1).

O estudo da precisão de diferentes scanners intraorais (ALZAHRANI *et al*., 2020; OSNES *et al*., 2020) e das técnicas utilizadas para a obtenção de modelos digitais (KIRSCHNECK *et al*., 2018) tem sido amplamente estudada com o intuito de avaliar as variações entre as diferentes marcas de equipamentos e as diversas modalidades de aquisição de imagens digitais.

Alguns estudos mostram a influência dental na acurácia de escaneamentos de um dente preparado para coroa total. Além disso, outros fatores como inclinação do plano oclusal, distância entre os dentes adjacentes mostraram-se possivelmente relacionados à precisão (CHIU *et al*, 2020; MORSY; EL KATEB, 2022). Esses estudos visam identificar quais dessas ferramentas oferecem maior confiabilidade e precisão, a fim de determinar as opções mais

eficazes e úteis para a prática clínica odontológica. Inovações como algoritmos de imagem aprimorados e protocolos de escaneamento aprimorados podem potencialmente aumentar a precisão dos escaneamentos intraorais, mesmo na presença de anomalias dentárias. Por exemplo, o uso de inteligência artificial no processamento de imagens pode auxiliar na compensação das distorções causadas por lesões de Classe V, levando a impressões digitais mais confiáveis (GÓMEZ-POLO *et al*., 2021).

A combinação de tecnologia avançada com um entendimento profundo das etiologias e dos fatores predisponentes em lesões de Classe V pode resultar em melhores resultados clínicos e na promoção da saúde bucal a longo prazo (RUIZ *et al*., 2023; FERREIRA al., 2020). Estudos indicam que a digitalização de lesões cervicais não cariosas pode melhorar a visualização das características morfológicas das lesões, permitindo uma avaliação mais detalhada e precisa (LUSTOSA *et al*., 2023; XAVIER *et al*., 2017). Portanto, a investigação da acurácia de scanners digitais não é apenas uma questão técnica, mas também um passo importante para a melhoria da prática odontológica e do cuidado com os pacientes.

3.2.1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo proposto é uma pesquisa experimental, laboratorial, *in vitro*. A pesquisa foi realizada na Clínica Escola de Odontologia do Centro Universitário Christus (Unichristus), no Campus Parque Ecológico e clínicas parceiras.

Delineamento:

O estudo utilizou um modelo anatômico de arco completo (Orais Produtos Odontológicos- Goiás, Brasil) confeccionado em resina de alta resistência, com características anatômicas e gengiva com coloração que simulam uma arcada dentária humana completa (Fig.01). Este modelo foi escolhido por sua estabilidade dimensional e por representar adequadamente as estruturas de interesse. Durante o experimento os dentes não foram removidos do modelo ou submetidos a forças externas o modelo foi mantido em posição segura por ventosas em uma mesa branca plana, sem manipulação.

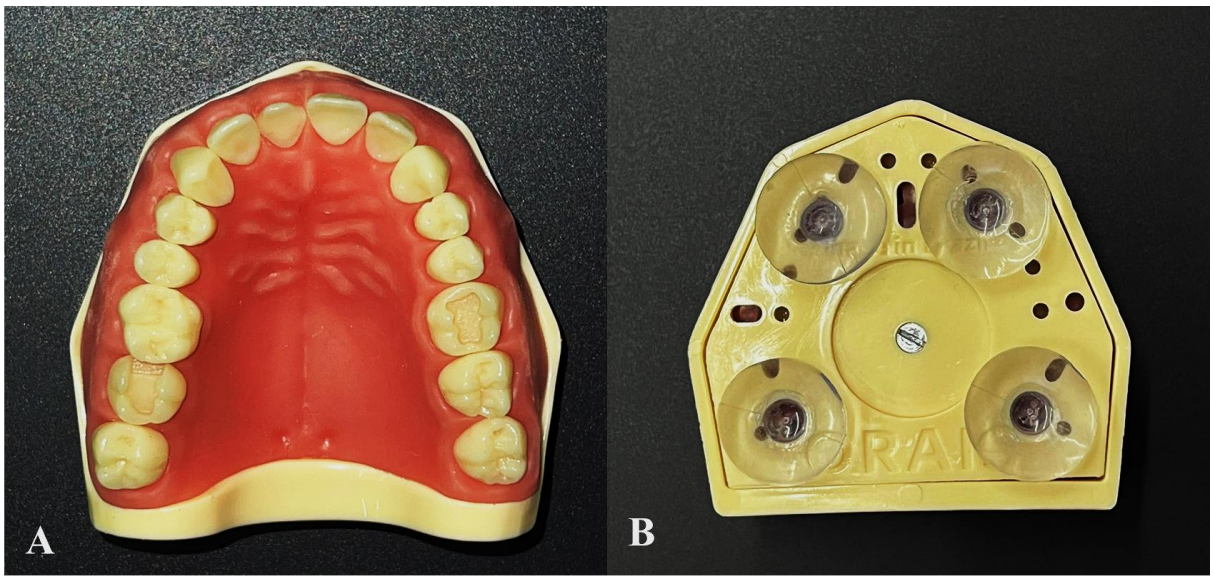

Figura 01. Modelo de arco superior em resina. A. Modelo superior com preparos em dentes 11, 14, 17 e 26. B. Modelo com ventosas.

O estudo será conduzido *in vitro*, seguindo um delineamento experimental comparativo. Os procedimentos consistiram em:

1. Digitalização do modelo físico com dois scanners intraorais distintos;
2. Comparação das imagens geradas por meio do software de análise tridimensional em arquivos STL;
3. Avaliação dos dados.

Os scanners foram operados por um único operador previamente treinado com experiência de quatro anos, que seguiu rigorosamente as recomendações dos fabricantes e calibrou os aparelhos previamente para garantir a padronização do processo. Em cada scanner foram realizadas 10 digitalizações independentes, com tempo médio de aquisição de 2 minutos cada varredura, totalizando 20 aquisições. Para evitar fadiga do operador, as varreduras foram realizadas com tempo de 5 minutos de pausa uma da outra, sendo dias diferentes para cada sistema.

Os scanners escolhidos para este estudo foram o Itero® e o Panda®, ambos reconhecidos por sua eficácia na captura de imagens intraorais, e o 3Shape - Série E4®, um scanner de bancada que é amplamente utilizado em laboratórios de prótese dentária. A escolha desses dispositivos se baseia em sua popularidade e na literatura que sugere variações sérias em precisão e exatidão entre diferentes tecnologias de escaneamento (CHALMERS *et al*., 2016; EMARA *et al*., 2020; SERAG *et al*., 2016).

Um scanner de bancada 3Shape - Série E4 com 4 câmeras x 5MP, LED azul de multilinhas com precisão (ISO 12836) 4 μm, velocidade do escaneamento (arcada completa) 25s, foi usado para adquirir conjuntos de dados em STL do modelo amostral dados modelo padrão grupo controle para avaliar e comparar a veracidade.

Todos os escaneamentos foram exportados em formato STL (Fig. 02) pelo método de exportação de cada scanner. Foi utilizado o *software Geomagic Control X 2025.0.0 [Profissional]*® onde foi possível comparar o modelo padrão de referência com os modelos experimentais.

Uma das principais funcionalidades do *Geomagic Control X* ® é a criação de mapas de cores, que facilitam a visualização das discrepâncias entre as superfícies dos modelos escaneados e o modelo de referência. Este recurso é essencial para identificar áreas com desvios fora da tolerância especificada, fornecendo uma análise qualitativa e quantitativa da precisão dos scanners.

Além disso, o software oferece ferramentas robustas para alinhar os modelos de forma precisa, eliminando possíveis erros relacionados à orientação ou posicionamento inadequado dos arquivos STL. Esse alinhamento é fundamental para garantir que a comparação seja confiável e que os dados gerados reflitam a real performance de cada scanner.

Outra vantagem do *Geomagic Control X*® é sua capacidade de fornecer métricas estatísticas detalhadas, como desvio médio, desvio máximo e variabilidade, que são indispensáveis para a avaliação rigorosa dos resultados. Essas métricas ajudam a identificar quais scanners apresentam maior precisão e confiabilidade, auxiliando no objetivo central do estudo de comparar diferentes tecnologias de escaneamento intraoral.

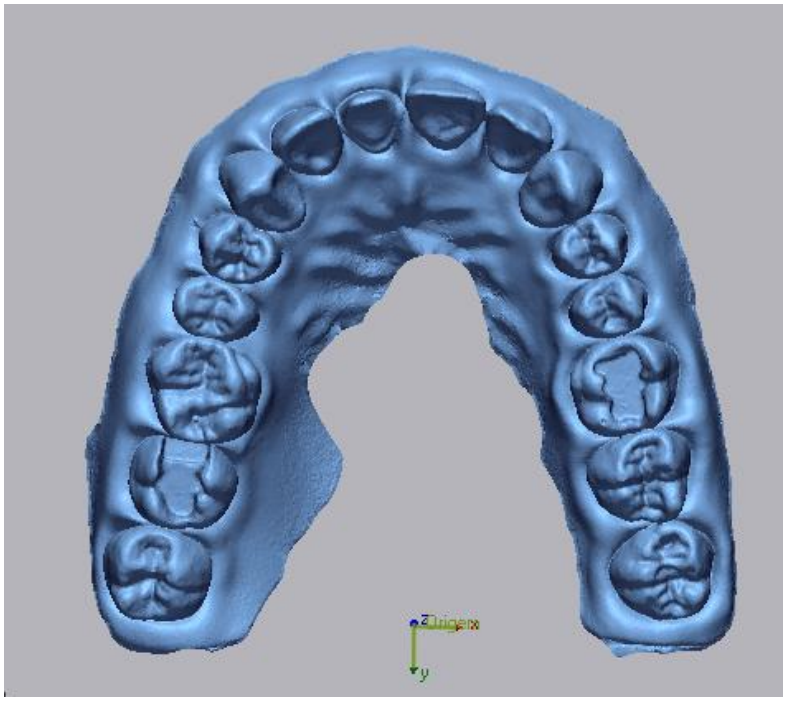

Figura 02. Modelo em formato STL que evidencia a Classe V.

