



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
DIRETORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA
DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA**

ALBERTO ATAIDE SALDANHA

***AVALIAÇÃO IN VITRO* DA RETENÇÃO DE COROAS TEMPORÁRIAS COM
E SEM AGENTE CIMENTANTE APÓS CICLAGEM MECÂNICA**

***IN VITRO* EVALUTION OF TEMPORARY CROWNS RETENTION WITH AND
WITHOUT LUTING AGENT AFTER MECHANICAL CYCLING**

MARINGÁ

2022



**PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
DIRETORIA DE PESQUISA, EXTENSÃO E PÓS-GRADUAÇÃO PROGRAMA
DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ODONTOLOGIA**

ALBERTO ATAIDE SALDANHA

**AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RETENÇÃO DE COROAS TEMPORÁRIAS COM
E SEM AGENTE CIMENTANTE APÓS CICLAGEM MECÂNICA**

***IN VITRO* EVALUTION OF TEMPORARY CROWNS RETENTION WITH AND
WITHOUT LUTING AGENT AFTER MECHANICAL CYCLING**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Odontologia, do Centro Universitário Ingá UNINGÁ, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Dra. Fernanda Ferruzzi Lima

MARINGÁ

2022

Saldanha, Alberto Ataíde

Avaliação *in vitro* da retenção de coroas temporárias com e sem agente cimentante após ciclagem mecânica.

000 p. : il. ; 00 cm.

Dissertação (Mestrado) -- Centro Universitário Ingá Uningá, 2022.

Orientadora: Profa. Dra. Fernanda Ferruzi Lima

Autorizo, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos fotocopiadores e outros meios eletrônicos.

Assinatura:

Data:

Comitê de Ética da UNINGÁ
Protocolo nº:
Data:

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALBERTO ATAIDE SALDANHA

Avaliação *in vitro* da retenção de coroas temporárias com e sem agente cimentante após ciclagem mecânica

***In vitro* evaluation of temporary crowns retention with and without luting agent after mechanical cycling**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Odontologia, do Centro Universitário Ingá UNINGÁ, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Prótese Dentária.

Maringá, 28 de julho de 2022.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Fernanda Ferruzi Lima
UNINGÁ

Prof. Dr. Daniel Sundfeld Neto
UNINGÁ

Profa. Dra. Brunna Mota Ferrairo
USP

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho especialmente à minha amada mãe Olga Ataide Saldanha, que infelizmente perdi durante o mestrado, vítima de COVID-19.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar à minha família que me incentivou em todos os momentos, principalmente aos meus pais Ananias e Olga, pela maravilhosa orientação e condução por toda minha vida e à minha esposa Mayara pelos seus esforços durante minha ausência cuidando dos meus amados filhos Giordano e Luca, que possibilitou a conclusão do meu mestrado.

À minha orientadora professora Dra. Fernanda Ferruzzi Lima que me guiou nessa caminhada e que sem ela não teria conseguido concluir esta difícil tarefa.

Sou extremamente grato aos demais professores do mestrado de Prótese Dentária, que por meio de seus ensinamentos permitiram que eu pudesse concluir este trabalho.

Aos meus colegas e amigos de turma com os quais pude trocar aprendizados e que proporcionaram bons momentos de convívio durante este período.

Ao Laboratório de Prótese Marlo Siqueira, em especial os técnicos Marlo e Wenkel por toda parceria e ajuda na produção dos materiais do presente estudo.

Ao programa de Mestrado Profissional em Odontologia do Centro Universitário Ingá, no nome da professora Dra. Karina Maria Salvatore de Freitas, e ao Centro Universitário Ingá, no nome do reitor Dr. Ricardo Benedito de Oliveira, pelas oportunidades.

E agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que fosse possível a conclusão deste projeto.

RESUMO

INTRODUÇÃO: As coroas provisórias sobre implante reestabelecem a estética e garantem a função durante o processo de osseointegração dos implantes dentários ou fabricação das próteses definitivas. As coroas provisórias podem ser produzidas a partir de um bloco de PMMA polimerizado industrialmente, garantindo propriedades mecânicas superiores. No entanto, em próteses provisórias cimentadas, o excesso de cimento que extravasa no sulco periimplantar pode gerar preocupação para o cirurgião-dentista. O objetivo deste estudo foi avaliar a retenção de coroas temporárias sobre implante com diferentes espaços de cimentação, retidos por cimento ou fricção (sem cimento).

MATERIAIS E MÉTODOS: Neste estudo *in vitro*, 30 análogos de implantes Cone Morse foram incluídos em segmentos de tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e receberam munhões universais. Os grupos CMS (Cone Morse Standard) e CMR (Cone Morse Reduced) receberam coroas usinadas a partir de blocos de PMMA com diferentes espaços para o agente de cimentação: grupo CMS, 10 coroas usinadas com espaço de cimentação padrão (100 μm); grupo CMR, 10 coroas usinadas com espaço de cimentação reduzido (50 μm). O grupo GMC (Gran Morse Click) recebeu 10 coroas em resina acrílica termo ativada pela técnica convencional, utilizando cilindros provisórios click pré-fabricados que podem ser usados sem cimento. As coroas do grupo CMS foram cimentadas com Temp-Bond NE (Kerr – Brasil). As coroas do grupo CMR e GMC, foram inseridas no análogo sem cimento, com pressão digital pelo mesmo operador. Para simular o ambiente oral e os ciclos mastigatórios, as amostras foram submetidas à ciclagem mecânica. Para a avaliação da retenção, as coroas foram tracionadas em uma máquina universal de ensaios. Os valores de retenção foram analisados estatisticamente e diferenças entre os grupos foram verificadas utilizando o teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey (ALFA<0,05). **RESULTADOS:** A retenção medida pelos valores de resistência à tração e sua comparação estatística demonstraram que o grupo CMS antes da ciclagem mecânica possui uma retenção significativamente maior do que os demais grupos ($p=0,000$). No entanto o Grupo CMR mostrou ter uma perda de retenção não significativa após a ciclagem mecânica e fadiga ($p=0,093$), enquanto que o grupo CMS apresentou uma redução significativa em sua

retenção ($p=0,000$). O grupo GMC, apesar de ter uma variação pequena, porém estatisticamente significativa, e apresentou a menor resistência à tração entre todos os grupos. **CONCLUSÃO:** O uso de coroas com espaço reduzido sem cimento pode ser uma opção clínica interessante, uma vez que eliminam os problemas relacionados ao excesso de cimento nas coroas cimentadas.

Palavras-chave: CAD/CAM. Cimentos Dentários. Retenção em Prótese Dentária.

ABSTRACT

INTRODUCTION: Temporary implant crowns restore aesthetics and ensure function during the process of osseointegration of dental implants or manufacturing of definitive prostheses. Temporary crowns can be produced from an industrially polymerized PMMA block, ensuring superior mechanical properties. However, in cemented provisional prostheses, the excess of cement that leaks into the peri-implant sulcus can cause concern for the dentist. The aim of this study was to evaluate the retention of temporary crowns on implants with different cementation spaces, retained by cement or friction (without cement).

MATERIALS AND METHODS: In this in vitro study, 30 Morse Taper implant analogs were embedded in PVC tube segments with self-curing acrylic resin and received universal sleeves. The CMS (Cone Morse Standard) and CMR (Cone Morse Reduced) groups received crowns machined from PMMA blocks with different spaces for the luting agent: CMS group, 10 crowns machined with a standard luting space (100 μm); CMR group, 10 crowns machined with reduced cementation space (50 μm). The GMC (Gran Morse Click) group received 10 crowns in acrylic resin thermo-activated by the conventional technique, using prefabricated temporary click cylinders that can be used without cement. The crowns of the CMS group were cemented with Temp-Bond NE (Kerr – Brazil). The crowns of the CMR and GMC groups were inserted into the analogue without cement, with digital pressure by the same operator. To simulate the oral environment and the masticatory cycles, the samples were submitted to mechanical cycling. For the evaluation of retention, the crowns were pulled in a universal testing machine. Retention values were statistically analyzed and differences between groups were verified using the one-way ANOVA test and Tukey's test ($\text{ALFA}<0.05$). **RESULTS:** The retention measured by the tensile strength values and their statistical comparison showed that the CM Standard group before mechanical cycling has a significantly higher retention than the other groups ($p=0.000$). However, the CM Reduced Group showed a non-significant loss of retention after mechanical cycling and fatigue ($p=0.093$), while the CM Standard group showed a significant reduction in its retention ($p=0.000$). The Gran Morse Click group, despite having a small but statistically significant variation, presented the lowest tensile strength among all groups.

CONCLUSION: The use of crowns with reduced space without cement can be an interesting clinical option, since they eliminate the problems related to excess cement in cemented crowns.

Keywords: CAD/CAM. Dental Prosthesis Retention. Luting Agent.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	30 análogos de implantes Cone Morse foram incluídos em segmentos de tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e receberam munhões universais	19
Figura 2 -	A inclusão dos análogos dos implantes foi realizada com auxílio de um delineador para garantir uma inserção perpendicular à base.	20
Figura 3 -	Temp-Bond NE (Kerr – Brasil), material de cimentação depositado somente nas paredes laterais, e pressionados digitalmente sobre o munhão por 5 segundos para a cimentação.....	21
Figura 4 -	As amostras foram avaliadas quanto à sua retenção.....	21
Figura 5 -	Os segmentos de tubos de PVC foram acoplados à base de resina acrílica de modo que as coroas de PMMA permanecessem imersas em água a 37°C.....	22
Figura 6 -	A força de tração foi aplicada ao longo eixo vertical do análogo.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Comparação intergrupos (ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey)	23
Tabela 2 -	Comparação intragrupo dos 3 testes de tração em cada grupo (ANOVA de medidas repetidas e teste de Tukey).	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. ARTIGO	17
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
4. RELEVÂNCIA E IMPACTO DO TRABALHO PARA A SOCIEDADE.....	34
REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

As coroas provisórias sobre implante reestabelecem a estética e garantem a função durante o processo de osseointegração dos implantes dentários ou fabricação das próteses definitivas. Como as restaurações temporárias podem vir a ser utilizadas por longos períodos, estas acabam enfrentando uma carga funcional prolongada, o que demanda um material restaurador provisório com boas propriedades mecânicas, estabilidade de cor, além de lisura superficial adequada, uma vez que contribuirá para a cicatrização de tecidos moles. (ARSLAN *et al.*, 2018)

As coroas sobre implantes são convencionalmente retidas usando parafusos ou cimento, possuindo vantagens e desvantagens associadas a restos de cimento, criação de orifícios para parafusos e reversibilidade. A utilização de próteses cimentadas, tem a estética como um fator favorável, no entanto, não é fácil garantir que os restos de cimento tenham sido completamente removidos da área subgingival. Os problemas com os restos de cimento e a reversibilidade são as principais desvantagens das próteses sobre implantes cimentadas. Restos de cimento podem se acumular na área subgingival mesmo após um processo de remoção completo e levar à periimplantite. (LEE *et al.*, 2019).