Alinhamento dos Modelos

Ao abrir o software introduzimos o modelo do scanner de bancada, sinalizando como modelo de referência, em seguida importamos cada escaneamento, um por vez. Usando as funções "*Initial Alignment*" e "*Best Fit Alignment"* do *Geomagic Control X*®, os modelos foram sobrepostos para comparações dos arquivos sobrepostos um ao outro. A função "*Best Fit Alignment"* (Fig.03) do *software* atua para alinhar o arquivo de teste e o arquivo de referência (Fig. 03) usando um algoritmo interativo de pontos mais próximo o *Iterative Closest Point* (ICP) é um dos métodos mais utilizados para alinhar arquivos 3D digitais, especialmente na odontologia e em outras áreas que requerem o processamento de modelos tridimensionais. Esse algoritmo trabalha identificando os pontos correspondentes entre dois conjuntos de dados 3D e, iterativamente, ajustando a posição de um conjunto até que ele se alinhe de forma precisa com o outro. No contexto odontológico, o ICP é frequentemente empregado para alinhar

digitalmente impressões obtidas por escaneamento intraoral com outros modelos, como os utilizados em planejamento de tratamentos ortodônticos ou a confecção de próteses dentárias. Sua precisão e eficácia tornam o ICP uma ferramenta essencial para garantir que os modelos digitais estejam corretamente alinhados, facilitando o planejamento e a execução de tratamentos dentários . (Rusu, R. B., & Cousins, S. 2011).

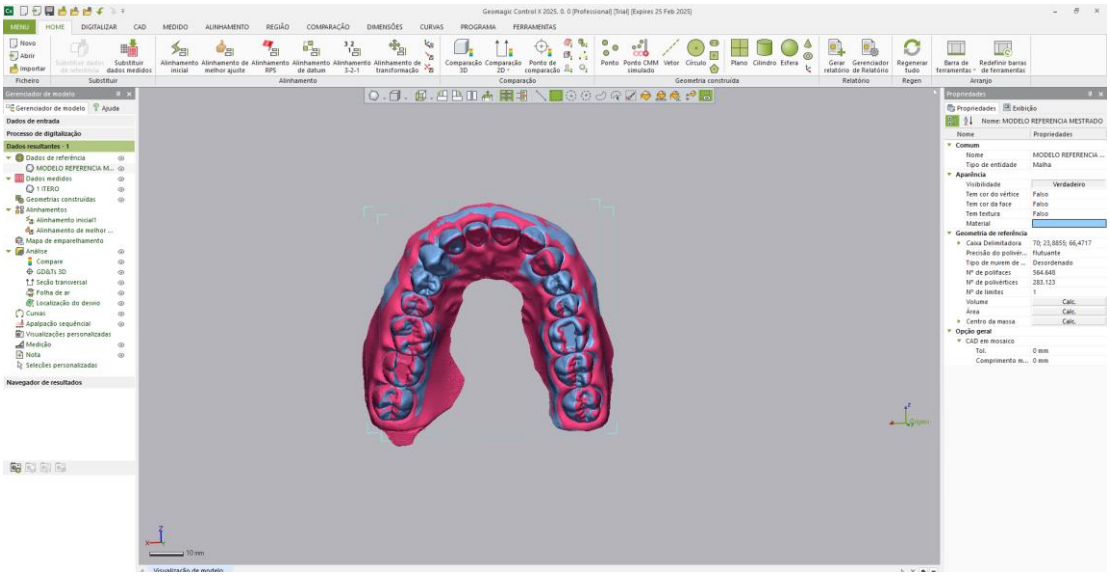

Figura 03. *Geomagic Control X*, teste de comparação de malhas 3D.

Comparação dos modelos

Com os modelos alinhados, o próximo passo foi realizar a comparação entre o arquivo STL e o modelo de referência. O Geomagic Control X® oferece ferramentas de análise de superfícies que permitem comparar as geometrias e identificar variações entre as peças.

Na lesão de Classe V como será uma região do modelo teste selecionamos a função "Região", "seleção inteligente" (Fig.04) e em seguida após a região selecionada clicar em "Inserir". Usando as funções *"Comparação*" e "*Comparação 3D"* do *Geomagic Control X*®, os modelos foram sobrepostos para comparações dos arquivos sobrepostos um ao outro. A função "*Comparação 3D"* do *software* atua para comparar todo esboço de malha dos escaneamentos sobrepostos ao modelo de referência no caso da Lesão de Classe V selecionando a região para ser comparada (Fig. 05).

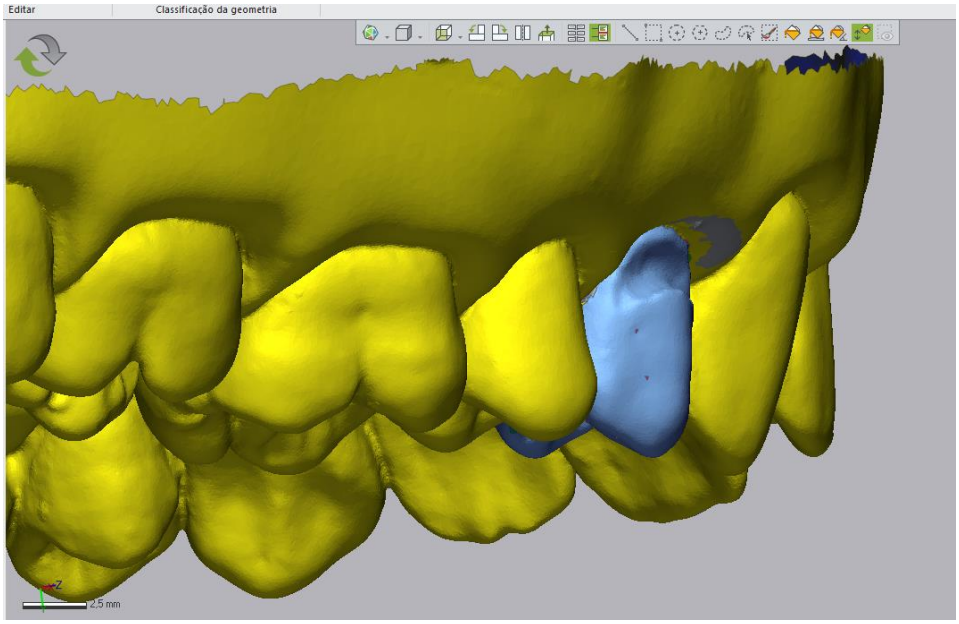

Figura 04. Região selecionada.

A função de comparação 3D do software permitiu a personalização de medições e mapeamento de cores dos resultados (Fig. 05). Um valor de 0,5 mm foi usado para definir os limites superior e inferior para mapeamento de cores. Nenhuma tolerância de referência foi definida para este estudo, e o mapeamento de cores foi escolhido para exibir desvios nos modelos digitais.

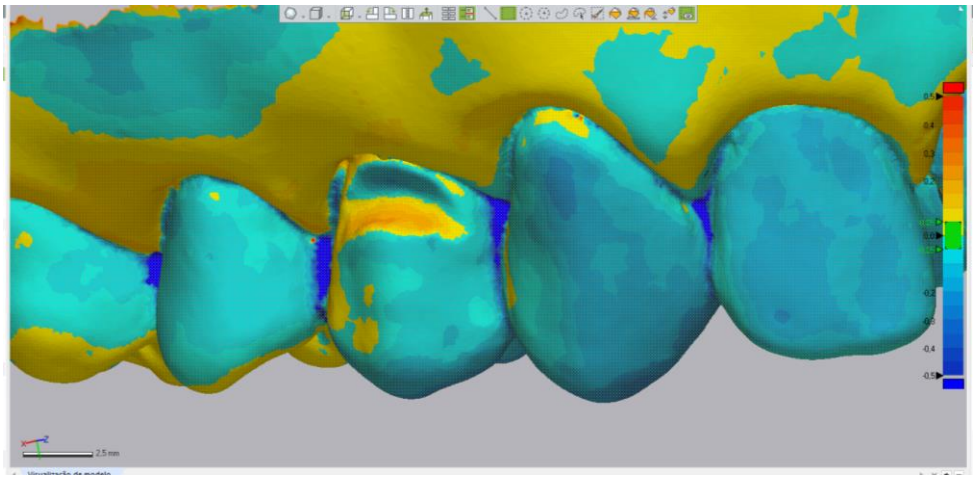

Figura 05. Comparação 3D de mapeamento de malha em STL, visualização da região da lesão Classe V do modelo teste.

Os modelos exibidos após a função de comparação 3D mostraram uma gama de cores que se correlacionaram com áreas potenciais de incompatibilidade entre os modelos de teste e de referência. As áreas destacadas em azul mais escuro indicam um desvio negativo para dentro, enquanto as áreas destacadas em vermelho mais escuro indicam um desvio positivo para fora dos modelos de teste, as áreas amarela e azul claro estão próximas ao limite padrão.

3.2.1.4 RESULTADOS

Após a comparação, é fornecida uma visualização clara das diferenças entre os modelos. O mapa de cores gerado ajuda a identificar as áreas de distorção e possibilita uma avaliação visual imediata das variações. Além disso, o software apresenta dados estatísticos (Fig. 06) sobre os desvios, incluindo a média dos desvios e o desvio máximo entre as superfícies, permitindo uma análise quantitativa.

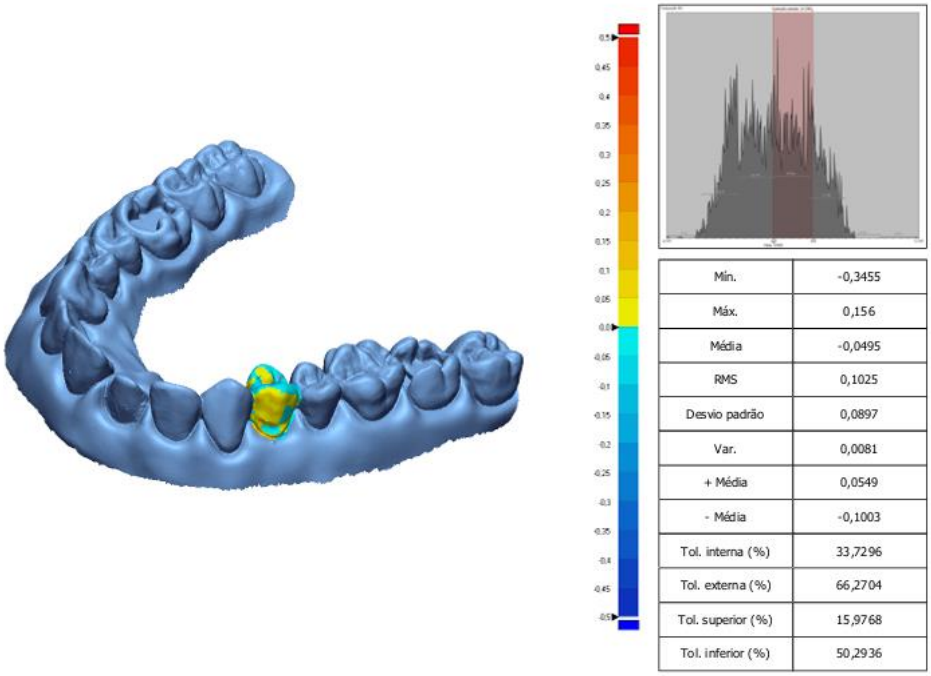

Figura 06. *Geomagic Control X*®, teste de comparação de malhas 3D em área selecionada.