Sendo assim, em próteses cimentadas, o excesso de cimento que extravasa para o sulco periimplantar é uma das principais preocupações do cirurgião dentista. O sulco periimplantar pode ser mais profundo do que o sulco periodontal e a remoção do cimento extravasado é mais difícil. O cimento residual é uma das principais complicações das coroas cimentadas sobre implantes e foi identificado como um fator de risco para doenças periimplantares que podem causar sangramento, formação de abscesso e inflamação ao redor do implante. (LINKEVICIUS *et al.*, 2013; WANG *et al.*, 2019).

No estudo de Pauletto *et al.* (1999) foram relatadas complicações que vão desde reabsorção óssea aguda grave até a perda do implante, relacionadas ao excesso de cimento residual. Wilson, (2009) também observou a relação entre excesso de cimento dentário e doença periimplantar. O resultado foi que na maioria (81%) dos participantes, o excesso de cimento foi associado a sinais de doença periimplantar e em 74% dos participantes, a remoção do excesso de cimento resultou na resolução da doença periimplantar. Além disso, Linkevicius

et al. (2011) estudaram a quantidade de excesso de cimento residual após cimentação e limpeza de coroas sobre implantes com várias profundidades e configurações das margens de cimento. Como esperado, a quantidade de cimento residual após a tentativa de remoção do cimento aumentou à medida que as margens da interface pilar/corona eram localizadas em maior profundidade na submucosa. Nas coroas anteriores, onde as demandas estéticas são maiores, as margens geralmente são colocadas para esconder a interface do pilar da coroa, aumentando o risco de deixar cimento nos tecidos periimplantares. Portanto, o dentista restaurador deve ter um cuidado especial para remover o excesso de cimento após a cimentação da coroa para evitar inflamação periimplantar e possíveis sequelas (AGAR *et al.*, 1997).

Formas de retenção alternativa para coroas unitárias definitivas têm sido propostas, como reembasamento com resina (HONG *et al.*, 2020) e retenção friccional por copings pré-fabricados (ROCHA, 2020). Os estudos sobre o tema apresentam resultados favoráveis, porém são escassos. Para coroas definitivas, uma empresa brasileira propõe retenção por imbricamento mecânico, por meio de cilindros provisórios com um anel sobressalente na região axial (click). No entanto, a qualidade da retenção de coroas sem cimento e perda da mesma ao longo do tempo é incerta.

As coroas provisórias CAD/CAM (design assistido por computador / fabricação assistida por computador) podem ser fresadas a partir de um bloco de PMMA polimerizado industrialmente, o que resulta não só em propriedades mecânicas superiores, mas também boa adaptação marginal (ABDULLAH *et al.*, 2016), estabilidade dimensional, além de resistência às cargas oclusais. (RAYYAN *et al.*, 2015), permitindo a obtenção de coroas provisórias de longo prazo necessárias para uma carga óssea progressiva. (MIN *et al.*, 2014; REEPONMAHA, ANGWARAVONG E ANGWARAWONG, 2020). Na fabricação CAD/CAM a retenção das coroas pode ser controlada, assim como outros parâmetros, permitindo a personalização do plano de tratamento do paciente. Este procedimento indireto tem várias vantagens. Com esta ferramenta, o tempo de cadeira pode ser reduzido, uma vez que a carcaça provisória pode ser fabricada antes ou logo após a consulta do paciente. Outra vantagem é que o contato entre a resina monômero e tecidos moles é reduzido e menos chances de reações alérgicas podem vir a acontecer. (REGISH *et al.*, 2011).

O polimetilmetacrilato (PMMA) é um material largamente utilizado para coroas provisórias devido a seu baixo custo e facilidade de reembasamento. Entretanto, coroas fabricadas em PMMA tradicional, por meio da mistura de pó e líquido, são propensas a não homogeneidade, poros e fissuras, devido às condições desfavoráveis que a resina PMMA é polimerizada (RAYANN *et al.*, 2015), levando a um aumento da aderência bacteriana e uma diminuição na estabilidade e biocompatibilidade a longo prazo. (GÜTH *et al.*, 2012).

Neste estudo, apresentamos a proposta de aumentar a retenção de coroas provisórias de PMMA reduzindo o parâmetro de espaço para a cimentação. Ao se obter retenção friccional, podemos deixar de utilizar um agente de cimentação. Dessa forma, o objetivo deste estudo é avaliar a retenção de coroas temporárias sobre implante com diferentes espaços de cimentação, retidos por cimento ou fricção. As hipóteses nulas avaliada nesse estudo são as seguintes: (1) não existe diferença na retenção de coras provisórias com espaços de cimentação de 100 μm , 50 μm e com click; (2) não existe diferença na retenção dessas coroas após 24 horas em água, 30 mil ciclos de fadiga mecânica e nova reinserção.

2. ARTIGO

O artigo apresentado foi escrito de acordo com as normas da Revista *Dental Materials Journal* (Anexo).

AVALIAÇÃO *IN VITRO* DA RETENÇÃO DE COROAS TEMPORÁRIAS COM E SEM AGENTE CIMENTANTE APÓS CICLAGEM MECÂNICA

INTRODUÇÃO

As restaurações fixas implanto-suportadas são comuns na prática odontológica contemporânea. As restaurações são fixadas aos implantes com parafusos ou cimento. Chee *et al*, (1998)¹ mostraram que as restaurações aparafusadas possuem um ajuste mais preciso na margem do pilar. No entanto, elas têm desvantagens, incluindo estética abaixo do ideal e falta de passividade de ajuste. As próteses cimentadas são populares devido à sua simplicidade de uso, passividade de ajuste, estética aprimorada e controle de oclusão. Além disso, as restaurações cimentadas podem ser usadas de forma mais universal, pois a orientação do implante é menos crítica, permitindo maior tolerância durante a colocação cirúrgica, e o procedimento é semelhante às restaurações fixas convencionais.²

Um tratamento protético fixo biologicamente aceitável exige que os implantes sejam protegidos e estabilizados por uma coroa provisória até a cimentação da coroa final. Em situações onde a estética é necessária, a coroa provisória é utilizada por longos períodos em casos em que tratamentos adjuvantes, como ortodontia, periodontia, cirurgia oral e endodontia, devem ser previamente concluídos. Esses casos exigem uma restauração provisória com boas propriedades mecânicas e um cimento que resista aos fluidos salivares, infiltração marginal, e infiltração bacteriana. Os agentes cimentantes devem ter boas propriedades mecânicas, retentivas e antibacterianas para o sucesso das coroas provisórias de longa duração. Uma restauração provisória bem feita e devidamente cimentada deve fornecer uma prévia da restauração permanente e manter a saúde do pilar e da região periimplantar.³

Grandes quantidades de agente cimentante podem ser extravasadas em áreas marginais, como relatado por alguns estudos em próteses sobre implantes cimentadas. De acordo com os resultados do estudo de Al-Johany *et al*, (2019)⁴ 84% do cimento total pode ser extravasado nas interfaces coroa-pilar quando a superfície do coping da coroa é preenchida pela metade. Na pesquisa de Zaugg *et al*, (2018)⁵ as coroas de zircônia foram preenchidas em sua metade oclusal, mas o cimento foi distribuído com um microbrush em todas as superfícies internas. Com esta técnica, 65,7% do material cimentante total foi extravasado nas margens. Em outras palavras, dependendo da técnica de cimentação selecionada, o clínico deve estar preparado para limpar quantidades extensas e desnecessárias de cimento extravasado; mas, infelizmente, pode haver alguns excessos deixados para trás. O tipo de cimento e suas propriedades podem influenciar na quantidade de excesso de material extravasado na margem da coroa.

Novas técnicas de cimentação têm sido propostas para restaurações de implantes cimentados, a fim de reduzir a quantidade de excesso de cimento residual. Normalmente, essas técnicas são baseadas na pré-instalação da coroa com cimento em réplicas de abutment ou duplicação de abutments impressos em modelos. Com esses dispositivos e técnicas propostas, a cimentação extraoral preliminar é possível. Assif *et al*, (1992)⁶ relataram 5 métodos diferentes de aplicação de cimento e estudaram o efeito de cada método na retenção de coroas unitárias. Os autores concluíram que desde que o espaço de cimentação axial fosse preenchido com cimento, a coroa teria boa retenção e adaptação marginal. No entanto, não há relato dos métodos de aplicação do cimento, principalmente aplicação de um índice de massa na superfície do coping da coroa para reduzir a quantidade de excesso de cimento nas coroas cimentadas sobre implantes.

Polímeros CAD/CAM (design assistido por computador / fabricação assistida por computador) à base de PMMA foram sugeridos para próteses provisórias de longo prazo. Em caso de fratura, o conjunto de dados pode ser usado para fresar novamente a prótese provisória. Além disso, o contorno da prótese provisória pode ser transferido para a prótese definitiva. Portanto, polímeros CAD/CAM à base de PMMA podem ser usados especialmente para casos complexos que incluem reconstrução de alterações de dimensão vertical

oclusal, reconstruções de implantes, procedimentos maxilofaciais, e terapias de disfunção da articulação temporomandibular.⁷

O objetivo deste estudo é avaliar a retenção de coroas temporárias sobre implante com diferentes espaços de cimentação, retidos por cimento ou fricção. As hipóteses nulas avaliada nesse estudo são as seguintes: (1) não existe diferença na retenção de coroas provisórias com espaços de cimentação de 100 μm , 50 μm e com click; (2) não existe diferença na retenção dessas coroas após 24 horas em água, 30 mil ciclos de fadiga mecânica e nova reinserção.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste estudo *in vitro*, 30 análogos de implantes de conexão cônica foram incluídos em segmentos de tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e receberam munhões universais (3.3 mm de diâmetro por 6 mm de altura, com 2,5 mm de transmucoso), sendo 20 munhões Cone More e 10 Gran Morse (Figura 1). A inclusão dos análogos dos implantes foi realizada com auxílio de um delineador para garantir uma inserção perpendicular à base. (Figura 2).

Figura 1. 30 análogos de implantes de conexão cônica foram incluídos em segmentos de tubos de PVC com resina acrílica autopolimerizável e receberam munhões universais

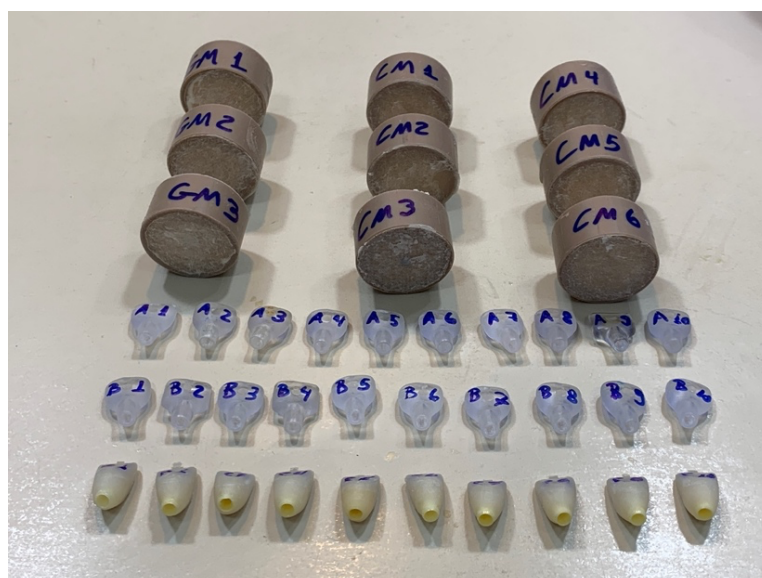


Figura 2. A inclusão dos análogos dos implantes foi realizada com auxílio de um delineador para garantir uma inserção perpendicular à base.