Relatórios foram gerados para cada comparação, e os valores de média, desvio mínimo, desvio máximo e desvio padrão foram compilados em uma planilha (Tab. 01).

Sistema	Min	Max	Média	RMS	Desvio padrão	Var	+ Média	-Média
PANDA (Classe V)	-0,3455	0,156	-0,0495	0,1025	0,0897	0,0081	0,0549	-0,1003
ITERO (Classe V)	-0,3374	0,0774	-0,0606	0,0879	0,0636	0,004	0,0196	-0,0783

Tabela 01. Resultados de processamento de imagens feita no *Geomagic Control X*®, comparando arquivo STL de arco completo com modelo de referência.

Comparando os resultados obtidos quanto a referência de região selecionada da lesão Classe V. Observamos no erro Mínimo e Máximo de cada: Panda®: Min: -0,3455 | Máx: 0,156 e Itero: Min: -0,3374 | Máx: 0,0774. O scanner Itero® possui um erro mínimo menos extremo (-0,3374 versus 0,3455 do Panda®). No entanto, seu erro máximo (0,0774) é menor do que o do Panda® (0,156), indicando que o Itero pode apresentar variação reduzida nos valores extremos. Na média o scanner Panda®: -0,0495 quando o Itero®: -0,0606, o scanner Panda® tem um erro médio menor, sugerindo maior precisão global em relação ao Itero®.

No RMS (Root Mean Square) ou Erro Quadrático Médio (EQM) é uma métrica que mede a magnitude média dos erros em um conjunto de dados, independentemente do sinal (positivo ou negativo). Ele é útil para avaliar a precisão de um scanner intraoral, pois fornece uma medida da dispersão dos erros em relação ao valor de referência.

Interpretação do RMS

- Um RMS menor indica que os erros individuais são, em média, menores e mais próximos do valor de referência.
- Um RMS maior indica que há mais variação nos erros, ou seja, o scanner pode ter medições menos precisas.

No contexto dos scanners intraorais, um RMS menor sugere que um scanner gera medições mais consistentes e próximas do real, enquanto um RMS maior pode indicar maior variação nos erros de medição. O Panda® apresentou 0,1025 e o Itero® 0,0879, o Itero® apresenta um RMS menor, indicando que suas medições, em média, estão mais próximas do padrão de referência.

Nos resultados de Desvio Padrão e Variância observamos: Panda®: Desvio Padrão: 0,0897 | Variância: 0,0081 e Itero: Desvio Padrão: 0,0636 | Variância: 0,004. O Itero® tem menor desvio padrão e variância, o que indica maior consistência nos dados e menor dispersão dos erros.

Nos Intervalos de Média (+ e -) apresentou: Panda®: +0,0549 | -0,1003 e Itero: +0,0196 | -0,0783. O scanner Itero® tem um intervalo mais estreito, o que sugere menor variação em torno da média, enquanto o Panda® apresenta uma dispersão maior.

Comparando os dois scanners com os dados obtidos, Panda® tem menor erro médio, o que pode indicar maior precisão global. Já o Itero® apresenta menor RMS, desvio padrão e variância, sugerindo maior estabilidade e menor dispersão dos erros. Se a prioridade for a precisão média das medições, o Panda® pode ser a melhor opção. Se a prioridade for consistência e menor variação, o Itero® parece mais confiável.

3.2.1.5 DISCUSSÃO

A precisão dos scanners intraorais (IOS) tem sido uma área significativa de pesquisa, particularmente em relação à sua aplicação na captura de impressões para restaurações de Classe V. Aly e Mohsen conduziram um estudo *in vitro* avaliando a precisão de modelos digitais obtidos a partir de diferentes tecnologias de escaneamento CAD/CAM. Eles descobriram que a precisão variava significativamente dependendo do tipo de scanner e das características anatômicas dos dentes que estavam sendo escaneados, com os caninos apresentando a maior precisão devido às suas superfícies mais lisas em comparação com pré-molares e molares (Aly & Mohsen, 2020). Isso destaca a importância de selecionar a tecnologia de escaneamento apropriada com base no cenário clínico específico.

Além do tipo de scanner, o impacto do design e do preparo da cavidade na precisão do escaneamento foi explorado. KIM *et al*. examinaram a influência dos dentes adjacentes na precisão dos sistemas IOS para preparos de *inlay* de Classe II, observando que as condições de escaneamento dentro da cavidade oral podem afetar significativamente o desempenho (KIM *et al*., 2021). Isso é particularmente relevante para restaurações de Classe V, onde a proximidade dos dentes adjacentes pode complicar o processo de escaneamento e potencialmente levar a imprecisões.

A precisão das tecnologias de escaneamento no contexto de lesões e cavidades de Classe V é influenciada por múltiplos fatores, incluindo o tipo de scanner, o design da cavidade, a escolha do material restaurador e a técnica empregada durante a restauração. Os avanços contínuos na tecnologia de escaneamento digital prometem aumentar a precisão e a confiabilidade das restaurações dentárias, melhorando, em última análise, os resultados para os pacientes.

Os resultados deste estudo demonstram que os dois scanners avaliados, Panda® e Itero®, apresentam desempenhos distintos na digitalização de lesões cervicais. Apresentam desempenho distintos na digitalização de lesões cervicais.

O menor erro médio apresentado pelo Panda® sugere que este scanner pode ser mais preciso na obtenção de medidas absolutas, ou que pode ser uma vantagem quando a precisão na coleta da morfologia das lesões cervicais é uma prioridade. Essa característica pode ser relevante em situações clínicas onde a reprodutibilidade exata da lesão influência diretame

Por outro lado, o Itero® declarou menor Root Mean Square (RMS), menor desvio padrão e menor variância, diminuindo maior estabilidade nos escaneamentos. Isso significa que, embora o erro médio possa ser parcialmente maior, os dados obtidos por este scanner são mais consistentes e apresentam menor dispersão, tornando-o específico mais confiável em reavaliações ao longo do tempo. Essa estabilidade pode ser um fator determinante para monitoramento longitudinal de lesões cervicais ou para aplicações que desativem alta reprodutibilidade.

A escolha do scanner mais adequado, portanto, dependerá do objetivo clínico ou da pesquisa. Se a prioridade for a obtenção de valores médios mais próximos da realidade, o Panda® pode ser a melhor alternativa. No entanto, se o foco for a consistência dos resultados, com menor variação entre as digitalizações, o Itero® se apresenta como uma opção mais confiável.

Além disso, esses achados ressaltam a importância de considerar múltiplos critérios para avaliar o desempenho de scanners intraorais. Estudos futuros exploram fatores adicionais, como a influência do tipo de substrato metálico, podem o impacto da umidade e a eficácia desses dispositivos em diferentes condições clínicas. A validação desses achados em um ambiente clínico real poderia fornecer uma compreensão mais abrangente sobre a aplicabilidade dos scanners na documentação e monitoramento da Classe V.

3.2.1.6 CONCLUSÃO

Comparando os dois scanners com os dados obtidos, Panda® tem menor erro médio, o que pode indicar maior precisão global. Já o Itero® apresenta menor RMS, desvio padrão e variância, sugerindo maior estabilidade e menor dispersão dos erros. Se a prioridade for a precisão média das medições, o Panda® pode ser a melhor opção. Se a prioridade for consistência e menor variação, o Itero® parece mais confiável para análises de Classe V.

3.2.1.7 REFERÊNCIAS

ABDUO, Jaafar; ELSEYOUFI, Mohamed. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. **The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, Reino Unido, v. 26, n. 3, p. 101-121, 2018. Disponível em: https://europepmc.org/article/med/29989757. Acesso em: 29 set. 2024.

ANH, J.; PARK, J.; CHUN, Y.; KIM, M.; KIM, M. A comparison of the precision of three-dimensional images acquired by 2 digital intraoral scanners: effects of tooth irregularity and scanning direction. **The Korean Journal of Orthodontics**, 46(1), p. 3, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.4041/kjod.2016.46.1.3. Acesso em: 03 nov. 2024.

BLATZ, Markus B.; CONEJO, Julian. The current state of chairside digital dentistry and materials. **Dental Clinics**, Amsterdã, v. 63, n. 2, p. 175-197, 2019. Disponível em: https://www.dental.theclinics.com/article/S0011-8532(18)30091-0/abstract. Acesso em: 20 jul. 2024.

CHEN, Y.; ZHAI, Z.; LI, H.; YAMADA, S.; MATSUOKA, T.; ONO, S.; … & NAKANO, T. Influence of liquid on the tooth surface on the accuracy of intraoral scanners: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, 31(1), p. 59-64, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jopr.13358. Acesso em: 04 nov. 2024.

CHIU, Asher *et al*. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. **Sensors**, Basileia, v. 20, n. 4, p. 1157, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8220/20/4/1157. Acesso em: 25 set. 2024.

GÓMEZ-POLO, M.; REVILLA-LEÓN, M.; LIMONES, Á.; CASCOS, R.; GÓMEZ-POLO, C.; ORTEGA, R. Intraoral digital scans for fabricating tooth-supported prostheses using a custom intraoral scan body. **Journal of Prosthodontics**, 31(4), p. 356-361, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jopr.13468. Acesso em: 04 nov. 2024.

IMBURGIA, Mario *et al*. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. **BMC Oral Health**, Londres, v. 17, p. 1-13, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-017-0383-4. Acesso em: 20 jul. 2024.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 5725-1:1994. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - part 1: general principles and definitions. **Geneva: International Organization for Standardization**; 1994. Disponível em: https://www.iso.org/standard/11833.html. Acesso em: 26 set. 2024.