Os espécimes foram divididos em três grupos: CM Standard (CMS), CM Reduced (CMR) e Gran Morse Click (GMC). Os grupos CMS e CMR (n=10) receberam coroas usinadas a partir de blocos de PMMA (Zirkonzahn - Itália) com diferentes espaços para o agente de cimentação: grupo CMS, com espaço de cimentação padrão da fresadora para munhão Cone Morse (100 μm); grupo CMR, com espaço de cimentação reduzido para munhão Cone Morse (50 μm). O grupo GMC recebeu 10 coroas em resina acrílica termo ativada pela técnica convencional, utilizando cilindros provisórios pré-fabricados Gran Morse com click, que dispensam a necessidade de cimento. Os orifícios para colocação do fio de tracionamento foram padronizados com a mesma distância entre todos os grupos.

O espaço de cimentação de 50 μm foi definido após testes pilotos. O objetivo era obter uma coroa com retenção adequada com dispensasse a necessidade de cimento, porém com assentamento adequado. A adaptação marginal foi verificada através de lupas com magnificação de 3,5x (Zeiss – Alemanha) e as coroas com adaptação insatisfatória para a pesquisa foram descartadas e substituídas.

As coroas do grupo CMS foram cimentadas com Temp-Bond NE (Kerr – Brasil), depositado somente nas paredes axiais, e pressionados digitalmente sobre o munhão por 5 segundos para a cimentação. (Figura 3). O excesso de cimento foi removido com uma sonda exploradora após tomar presa. As coroas

do grupo CMR e GMC, foram inseridas no análogo sem cimento, com pressão digital pelo mesmo operador.

Figura 3. Temp-Bond NE (Kerr – Brasil), material de cimentação depositado somente nas paredes laterais, e pressionados digitalmente sobre o munhão por 5 segundos para a cimentação.



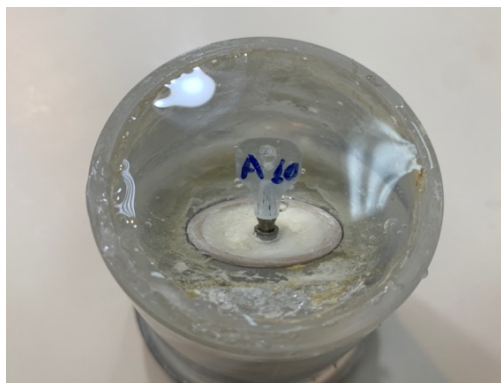
Para simular o ambiente oral e os ciclos mastigatórios, as amostras foram avaliadas quanto à sua retenção em três momentos distintos: após 24 horas submersas em água a 37°C (Pull 1), após 24 horas submersas em água a 37°C seguido de ciclagem mecânica durante trinta mil ciclos (Pull 2) e após nova reinserção com tempo de presa de 30 minutos e ciclagem mecânica por 30 mil ciclos (Pull 3). (Figura 4).

Figura 4. As amostras foram avaliadas quanto à sua retenção.



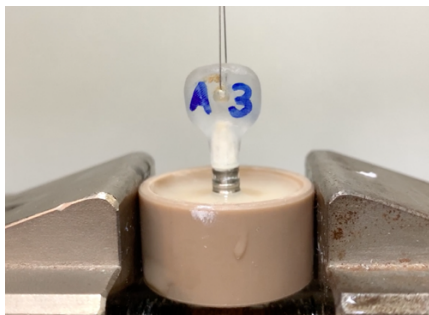
Para a ciclagem mecânica, os espécimes foram posicionados de forma aleatória entre os grupos em um simulador de fadiga mecânica (ERIOS-1100, Erios, São Paulo, Brasil). Os segmentos de tubos de PVC foram acoplados à base de resina acrílica de modo que as coroas de PMMA permanecessem imersas em água a 37°C. (Figura 5). Um edentador plano metálico foi posicionado na região palatina, com uma angulação de 45 graus em relação ao longo eixo para simular o pior cenário possível para um dente anterior, aplicando 50N de carga a uma frequência de 2 Hz.

Figura 5. Os segmentos de tubos de PVC foram acoplados à base de resina acrílica de modo que as coroas de PMMA permanecessem imersas em água a 37°C.



Para a avaliação da retenção, as coroas foram tracionadas à uma velocidade de 1 mm / min com célula de carga de 100N em uma máquina universal de ensaios (DL-500, EMIC, São Carlos, Brasil). A força de tração foi aplicada ao longo eixo vertical do análogo. (Figura 6). A força máxima necessária para remoção das coroas foi relatada como retenção máxima.

Figura 6. A força de tração foi aplicada ao longo eixo vertical do análogo.



As coroas foram reinseridas nos munhões pela terceira vez para avaliar uma possível perda de retenção para simular sucessivas sessões clínicas.

Os valores de retenção foram analisados estatisticamente, diferenças entre os grupos foram verificadas utilizando o teste ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey. Diferenças entre os tempos de avaliação foram analisadas utilizando o teste t dependente, a um nível de significância de 5% no programa SPSS.

RESULTADOS

Tabela 1. Comparação intergrupos em Newtons (ANOVA a um critério de seleção e teste de Tukey).

Variáveis	CM Standard n=10	CM Reduced n=10	GM Click n=10	p
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
PULL 1	27,24 (± 6,04) A	19,97 (± 6,45) B	8,59 (± 1,03) C	0,000*
PULL 2	17,09 (± 8,40) A	16,80 (± 6,96) A	6,09 (± 1,45) B	0,000*
PULL 3	11,80 (± 3,98) A	13,98 (± 4,44) A	5,35 (± 1,53) B	0,000*

* Estatisticamente significativa para $p < 0,05$

Letras diferentes numa mesma linha indicam a presença de uma diferença estatisticamente significativa indicada pelo teste de Tukey.

Tabela 2. Comparação intragrupo dos 3 testes de tração em cada grupo em Newtons (ANOVA de medidas repetidas e teste de Tukey).

Grupos	PULL 1	PULL 2	PULL 3	p
	Média (DP)	Média (DP)	Média (DP)	
CM Standard	27,24 (± 6,04) A	17,09 (± 8,40) B	11,80 (± 3,98) C	0,000*
CM Reduced	19,97 (± 6,45)	16,80 (± 6,96)	13,98 (± 4,44)	0,093
CM Click	8,59 (± 1,03) A	6,09 (± 1,45) B	5,35 (± 1,53) B	0,000*

* Estatisticamente significativa para $p < 0,05$

Letras diferentes numa mesma linha indicam a presença de uma diferença estatisticamente significativa indicada pelo teste de Tukey.

A retenção medida pelos valores de resistência à tração e sua comparação estatística demonstraram que o Grupo CMS antes da ciclagem mecânica possui uma retenção significativamente maior do que os demais grupos ($p=0,000$). No entanto o Grupo CMS mostrou ter uma perda de retenção não significativa após a ciclagem mecânica e fadiga ($p=0,093$), enquanto que o grupo CM Standard apresentou uma redução significativa em sua retenção ($p=0,000$). O Grupo GMC, apesar de ter uma variação pequena, porém estatisticamente significativa, e apresentou a menor resistência à tração entre todos os grupos.

DISCUSSÃO

Neste estudo avaliamos coroas provisórias com diferentes métodos de retenção antes e após fadiga mecânica. Verificou-se que as coroas com espaço de cimentação padrão (100 μm), utilizando cimento, apresentaram valores de retenção maiores 24h após a cimentação. Porém, após ciclagem mecânica, as coroas com e sem cimento apresentaram valores de retenção estatisticamente semelhantes.

A retenção de uma coroa pode ser influenciada pelo agente cimentante, altura do pilar, conicidade do pilar e espaço de cimentação na retenção de próteses dentárias fixas cimentadas.^{8,9} Cimentos considerados “definitivos”, tais como cimento resinoso e cimento de fosfato de zinco, apresentam maiores valores de retenção.¹⁰ Entretanto, não há um consenso na literatura sobre valores ideais de retenção, nem qual seria a retenção ideal para próteses provisórias.¹¹

Os cimentos temporários (por exemplo, óxido de zinco eugenol, ZOE) permitem a remoção da coroa sem danificar o implante subjacente, à custa de propriedades mecânicas ruins, como baixa resistência à tração ou alta solubilidade no meio bucal, e cimentos permanentes (por exemplo, ionômero de vidro e fosfato de zinco) são recomendados para restaurações permanentes devido aos seus altos valores de resistência à tração.¹²

A coroa temporária pode ser fabricada com materiais à base de PMMA, e deve fornecer estabilidade dimensional e marginal e resistência à carga oclusal funcional.¹³ Esses materiais são polimerizados sob condições industriais

controladas e padronizadas em alta pressão e temperatura, resultando em uma melhor conversão e redução do teor de monômero residual. Com esse processo de fabricação, as propriedades físicas do material e a resistência ao desgaste são melhorados quando comparados aos materiais polimerizados de forma convencional.¹⁴ Os blocos de polímero CAD/CAM são livres de porosidade e espaços vazios, apresentam maior homogeneidade por menor infiltração de poluentes e bolhas, têm maior resistência à fratura e maior estabilidade de cor.¹⁵ o que faz dele o material ideal para provisórias de uso prolongado.¹⁶

Uma prótese provisória implanto suportada pode ser fabricada de polimetilmetacrilato (PMMA) no mesmo dia da cirurgia, proporcionando um guia para a arquitetura do tecido mole.¹⁷ Algumas das vantagens são previsibilidade, possibilidade de planejamento reverso, rapidez no processo, acabamento e polimento e controle dos parâmetros de espaço de cimentação.

No presente estudo verificou-se maior retenção para coroas provisórias com espaço de cimentação de 100 μm após 24h, que receberam cimento provisório. Porém, após a ciclagem mecânica, verificou-se que a retenção diminuiu, e as coroas com cimento passaram a ter retenção similar às coroas com menor espaço de cimentação, sem agente cimentante. Isso pode ser explicado pelo fato de os cimentos provisórios serem altamente solúveis, a ciclagem mecânica em água foi capaz de solubilizar parte deste cimento, que já apresenta baixa resistência à tração.¹⁸ Os cimentos provisórios têm como vantagem permitir a reversibilidade, no entanto a revisão sistemática de Ma e Fenton (2015)¹⁰ relata 17,6% de perda de retenção de próteses cimentadas quando cimentos provisórios foram usados.