KIHARA, Hidemichi *et al*. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. **Journal of Prosthodontic Research**, Tóquio, v. 64, n. 2, p. 109-113, 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/64/2/64_109/_article/-char/ja/. Acesso em: 25 set. 2024.

KIM, Ryan Jin-Young; PARK, Ji-Man; SHIM, June-Sung. Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: A qualitative and quantitative evaluation. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 120, n. 6, p. 895-903.e1, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391318301902. Acesso em: 12 nov. 2024.

LATHAM, Jason *et al*. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 123, n. 1, p. 85-95, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391319301520. Acesso em: 29 set. 2024.

LEE, K.; PARK, S. Digital intraoral scanners and alginate impressions in reproducing full dental arches: a comparative 3D assessment. **Applied Sciences**, 10(21), p. 7637, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/app10217637. Acesso em: 04 nov. 2024.

MOÖRMANN, Werner H. The evolution of the CEREC system. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 137, p. 7S-13S, 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002817714652995. Acesso em: 20 jul. 2024.

MORSY, Noha; EL KATEB, Mohammed. Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Amsterdã, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391322006084. Acesso em: 25 set. 2024.

PATZELT, Sebastian B.M. *et al*. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 145, n. 6, p. 542-551, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002817714601136. Acesso em: 26 set. 2024.

REVILLA-LEÓN, M.; KOIS, D.; KOIS, J. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: operator factors. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 35(1), p. 230-240, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jerd.12985. Acesso em: 04 nov. 2024.

REVILLA-LEÓN, M.; KOIS, D.; KOIS, J. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans: Part 2—patient factors. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 35(1), p. 241-249, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jerd.12993. Acesso em: 04 nov. 2024.

SAITO, Tetsuo *et al*. Preparos dentais funcionais em próteses fixas: princípios mecânicos, biológicos e de oclusão. 1999. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001043002. Acesso em: 29 set. 2024.

SANTOS, M.; LEON, L.; SIDDIQUE, I.; BUTLER, S. Retrospective clinical evaluation of RMGIC/GIC Class V restorations. **Dentistry Journal**, 11(9), p. 225, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/dj11090225. Acesso em: 03 nov. 2024.

SCHIMMEL, M.; AKINO, N.; SRINIVASAN, M.; WITTNEBEN, J.; YILMAZ, B.; ABOU-AYASH, S. Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis. **Clinical Oral Investigations**, 25(4), p. 1839-1847, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00784-020-03486-z. Acesso em: 03 nov. 2024.

SPITZNAGEL, F. A.; BOLDT, J.; GIERTHMUEHLEN, P. C. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. **Journal of Dental Research**, v. 97, n. 10, p. 1082-1091, 2018. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022034518779759. Acesso em: 20 jul. 2024.

THE AMERICAN NATIONAL STANDARDS INSTITUTE AND AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. ANSI/ADA132:2015. Scanning accuracy of dental chair side and laboratory CAD/CAM systems. **Chicago: American Dental Association**; 2015. Disponível em: https://store.ada.org/catalog/ansiada-standard-no-132-scanning-accuracy-of-dental-chair-side-and-laboratory-e-bk-10945. Acesso em: 26 set. 2024.

TREESH, Joshua C. *et al*. Complete-arch accuracy of intraoral scanners. **The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, Reino Unido, v. 120, n. 3, p. 382-388, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391318300775. Acesso em: 29 set. 2024.

ZHANG, F.; SUH, K.; LEE, K. Validity of intraoral scans compared with plaster models: an in-vivo comparison of dental measurements and 3D surface analysis. **PLOS One**, 11(6), e0157713, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1371/journal.pone.0157713. Acesso em: 04 nov. 2024.

ZHANG, Xin Yue *et al*. Scanning Accuracy of 10 Intraoral Scanners for Single-crown and Three-unit Fixed Denture Preparations: An In Vitro Study. **Chinese Journal of Dental Research**, Illinois, v. 25, n. 3, 2022. Disponível em: https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A6%3A8032950/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A159499110&crl=c&link_origin=scholar.google.com.br. Acesso em: 26 set. 2024.

3.3.1 PARTE II: AVALIAÇÃO DA ACURÁCIA DE DOIS SCANNERS DIGITAIS NA DIGITALIZAÇÃO DE ARCADA COMPLETA: ESTUDO IN VITRO.

Gilsara Araújo Albuquerque Fontenele, Levi Herculino Chaves, Juliana Paiva Marques Lima Rolim.

3.3.1.1 RESUMO

O estudo objetiva a avaliar a precisão de dois scanners digitais na leitura de arcada completa em estudo experimental in vitro. Através de anatômico de arco completo confeccionado padronizado XX. Dois scanners intraorais – Itero® e Panda® – foram empregados, com 10 digitalizações independentes para cada aparelho (total de 20 aquisições), realizadas por um operador treinado e com experiência. As digitalizações foram exportadas em formato STL e analisadas com o *software Geomagic Control X* 2025 0.0. Mapeamento de cores e técnicas de alinhamento gerou dados de comparação, utilizando métricas como mínimo, máximo, média, RMS, desvio padrão e variância. A análise estatística revelou que o Itero® apresentou maior consistência e precisão, com erros menos extremos e menor dispersão dos valores, enquanto o Panda® demonstrou maior exatidão geral, com uma média de erro que tende a se anular. Em suma, o Itero® se destacou pela confiabilidade dos dados, e o Panda® pela exatidão dos resultados. A precisão dos scanners depende de uma variedade de fatores, como o tipo do dispositivo, a técnica de escaneamento utilizada, a habilidade do operador e as condições ambientais. Os avanços científicos e o aprimoramento tecnológico elevam a confiabilidade dos scanners, embora com variações de performance, são indispensáveis tanto na prática odontologia atual.

Palavras-chaves: Técnica de Moldagem; Modelos Dentais; Odontologia.

3.3.1.2 INTRODUÇÃO

O fluxo digital praticado pela odontologia tem mostrado grande evolução nos últimos anos, os sistemas de desenho assistido por computador (CAD) e a manufatura assistida por computador (CAD) vem ganhando cada vez mais espaço nos consultórios odontológicos e laboratórios (BLATZ; CONEJO, 2019).

A odontologia digital é um campo em crescimento que utiliza tecnologias avançadas para melhorar o diagnóstico, o planejamento e a execução de tratamentos odontológicos. O primeiro Scanner intraoral foi apresentado em 1895 pelo sistema CEREC (Dentsply), hoje temos uma variabilidade no mercado, o que tornou a tecnologia aos consultórios mais acessível e com isso a introdução de novos softwares de planejamento odontológicos pagos e gratuitos, proporcionando a confecção de trabalhos em uma única sessão, tornando uma melhor hora clínica e menos desconforto ao paciente, além da elaboração de planejamento e assertividade (SPITZNAGEL *et al*., 2018; GLISIC *et al*., 2019).

A moldagem virtual quando comparada à convencional oferece ao paciente maior conforto (GLISIC *et al*., 2019), facilidade de correção de falhas, redução do armazenamento de modelos de gesso, otimização de tempo clínico (PATZELT *et al*., 2014), através de um arquivo oriundo do escaneamento, pode-se realizar diversos trabalhos pelo sistema CAD/CAM. A literatura científica mostra nas revisões sistemáticas com metanálise resultados positivos voltados aos dispositivos (MORSY & EL KATEB; 2022; ABDUO & ELSEYOUFI; 2018).

A tecnologia de escaneamento intraoral surgiu como uma ferramenta transformadora na odontologia, oferecendo uma alternativa digital aos métodos tradicionais de moldagem. Essa tecnologia permite a captura direta de imagens tridimensionais da cavidade oral, que podem ser usadas em diversas aplicações, incluindo prótese dentária, ortodontia e implantodontia. Estudos mostram que os escaneadores intraorais oferecem alta precisão na captura de impressões dentárias, frequentemente superando os métodos convencionais em termos de exatidão e confiabilidade. Por exemplo, pesquisas indicam que o escaneamento intraoral pode minimizar erros associados às moldagens tradicionais, como deformação e distorção, melhorando assim a qualidade geral dos modelos dentários (DEFERM *et al*., 2017; MICHELINAKIS *et al*., 2021). Além disso, a capacidade de criar modelos digitais facilita um fluxo de trabalho mais eficiente, permitindo visualização em tempo real e ajustes durante o planejamento do tratamento (HOU *et al*., 2023; SERRANO-VELASCO *et al*., 2023).

Apesar das vantagens do escaneamento intraoral, sua precisão pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a habilidade do operador, o ambiente intraoral e a técnica de escaneamento utilizada. Por exemplo, distância de escaneamento inadequada, movimentos do paciente e presença de saliva podem afetar negativamente a precisão dos escaneamentos (NATSUBORI *et al*., 2022; IMBURGIA *et al*., 2017). Além disso, embora os escaneadores intraorais geralmente ofereçam alta precisão, eles podem ainda apresentar variação na precisão dependendo do modelo específico do escaneador e da complexidade do arco dentário sendo escaneado (WINKLER, GKANTIDIS, 2020; CUI *et al*., 2021). Alguns estudos destacaram que determinadas áreas, como o arco dentário posterior, são mais propensas a erros de escaneamento, o que pode complicar o processo de moldagem (CUI *et al*., 2021; Husein *et al*., 2022).

Portanto, embora o escaneamento intraoral seja uma tecnologia promissora, os profissionais devem estar cientes dessas limitações e garantir a utilização de técnicas adequadas para alcançar resultados ótimos. A transição das técnicas tradicionais de moldagem para o escaneamento intraoral também levanta considerações sobre custo e conforto do paciente. Embora o investimento inicial em equipamentos de escaneamento intraoral possa ser substancial, sugere-se que as economias a longo prazo associadas à redução de custos com materiais e à melhoria da eficiência podem compensar esses custos iniciais (MENEZES, 2023). Além disso, os pacientes frequentemente relatam um nível maior de conforto com o escaneamento intraoral em comparação com as moldagens tradicionais, que podem ser desconfortáveis e demoradas (SERRANO-VELACO *et al*., 2023; XU *et al*., 2022). A ausência de materiais de moldagem e o processo rápido de escaneamento contribuem para uma experiência mais agradável para os pacientes, potencialmente aumentando a satisfação com o atendimento odontológico (IVANOVA *et al*., 2019; SERRANO-VELASCOS *et al*., 2023). No entanto, é essencial equilibrar esses benefícios com os custos mais altos iniciais para adquirir e manter a tecnologia de escaneamento.