As coroas sem cimento e com espaço de cimentação reduzido apresentaram menor retenção inicial, porém foi menos afetada pela ciclagem mecânica, que é demonstrado por não apresentar perda significativa de retenção, conforme a Tabela 2. Aparentemente, o PMMA foi capaz de resistir a deformações durante o processo de ciclagem mecânica em água. O PMMA é um acrílico de alta densidade, fabricado industrialmente em blocos sob parâmetros padronizados e oferece vantagens significativas na fabricação de restaurações provisórias.¹⁴ Possuem propriedades estruturais que podem superar as deficiências das resinas convencionais, como baixa estabilidade mecânica devido à porosidade, bolhas e contração de polimerização que

ocorrem durante a mistura. A ligação chamada de reticulação ou “crosslinking”, na qual liga uma cadeia polimérica à outra, mudou consideravelmente as propriedades mecânicas de um polímero linear, criando um polímero mais forte e resistente com uma rede tridimensional em vez de uma estrutura linear.¹⁹ Ao contrário dos materiais temporários convencionais, os blocos produzidos industrialmente oferecem a vantagem de uma alta qualidade, pois não ocorrem mistura de compósitos.²⁰

O uso de coroas com espaço de cimentação reduzido apresenta a grande vantagem de não necessitar de cimento, o que reduz o risco de inflamação gengival e alterações periimplantares. O controle do espaço de cimentação é possível graças aos sistemas CAD/CAM, que apresentam uma variedade de opções durante a digitalização, projeto e produção de coroas e restaurações e oferecem coroas com excelente adaptação marginal.²¹ O espaço de cimentação é considerado um fator importante para a adaptação marginal da restauração sobre dentes, e principalmente quando cimentos são utilizados para a retenção. O estudo de Hassan e Goo (2021)²² relata que espaços de cimentação maiores levam a melhor adaptação marginal, pois compensa irregularidades no preparo dental, que podem impedir o assentamento. Porém não verifica diferenças na retenção quando espaço de cimentação reduzidos são utilizados. No presente estudo, a adaptação foi avaliada qualitativamente, e não foram verificadas desadaptações clinicamente perceptíveis. Estudos futuros podem avaliar a influência do espaço de cimentação em coroas temporárias sobre implantes, que são assentadas sobre intermediários com baixa conicidade e quando cimentos não são utilizados.

As coroas provisórias com retenção por click, utilizadas no Grupo GM Click, são confeccionadas a partir de cilindros provisórios de polímero, com formato cilíndrico que apresentam uma forma de retenção por canaleta, alternativa pré-fabricada para a não utilização de cimento. Neste estudo, porém, estas coroas não mostraram retenção compatível com as demais opções, possivelmente pelo material não apresentar tanta resistência mecânica quanto o PMMA fresado.¹⁶ Segundo o fabricante, as restaurações provisórias confeccionadas sobre o cilindro click, não devem ser colocadas em oclusão e recomenda-se que permaneça em boca, por no máximo, 180 dias.²³

Em certos casos, as coroas cimentadas sobre implantes são utilizadas

por diversas sessões clínicas até a conclusão do tratamento. Após várias inserções e remoções espera-se uma perda de retenção, o que foi verificado neste estudo. Na terceira reinserção, o grupo CM Reduced se mostrou mais estável. Em alguns elementos, a 3ª reinserção teve maior retenção que a 2ª, demonstrando que o material tem excelente estabilidade de deformação. Este resultado é favorável para tratamentos mais longos, quando há a necessidade de provas ou adequações do perfil de emergência. O grupo CM Standard e GM Click tiveram uma perda progressiva cada vez que as coroas eram reinseridas, sugerindo que não são as melhores opções de provisórias para uso prolongado

As coroas cimentadas sobre implantes requerem atenção para a remoção do excesso de cimento para que quaisquer complicações periimplantares associadas possam ser evitadas. Qualquer implante colocado muito subgingivalmente pode causar dificuldades durante a remoção do excesso de cimento e qualquer cimento remanescente pode causar inflamação periimplantar, como mostrado por um estudo retrospectivo recente.²⁴ A não utilização de cimento é crucial para a longevidade pois dentre as complicações biológicas, a presença de fístula e supuração foi encontrada mais frequentemente em coroas cimentadas. A periimplantite também foi mais frequentemente observada em restaurações cimentadas do que parafusadas.²⁵ Dentre as vantagens clínicas de utilizar o espaço reduzido sem cimento em coroas provisórias, estão a não necessidade de limpeza, reembasamento e a retenção é mantida ao longo do tempo, mesmo tendo que retirar mais de uma vez, eliminando o risco de complicações biológicas como mucosite e periimplantite durante a fase de coroas provisórias, contribuindo para um adequado condicionamento gengival previamente à instalação das próteses definitivas. Com relação à perda média de retenção entre as Pull 1 e Pull 3, o grupo CM Standard apresentou a maior diferença: 56,68%. O grupo CM Reduced obteve a menor diferença: 29,99% e o GM Click uma perda de 37,71%.

O presente trabalho sugere que coroas provisórias sem cimento podem ser utilizadas como uma abordagem vantajosa para a saúde dos tecidos periimplantares. Coroas CAD/CAM em PMMA com espaço de cimentação reduzido apresentam retenção adequada, que se mantém mesmo após múltiplas reinserções. O espaço de cimentação reduzido de 50 µm foi determinado após testes pilotos, para dispensar o uso de cimento, buscando equilíbrio entre

retenção e adaptação marginal. Espaços menores de 30 e 40 μm foram testados, no entanto apesar de possuírem excelente retenção, não apresentaram assentamento adequado sobre o munhão.