A Organização Internacional para Padronização (ISO) seguindo a norma ISO 5725-1 usa duas maneiras para definir a precisão de um método de medição: veracidade e precisão. "Veracidade" é a concordância das medidas entre teste e o valor real de referência. Precisão é definida como concordância dos valores obtidos entre si. Para seguirmos um padrão na odontologia o Instituto Americano de Normas Nacionais e Associação Odontológica

Americana (ANSI/ADA) define pelo padrão 132 as normas de precisão a serem seguidas dos dispositivos de escaneamento para fabricantes e instituições em pesquisas in vitro.

Em conclusão, o escaneamento intraoral representa um avanço significativo nas técnicas de moldagem dentária, oferecendo maior precisão, conforto para o paciente e eficiência no fluxo de trabalho. Embora apresente certos desafios relacionados à precisão e ao custo, os benefícios gerais fazem dele uma ferramenta valiosa na odontologia moderna. À medida que a tecnologia continua a evoluir, é provável que pesquisas e desenvolvimentos contínuos abordam as limitações atuais, aprimorando ainda mais as capacidades e as aplicações do escaneamento intraoral na prática clínica (KANG *et al*., 2020; FAROOK *et al*., 2021; BI *et al*., 2022). A integração dessa tecnologia nos procedimentos odontológicos de rotina não apenas simplifica os processos, mas também está alinhada com a crescente tendência de digitalização na saúde.

3.3.1.3 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo proposto é uma pesquisa experimental, laboratorial, *in vitro*. A pesquisa foi realizada na Clínica Escola de Odontologia do Centro Universitário Christus (Unichristus), no Campus Parque Ecológico e clínicas parceiras.

Delineamento

O estudo utilizou um modelo anatômico de arco completo, confeccionado em resina de alta resistência, com características anatômicas e gengiva com coloração que simulam uma arcada dentária humana completa (Orais Produtos Odontológicos- Goiás, Brasil) (Fig.01). Este modelo foi escolhido por sua estabilidade dimensional e por representar adequadamente as estruturas de interesse. Durante o experimento os dentes não foram removidos do modelo ou submetidos a forças externas o modelo foi mantido em posição segura por ventosas em uma mesa branca plana, sem manipulação.

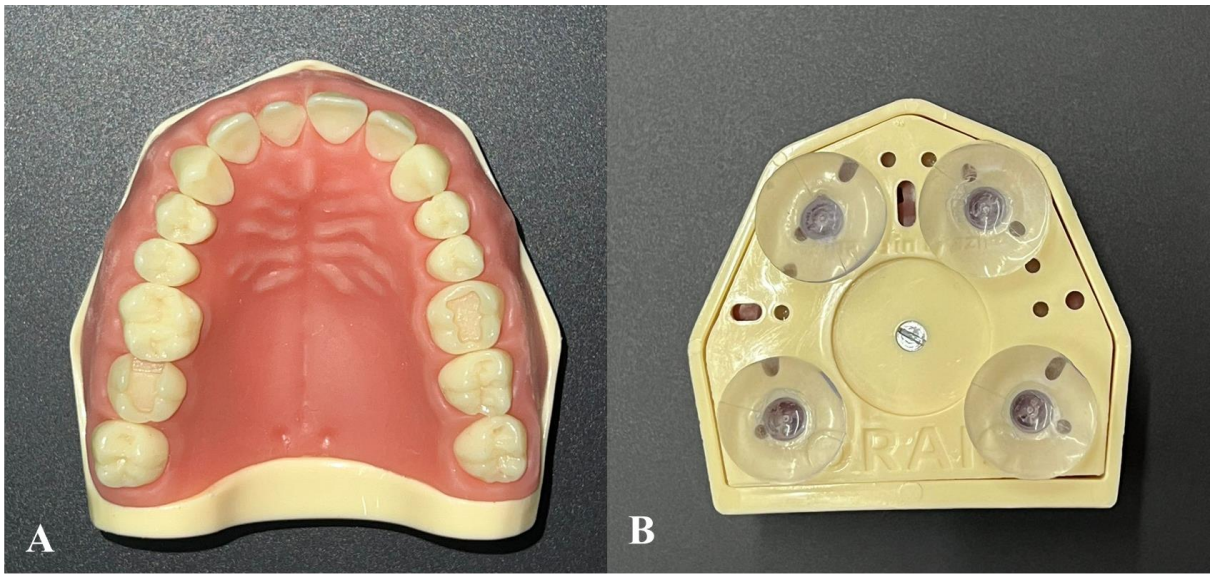

Figura 01. Modelo de arco superior em resina. A. Modelo superior com preparos em dentes 11, 14, 17 e 26. B. Modelo com ventosas.

O estudo será conduzido *in vitro*, seguindo um delineamento experimental comparativo. Os procedimentos consistiram em:

1. Digitalização do modelo físico com dois scanners intraorais distintos;
2. Comparação das imagens geradas por meio do software de análise tridimensional em arquivos STL;

3. Avaliação dos dados.

Os scanners foram operados por um único operador previamente treinado com experiência de quatro anos, que seguiu rigorosamente as recomendações dos fabricantes e calibrou os aparelhos previamente para garantir a padronização do processo. Em cada *scanner* foram realizadas 10 digitalizações independentes, com tempo médio de aquisição de 2 minutos cada varredura, totalizando 20 aquisições. Para evitar fadiga do operador, as varreduras foram realizadas com tempo de 5 minutos de pausa uma da outra, sendo dias diferentes para cada sistema.

Os scanners escolhidos para este estudo foram o Itero® e o Panda®, ambos reconhecidos por sua eficácia na captura de imagens intraorais, e o 3Shape - Série E4®, um scanner de bancada que é amplamente utilizado em laboratórios de prótese dentária. A escolha desses dispositivos se baseia em sua popularidade e na literatura que sugere variações sérias em precisão e exatidão entre diferentes tecnologias de escaneamento (CHALMERS *et al*., 2016; EMARA *et al*., 2020; SERAG *et al*., 2016). Com 4 câmeras x 5MP, LED azul de multilinhas com precisão (ISO 12836) 4 μm, velocidade do escaneamento (arcada completa) 25s, foi usado para adquirir conjuntos de dados em STL do modelo amostral dados modelo padrão grupo controle para avaliar e comparar a veracidade.

Todos os escaneamentos foram exportados em formato STL (Fig. 02) pelo método de exportação de cada scanner. Foi utilizado o *software Geomagic Control X 2025.0.0 [Profissional]*® onde foi possível comparar o modelo padrão de referência com os modelos experimentais.

Uma das principais funcionalidades do *Geomagic Control X*® é a criação de mapas de cores, que facilitam a visualização das discrepâncias entre as superfícies dos modelos escaneados e o modelo de referência. Este recurso é essencial para identificar áreas com desvios fora da tolerância especificada, fornecendo uma análise qualitativa e quantitativa da precisão dos scanners.

Além disso, o software oferece ferramentas robustas para alinhar os modelos de forma precisa, eliminando possíveis erros relacionados à orientação ou posicionamento inadequado dos arquivos STL. Esse alinhamento é fundamental para garantir que a comparação seja confiável e que os dados gerados reflitam a real performance de cada scanner.

Outra vantagem do *Geomagic Control X*® é sua capacidade de fornecer métricas estatísticas detalhadas, como desvio médio, desvio máximo e variabilidade, que são indispensáveis para a avaliação rigorosa dos resultados. Essas métricas ajudam a identificar quais scanners apresentam maior precisão e confiabilidade, auxiliando no objetivo central do estudo de comparar diferentes tecnologias de escaneamento intraoral.

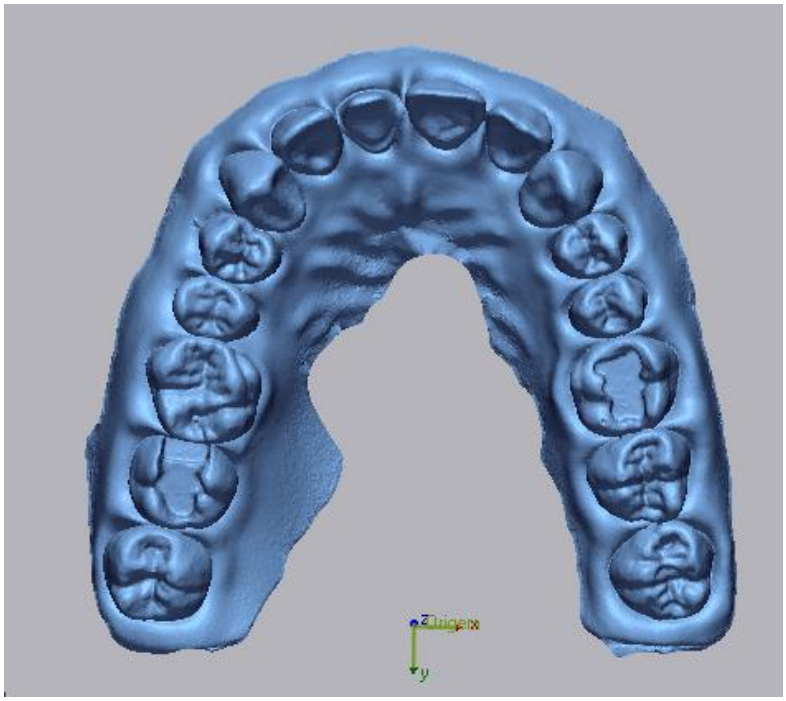

Figura 02. Modelo em formato STL no *Geomagic Control X*.

Alinhamento dos modelos

Ao abrir o software introduzimos o modelo do scanner de bancada, sinalizando como modelo de referência, em seguida importamos cada escaneamento, um por vez. Usando as funções "*Initial Alignment*" e "*Best Fit Alignment"* (Fig.03) do *Geomagic Control X*, os

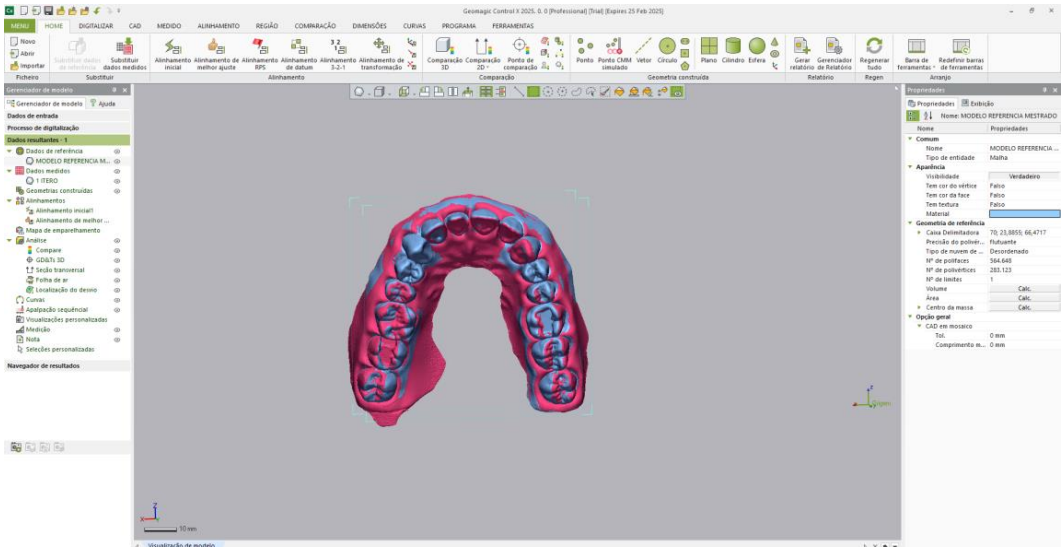

Figura 03. *Geomagic Control X*, teste de comparação de malhas 3D.

modelos foram sobrepostos para comparações dos arquivos sobrepostos um ao outro. A função "*Best Fit Alignment"* do *software* atua para alinhar o arquivo de teste e o arquivo de referência usando um algoritmo interativo de pontos mais próximo o *Iterative Closest Point* (ICP) é um dos métodos mais utilizados para alinhar arquivos 3D digitais, especialmente na odontologia e em outras áreas que requerem o processamento de modelos tridimensionais. Esse algoritmo trabalha identificando os pontos correspondentes entre dois conjuntos de dados 3D e, iterativamente, ajustando a posição de um conjunto até que ele se alinhe de forma precisa com o outro. No contexto odontológico, o ICP é frequentemente empregado para alinhar digitalmente impressões obtidas por escaneamento intraoral com outros modelos, como os utilizados em planejamento de tratamentos ortodônticos ou a confecção de próteses dentárias. Sua precisão e eficácia tornam o ICP uma ferramenta essencial para garantir que os modelos digitais estejam corretamente alinhados, facilitando o planejamento e a execução de tratamentos dentários. (Rusu, R. B., & Cousins, S. 2011).

Realização da Comparação

Com os modelos alinhados, o próximo passo é realizar a comparação entre o arquivo STL e o modelo de referência. O *Geomagic Control X* oferece ferramentas de análise de superfícies que permitem comparar as geometrias e identificar variações entre as peças.

Para comparar a arcada completa não precisa selecionar nenhuma área, usando as funções *"Comparação*" e "*Comparação 3D"* do *Geomagic Control X*, os modelos foram sobrepostos para comparações dos arquivos sobrepostos um ao outro. A função "*Comparação 3D"* do *software* atua para comparar todo esboço de malha dos escaneamentos sobrepostos ao modelo de referência. A função de comparação 3D do software permitiu a personalização de medições e mapeamento de cores dos resultados. Um valor de 0,5 mm foi usado para definir os limites superior e inferior para mapeamento de cores. Os modelos exibidos após a função de comparação 3D mostraram uma gama de cores que se correlacionaram com áreas potenciais de incompatibilidade entre os modelos de teste e de referência (fig. 04). As áreas destacadas em azul mais escuro indicam um desvio negativo para dentro, enquanto as áreas destacadas em vermelho mais escuro indicam um desvio positivo para fora dos modelos de teste.

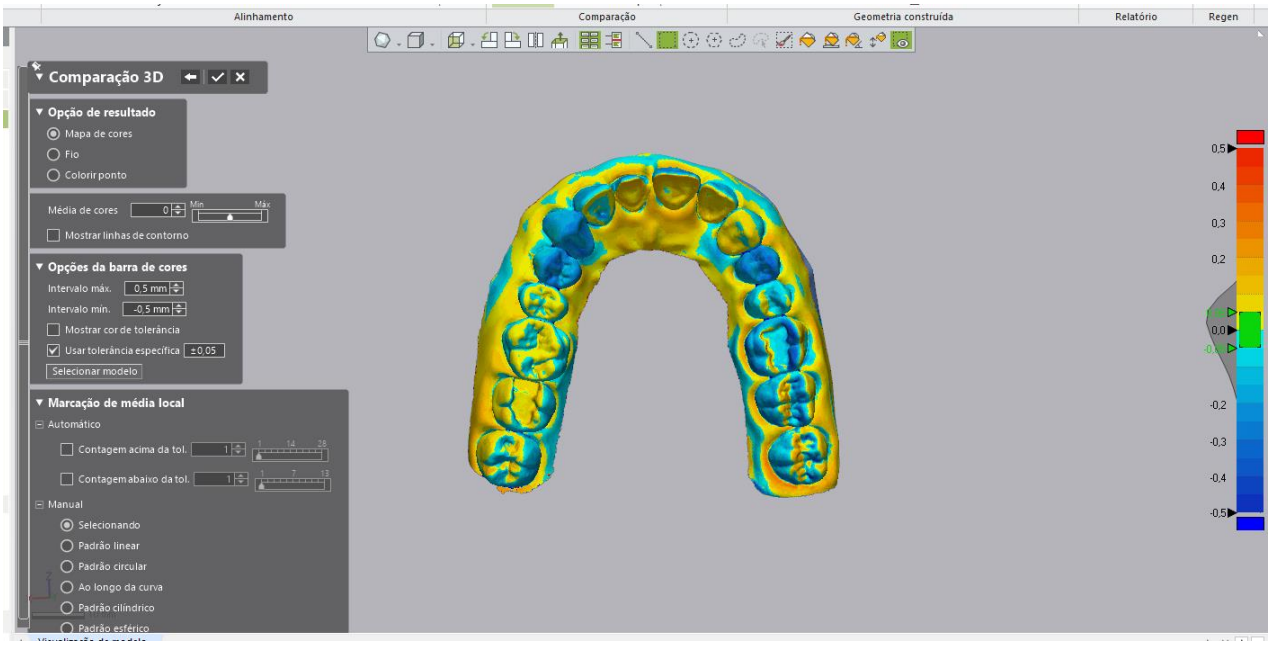

Figura 04. *Geomagic Control X*, teste de comparação de malhas 3D.

Análise dos Resultados

Após a comparação, é fornecida uma visualização clara das diferenças entre os modelos. O mapa de cores gerado ajuda a identificar as áreas de distorção e possibilita uma avaliação visual imediata das variações. Além disso, o software apresenta dados estatísticos (Fig. 04) sobre os desvios, incluindo a média dos desvios e o desvio máximo entre as superfícies, permitindo uma análise quantitativa. Relatórios foram gerados para cada comparação, e os valores de média, desvio mínimo, desvio máximo e desvio padrão foram compilados em uma planilha.

Sistema	Min	Max	Média	RMS	Desvio padrão	Var	+ Média	-Média
PANDA	-3,9431	3,9641	-0,0032	0,2886	0,2886	0,0833	0,1159	-0,0953
ITERO	-3,5148	3,688	-0,0325	0,2278	0,2255	0,0509	0,105	-0,131

Tabela 01. Resultados de processamento de imagens feita no *Geomagic Control X*, comparando arquivo STL de arco completo com modelo de referência.

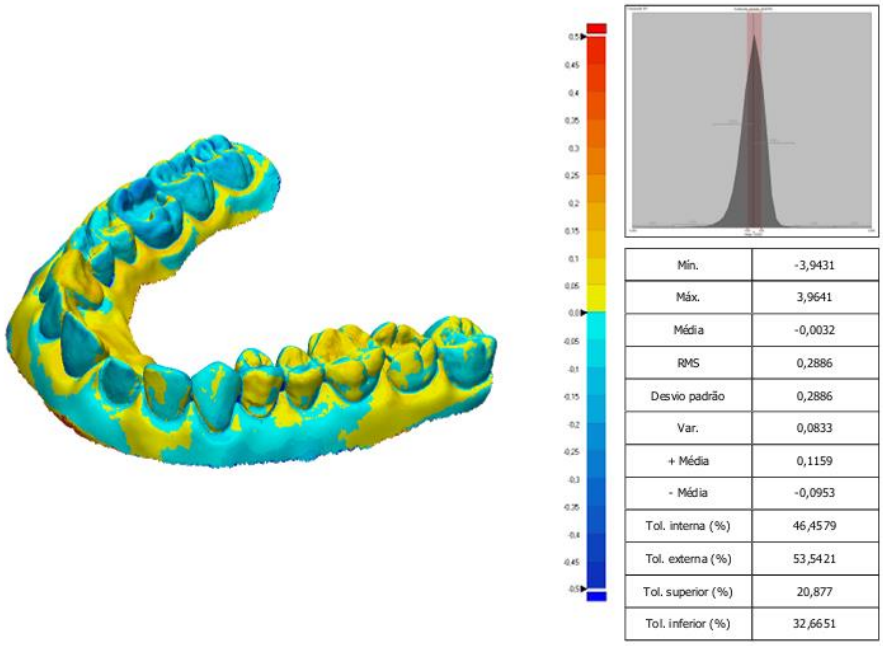

Figura 04. Mapeamento de cores comparando malhas 3D e dados estatísticos das malhas do scanner PANDA P2.

Para analisar os resultados obtidos dos dois scanners, Panda® e Itero®, usarei os seguintes parâmetros fornecidos:

Mínimo (Min): O menor valor de erro encontrado na análise.

Máximo (Máx): O maior valor de erro encontrado na análise.

Média: A média dos erros encontrados.

RMS (Root Mean Square): A raiz quadrada da média dos quadrados dos erros, que indica a magnitude típica dos erros.

Desvio Padrão: Uma medida da dispersão dos erros em relação à média.

Variância: O quadrado do desvio padrão, que indica a variabilidade dos erros.

+ Média: A média dos erros positivos.

- Média: A média dos erros negativos.

Com base nesses parâmetros, compararei os dois scanners em termos de precisão, exatidão e consistência das medições. A análise dos resultados dos scanners Panda® e Itero® revela algumas diferenças importantes em seus desempenhos.

Precisão: Panda: Apresenta uma amplitude de erro maior (Min: -3,9431, Máx: 3,9641) em comparação com o Itero® (Min: -3,5148, Máx: 3,688). Isso sugere que o Itero® tem uma precisão ligeiramente melhor, com erros menos extremos.

Exatidão: Panda®: A média de erro do Panda® (-0,0032) é menor que a do Itero® (-0,0325), indicando que o Panda® é mais exato em geral, com os erros tendendo a se anular.

RMS: O RMS do Panda (0,2886) é maior que o do Itero® (0,2278), o que sugere que o Itero® tem uma exatidão ligeiramente melhor, com erros tipicamente menores.

Desvio Padrão e Variância: O Panda® apresenta maior desvio padrão (0,2886) e variância (0,0833) em comparação com o Itero® (0,2255 e 0,0509, respectivamente). Isso indica que as medições do Itero® são mais consistentes, com menor dispersão em torno da média.

+ média e - média: O Panda® apresenta uma tendência a erros positivos (+ média: 0,1159, - média: -0,0953), enquanto o Itero® apresenta uma tendência a erros negativos (+ média: 0,105, - média: -0,131).

O *Geomagic Control X*® é utilizado para avaliar a eficácia de diferentes técnicas de impressão digital, com estudos mostrando que a acurácia dos modelos impressos pode ser significativamente afetada pela técnica utilizada. Por exemplo, a pesquisa de ZARONE *et al*. demonstrou que a precisão dos modelos impressos variava entre diferentes materiais de

impressão, com medições de acurácia e precisão em micrômetros (ZARONE *et al*., 2020). A análise estatística dos dados coletados, incluindo médias e intervalos de confiança, fornece uma base sólida para a comparação entre as diferentes técnicas, permitindo que os clínicos façam escolhas informadas sobre quais métodos utilizar em suas práticas (OSMAN & ALHARBI, 2023).

3.1. DISCUSSÃO

Scanners intraorais foram extensivamente avaliados por sua precisão e exatidão na captura de moldagens dentárias. Estudos têm mostrado que a precisão desses dispositivos pode variar significativamente com base em vários fatores, incluindo a técnica de escaneamento, o tipo de scanner utilizado e as condições em que o escaneamento ocorre. Por exemplo, VANDEWEGHE *et al*. relataram que as varreduras intraorais demonstraram mais desvios locais, com a precisão dependendo amplamente da técnica de escaneamento empregada (VANDEWEGHE *et al*., 2016). Da mesma forma, Winkler e Gkantidis descobriram que diferentes scanners intraorais demonstraram precisão comparável ao capturar áreas palatinas; no entanto, o posicionamento espacial de áreas distantes afetou a precisão (WINKLER; GKANTIDIS, 2021). Além disso, MALIK *et al*. destacaram que a precisão dos scanners intraorais poderia ser comprometida *in vivo* em comparação com as condições *in vitro*, indicando que os fatores ambientais desempenham um papel crucial na precisão do escaneamento (MALIK *et al*., 2018).

A precisão dos scanners é influenciada por diversos fatores, incluindo a técnica de escaneamento, o tipo de scanner, as condições ambientais e a experiência do operador. Estudos corroboram que a precisão pode variar significativamente entre diferentes dispositivos e técnicas, destacando a importância de uma análise criteriosa e da escolha adequada do scanner para cada aplicação. A tecnologia empregada pelos scanners também desempenha um papel crucial na determinação da precisão. Scanners de luz estruturada, por exemplo, são reconhecidos por sua alta precisão e captura rápida, superando outros tipos em aplicações clínicas.

A comparação entre scanners intraorais e extraorais também revela *insights* importantes sobre a precisão. ELLAKANY *et al*. conduziram um estudo comparando vários scanners intraorais e extraorais, encontrando diferenças estatisticamente significativas em precisão e exatidão entre os dispositivos testados (ELLAKANY *et al*., 2022). Além disso, o estudo de Mai e Lee indicou que scanners compatíveis com dispositivos móveis, embora eficazes para áreas faciais simples, tiveram dificuldades com regiões complexas, sublinhando as limitações de certas tecnologias de escaneamento (MAI & LEE, 2020). Isto é ecoado pelas descobertas de DUTTON *et al*., que observaram que o substrato que está sendo escaneado influencia significativamente a exatidão e precisão dos modelos 3D produzidos por diferentes scanners (DUTTON *et al*., 2019).

Outro aspecto crítico que afeta a precisão do scanner é a influência do operador. REVILLA-LEÓN *et al*. enfatizaram que as decisões do operador, como técnica de escaneamento e condições ambientais, impactam significativamente a precisão dos scanners intraorais (REVILLA-LEÓN *et al*., 2022). Isso é corroborado pela revisão sistemática conduzida por SHIMMEL *et al*., que constatou que, embora as varreduras *in vitro* e *in vivo* apresentassem pequenas diferenças em precisão, a experiência e a técnica do operador permaneceram fundamentais para a obtenção de resultados confiáveis (SCHIMMEL *et al*., 2020).

Além dos fatores do operador, a tecnologia empregada pelos scanners também desempenha um papel vital na determinação da precisão. Por exemplo, o estudo de SHIMIZU *et al*. avaliou a precisão de vários sistemas CAD usando diferentes scanners e descobriu que o tipo de scanner afetava significativamente a precisão do projeto de próteses dentárias fixas (SHIMIZU *et al*., 2017). Além disso, a revisão sistemática de CAO *et al*. destacou que os scanners de luz estruturada, conhecidos por sua captura rápida e alta precisão de medição, superaram outros tipos na prática clínica (CAO *et al*., 2022).

Em conclusão, a precisão dos scanners é influenciada por uma infinidade de fatores, incluindo o tipo de scanner, técnica de escaneamento, habilidade do operador e condições ambientais. Os avanços contínuos na tecnologia e metodologias de escaneamento continuam a aprimorar a precisão e a confiabilidade desses dispositivos, tornando-os ferramentas valiosas nos campos odontológico e médico.

3.3.1.4 CONCLUSÃO

A análise comparativa entre os scanners Panda® e Itero®, utilizando o software *Geomagic Control X*®, revelou nuances importantes em seus desempenhos. O Itero® demonstrou uma precisão ligeiramente superior, com erros menos extremos, enquanto o Panda® apresentou maior exatidão geral, com erros que tendem a se anular. No entanto, o Itero® exibiu maior consistência nas medições, com menor dispersão em torno da média.

Em conclusão, a precisão dos scanners é um aspecto multifatorial, influenciado por uma variedade de fatores. A escolha do scanner ideal e a otimização das técnicas de escaneamento são essenciais para garantir resultados confiáveis e precisos.

3.3.1.5 REFERÊNCIAS

ABDUO, Jaafar; ELSEYOUFI, Mohamed. Accuracy of Intraoral Scanners: A Systematic Review of Influencing Factors. **The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, Reino Unido, v. 26, n. 3, p. 101-121, 2018. Disponível em: https://europepmc.org/article/med/29989757. Acesso em: 29 set. 2024.

Ali, N.; ABOALAZM, E. The effect of different scanning systems on marginal and internal adaptation of indirect restorations. **Egyptian Dental Journal**, 69(3), 2273-2280, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.21608/edj.2023.195798.2459. Acesso em: 15 nov. 2024.

BLATZ, Markus B.; CONEJO, Julian. The current state of chairside digital dentistry and materials. **Dental Clinics**, Amsterdã, v. 63, n. 2, p. 175-197, 2019. Disponível em: https://www.dental.theclinics.com/article/S0011-8532(18)30091-0/abstract. Acesso em: 20 jul. 2024.

CAO, R.; CHEN, B.; XU, H.; CAI, Y.; LIU, W. Accuracy of three-dimensional optical devices for facial soft-tissue measurement in clinical practice of stomatology: a prisma systematic review. **Medicine**, 101(47), e31922, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1097/md.0000000000031922. Acesso em: 15 nov. 2024.

CHIU, Asher *et al*. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. **Sensors**, Basileia, v. 20, n. 4, p. 1157, 2020. Disponível em: https://www.mdpi.com/1424-8220/20/4/1157. Acesso em: 25 set. 2024.

CHIU, A.; CHEN, Y.; HAYASHI, J.; SADR, A. Accuracy of CAD/CAM digital impressions with different intraoral scanner parameters. **Sensors**, 20(4), 1157, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/s20041157. Acesso em: 15 nov. 2024.

DUTTON, E.; LUDLOW, M.; MENNITO, A.; KELLY, A.; EVANS, Z.; CULP, A.; … RENNE, W. The effect different substrates have on the trueness and precision of eight different intraoral scanners. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 32(2), 204-218, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jerd.12528. Acesso em: 16 nov. 2024.

ELLAKANY, P.; ALY, N.; AL-HARBI, F. A comparative study assessing the precision and trueness of digital and printed casts produced from several intraoral and extraoral scanners in full arch and short span (3-unit fpd) scanning: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, 32(5), 423-430, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jopr.13568. Acesso em: 16 nov. 2024.

IMBURGIA, Mario *et al*. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. **BMC oral health**, Londres, v. 17, p. 1-13, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-017-0383-4. Acesso em: 20 jul. 2024.

International Organization for Standardization. ISO 5725-1:1994. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results - part 1: general principles and definitions. Geneva: **International Organization for Standardization**; 1994. Disponível em: https://www.iso.org/standard/11833.html. Acesso em: 26 set. 2024.

KHEUR, M.; SHAIKH, M.; LAKHA, T.; KHEUR, S.; QAMRI, B. Do digital impressions have a greater accuracy for full-arch implant-supported reconstructions compared to conventional impressions? An in vitro study. **The Journal of Indian Prosthodontic Society**, 22(4), 398, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.4103/jips.jips_52_22. Acesso em: 16 nov. 2024.

KIHARA, Hidemichi *et al*. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: A literature review. **Journal of prosthodontic research**, Tóquio, v. 64, n. 2, p. 109-113, 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/64/2/64_109/_article/-char/ja/. Acesso em: 25 set. 2024.

KIM, M.; KIM, J.; LEE, Y.; LIM, Y.; LEE, S. The effect of scanning distance on the accuracy of intra-oral scanners used in dentistry. **Clinical Anatomy**, 32(3), 430-438, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1002/ca.23334. Acesso em: 16 nov. 2024.

KIM, J.; HONG, Y.; KANG, Y.; KIM, J.; SHIM, J. Accuracy of scanned stock abutments using different intraoral scanners: an in vitro study. **Journal of Prosthodontics**, 28(7), 797-803, 2019. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jopr.13095. Acesso em: 16 nov. 2024.

KIM, Ryan Jin-Young; PARK, Ji-Man; SHIM, June-Sung. Accuracy of 9 intraoral scanners for complete-arch image acquisition: A qualitative and quantitative evaluation. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 120, n. 6, p. 895-903.e1, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391318301902. Acesso em: 12 nov. 2024.

LATHAM, Jason *et al*. Effect of scan pattern on complete-arch scans with 4 digital scanners. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, v. 123, n. 1, p. 85-95, 2020. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391319301520. Acesso em: 29 set. 2024.

LUSTOSA, V. V. S.; DELIBERADOR, T. M.; MARCOS, R. M. H. C.; IMANO, M. I.; FRANCO, A. P. G. d. O. Eficiência da mensuração da cor realizada por meio de escâneres intraorais: uma revisão de literatura. **Revista Gestão E Saúde**, 25(2), 2023. Disponível em: https://doi.org/10.59974/1984-8153.2023.30. Acesso em: 18 nov. 2024.

MAI, H.; LEE, D. Accuracy of mobile device–compatible 3d scanners for facial digitization: systematic review and meta-analysis. **Journal of Medical Internet Research**, 22(10), e22228, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.2196/22228. Acesso em: 18 nov. 2024.

Malik, J.; RODRIGUEZ, J.; WEISBLOOM, M.; PETRIDIS, H. Comparison of accuracy between a conventional and two digital intraoral impression techniques. **The International Journal of Prosthodontics**, 31(2), 107-113, 2018. Disponível em: https://doi.org/10.11607/ijp.5643. Acesso em: 18 nov. 2024.

MOÖRMANN, Werner H. The evolution of the CEREC system. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 137, p. 7S-13S, 2006. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002817714652995. Acesso em: 20 jul. 2024.

MORSY, Noha; EL KATEB, Mohammed. Accuracy of intraoral scanners for static virtual articulation: A systematic review and meta-analysis of multiple outcomes. **The Journal of Prosthetic Dentistry**, Amsterdã, 2022. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391322006084. Acesso em: 25 set. 2024.

PATZELT, Sebastian BM *et al*. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 145, n. 6, p. 542-551, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002817714601136. Acesso em: 26 set. 2024.

Petrova, V.; Vassileva, R.; Kirilova, J. Influence of the impression techniques on the accuracy of dental restorations. **Journal of Medical and Dental Practice**, 7(1), 1184-1189, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.18044/medinform.202071.1184. Acesso em: 18 nov. 2024.

Pracheth, T.; PAI, V.; VEDAVATHI, B.; GIRISH, P.; RAMACHANDRA, S.; BHASKAR, A.; … MAZUMDAR, P. Comparative evaluation of microleakage in class v cavities restored with newer bioactive restorative materials: Activa Bioactive Restorative and Activa Pronto. **International Journal of Clinical Pediatric Dentistry**, 17(11), 1272-1276, 2024. Disponível em: https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2958. Acesso em: 18 nov. 2024.

Revilla-León, M.; KOIS, D.; KOIS, J. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: operator factors. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 35(1), 230-240, 2022. Disponível em: https://doi.org/10.1111/jerd.12985. Acesso em: 18 nov. 2024.

SAITO, Tetsuo *et al*. Preparos dentais funcionais em próteses fixas: princípios mecânicos, biológicos e de oclusão. 1999. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/001043002. Acesso em: 29 set. 2024.

Santos, M.; LEON, L.; SIDDIQUE, I.; BUTLER, S. Retrospective clinical evaluation of RMGIC/GIC class V restorations. **Dentistry Journal**, 11(9), 225, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.3390/dj11090225. Acesso em: 18 nov. 2024.

Schimmel, M.; AKINO, N.; SRINIVASAN, M.; WITTNEBEN, J.; YILMAZ, B.; ABOU-AYASH, S. Accuracy of intraoral scanning in completely and partially edentulous maxillary and mandibular jaws: an in vitro analysis. **Clinical Oral Investigations**, 25(4), 1839-1847, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s00784-020-03486-z. Acesso em: 18 nov. 2024.

Shimizu, S.; Shinya, A.; Kuroda, S.; Gomi, H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. **Dental Materials Journal**, 36(4), 402-407, 2017. Disponível em: https://doi.org/10.4012/dmj.2016-326. Acesso em: 18 nov. 2024.

SPITZNAGEL, F. A.; BOLDT, J.; GIERTHMUEHLEN, P. C. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. **Journal of dental research**, v. 97, n. 10, p. 1082-1091, 2018. Disponível em: https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0022034518779759. Acesso em: 20 jul. 2024.

The American National Standards Institute and American Dental Association. ANSI/ADA132:2015. Scanning accuracy of dental chair side and laboratory CAD/CAM systems. Chicago: **American Dental Association**; 2015. Disponível em: https://store.ada.org/catalog/ansiada-standard-no-132-scanning-accuracy-of-dental-chair-side-and-laboratory-e-bk-10945. Acesso em: 26 set. 2024.

TREESH, Joshua C. *et al*. Complete-arch accuracy of intraoral scanners**. The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry**, Reino Unido, v. 120, n. 3, p. 382-388, 2018. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022391318300775. Acesso em: 29 set. 2024.

VANDEWEGHE, S.; VERVACK, V.; DIERENS, M.; BRUYN, H. Accuracy of digital impressions of multiple dental implants: an in vitro study. **Clinical Oral Implants Research**, 28(6), 648-653, 2016. Disponível em: https://doi.org/10.1111/clr.12853. Acesso: 22 nov. 2024.

WINKLER, J.; GKANTIDIS, N. Intraoral scanners for capturing the palate and its relation to the dentition. **Scientific Reports**, 11(1), 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41598-021-95103-6. Acesso em: 22 nov. 2024.

ZARONE, F.; RUGGIERO, G.; MAURO, M.; SPAGNUOLO, G.; FERRARI, M.; SORRENTINO, R. Accuracy of three impression materials on the totally edentulous maxilla: in vitro/in silico comparative analysis. **Materials**, 13(3), 515, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.3390/ma13030515. Acesso em: 22 nov. 2024.

ZHANG, Xin Yue *et al*. Scanning Accuracy of 10 Intraoral Scanners for Single-crown and Three-unit Fixed Denture Preparations: An In Vitro Study. **Chinese Journal of Dental Research**, Illinois, v. 25, n. 3, 2022. Disponível em: https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Agcd%3A6%3A8032950/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Agcd%3A159499110&crl=c&link_origin=scholar.google.com.br. Acesso em: 26 set. 2024.

4 CONCLUSÃO GERAL

Lesões cervicais apresentaram relação direta com idade, indivíduos maiores que 30 anos. Não apresentou correlação direta com gênero, bruxismo, estresse e dieta ácida.

Os scanners Panda® e Itero® realizaram uma digitalização satisfatória da Lesão Cervical com menor acurácia esperada em virtude da morfologia e posição da lesão a qual gerou áreas de sombra onde dificulta a chegada da luz, técnicas apropriadas devem ser seguidas para um escaneamento com acurácia.

Na comparação entre as arcadas completas, o Itero® mostrou uma precisão ligeiramente superior, com erros menos extremos, e maior consistência nas medições, apresentando menor dispersão em torno da média. Já o Panda® teve uma exatidão geral maior, com erros que se anulam, mas sem a mesma consistência do Itero®. A tecnologia empregada pelos scanners, como o sistema de aquisição de imagem, também desempenha um papel crucial na determinação da precisão, os dois mantiveram resultados satisfatórios.

REFERÊNCIAS

IMBURGIA, Mario *et al*. Accuracy of four intraoral scanners in oral implantology: a comparative in vitro study. **BMC Oral Health**, London, v. 17, p. 1-13, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-017-0383-4. Acesso em: 20 nov. 2024.

KIHARA, Hidemichi *et al*. Accuracy and practicality of intraoral scanner in dentistry: a literature review. **Journal of Prosthodontic Research**, Tokyo, v. 64, n. 2, p. 109-113, 2020. Disponível em: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jpr/64/2/64_109/_article/-char/ja/. Acesso em: 26 set. 2024.

KIM, Jae-Hoon *et al*. Influence of adjacent teeth on the accuracy of intraoral scanning systems for class II inlay preparation. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, London, v. 34, n. 5, p. 826-832, 2022. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12824. Acesso em: 20 nov. 2024.

KOLAK, Veljko *et al*. Epidemiological investigation of non-carious cervical lesions and possible etiological factors. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 10, n. 7, p. e648-e656, 2018. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6057075/. Acesso em: 23 abr. 2020.

LÓPEZ-MARRUFO-MEDINA, Alfonso *et al*. Antibiotics prescription habits of Spanish endodontists: impact of the ESE awareness campaign and position statement. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 14, n. 1, p. e48-e54, 2022. Disponível em: https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8760970/. Acesso em: 20 nov. 2024.

MANGANO, Francesco *et al*. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. **BMC Oral Health**, London, v. 17, p. 1-11, 2017. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1186/s12903-017-0442-x. Acesso em: 26 set. 2024.

PATZELT, Sebastian B. M. *et al*. The time efficiency of intraoral scanners: an in vitro comparative study. **The Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 145, n. 6, p. 542-551, 2014. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0002817714601136. Acesso em: 26 set. 2024.

REVILLA-LEÓN, Marta; KOIS, Dean E.; KOIS, John C. A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: operator factors. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, London, v. 35, n. 1, p. 230-240, 2023. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12985. Acesso em: 20 nov. 2024.

RUIZ, Luan Junior Bortolusso; SILVA, Michael Douglas; CORDEIRO, Robson Paiva. Lesões cervicais não cariosas: revisão da literatura. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 12, p. 24750-24781, 2023. Disponível em:

https://ojs.revistacontemporanea.com/ojs/index.php/home/article/view/2463. Acesso em: 20 nov. 2024.

SIQUEIRA, Rafael *et al*. Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 25, n. 12, p. 6517-6531, 2021. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s00784-021-04157-3. Acesso em: 26 set. 2024.

WINKLER, Jonas; GKANTIDIS, Nikolaos. Trueness and precision of intraoral scanners in the maxillary dental arch: an in vivo analysis. **Scientific Reports**, London, v. 10, n. 1, p. 1172, 2020. Disponível em: https://www.nature.com/articles/s41598-020-58075-7. Acesso em: 20 nov. 2024.