Este estudo não representa totalmente as condições encontradas durante a remoção de coroas em um cenário clínico, porém, considerando que a maioria dos estudos acerca deste tema também avaliaram a retenção por meio de ensaio de tração uniaxial, foi possível obter uma comparação adequada entre grupos, demonstrando uma diferença significativa no resultado após a ciclagem mecânica. A ciclagem mecânica é uma ferramenta importante para testes *in vitro* que tentam se aproximar das condições clínicas, uma vez que a característica mais importante exigida para os cimentos é sua resistência à dissolução em fluidos orais.^{26,16} Neste estudo, a quantidade de ciclos de fadiga e a carga foi baseada no tempo médio de permanência de coroas provisórias durante a fase de confecção da coroa definitiva e condicionamento gengival, equivalendo à 30 mil ciclos ou um mês e meio.²⁷ No intuito de simular o comportamento dos materiais em boca, foram utilizados munhões originais e não propriamente os análogos de munhões, já que estes análogos possuem dimensões reduzidas por se tratar de um componente laboratorial. Outros estudos podem ser avaliados futuramente como testes com rugosidade de PMMA e uso de coroas provisórias por mais tempo.

REFERÊNCIAS

1. Chee WW, Torbati A, Albouy JP. Retrievable cemented implant restorations. *J Prosthodont* 1998; 7: 120-5.
2. Chee WW, Jivraj S. Screw versus cemented implant supported restorations. *Br Dent J* 2006; 201: 501-7.
3. Sachin, B. Comparison of Retention of Provisional Crowns Cemented with Temporary Cements Containing Stannous Fluoride and Sodium Fluoride—An *In Vitro* Study. *The Journal of Indian Prosthodontic Society* 2012; 13(4): 541–545.
4. Al-Johany SS, Al Amri MD, Al-Bakri AS, Al Qarni MN. Effect of the unfilled space size of the abutment screw access hole on the extruded excess cement and retention of single implant zirconia crowns. *J Prosthodont* 2019; 28: 179-184.
5. Zaugg LK, Zehnder I, Rohr N, Fishcer J, Zitzmann NU. The effects of crown venting or pre-cementing of CAD/CAM-constructed all-ceramic crowns luted on YTZ implants on marginal cement excess. *Clin Oral Implants Res* 2018; 29: 82-90.
6. Assif D, Azoulay SH, Gorfil C. The degree of zinc phosphate cement coverage of complete crown preparations and its effect on crown retention. *J. Prosthet Dent* 1992; 68: 275-8.
7. Alp G, Murat S, Yilmaz B. Comparison of Flexural Strength of Different CAD/CAM PMMA-Based Polymers. *J Prosthodont* 2019; 28(2): e491-e495.
8. Al Amri MD, Al-Johany SS, Al-Qarni MN, Al-Bakri AS, Al-Maflehi NS, Abualsaud HS. Influence of space size of abutment screw access channel on the amount of extruded excess cement and marginal

- accuracy of cement-retained single implant restorations. *J Prosthet Dent* 2018; 119(2): 263-269.
9. Safari S, Hosseini Ghavam F, Amini P, Yaghmaei K. Effects of abutment diameter, luting agent type, and re-cementation on the retention of implant-supported CAD/CAM metal copings over short abutments. *The Journal of Advanced Prosthodontics* 2018; 10(1): 1.
 10. Ma S, Fenton A. Screw- versus cement-retained implant prostheses: a systematic review of prosthodontic maintenance and complications. *Int J Prosthodont* 2015; 28(2): 127–45.
 11. Lewis MB, Klineberg I. Prosthodontic considerations designed to optimize outcomes for single-tooth implants. A review of the literature. *Aust Dent J* 2011; 56: 181-192.
 12. Attar N, Tam L, McComb D. Mechanical and physical properties of contemporary dental luting agents. *J Prosthet Dent* 2003; 89: 127–134.
 13. Rosentritt M, Raab P, Hahnel S, Stöckle M, Preis V. In-vitro performance of CAD/CAM-fabricated implant-supported temporary crowns. *Clin Oral Investig* 2017; 21(8): 2581-2587.
 14. Stawarczyk B, Özcan M, Trottman A, Schmutz F, Roos M, Hämmerle C. Two-body wear rate of CAD/CAM resin blocks and their enamel antagonists. *J Prosthet Dent* 2013; 109: 325–332
 15. Güth JF, Almeida E Silva JS, Ramberger M, Beuer F, Edelhoff D. Treatment concept with CAD/CAM fabricated high-density polymer temporary restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* 2012; 24(5): 310-318.
 16. Reepomaha T, Angwaravong O, Angwarawong T. Comparison of fracture strength after thermo-mechanical aging between provisional

- crowns made with CAD/CAM and conventional method. *J Adv Prosthodont* 2020; 12(4): 218-224.
17. Proussaefs P, Alhelal A. A technique for immediately restoring single dental implants with a CAD-CAM implant-supported crown milled from a poly(methyl methacrylate) block. *Journal of Prosthetic Dentistry* 2018; 119(3):339-344.
18. Yanikoğlu N, Yeşil Duymuş Z. Evaluation of the solubility of dental cements in artificial saliva of different pH values. *Dent Mater J* 2007; 26(1): 62-7.
19. Min K, Silberstein M, Aluru NR. Crosslinking PMMA: Molecular dynamics investigation of the shear response. *J Polym Sci. Part B: Polym. Phys* 2014; 52 (6):444–449.
20. Alt V, Hannig M, Wöstmann B, Balkenhol M. Fracture strength of temporary fixed partial dentures: CAD/CAM versus directly fabricated restorations. *Dental materials* 2011; 27(4): 339-347.
21. Hamza TA, Ezzat HA, El-Hossary MMK, Katamish HAEM, Shokry TE, Rosenstiel SF. Accuracy of ceramic restorations made with two CAD/CAM systems. *J Prosthet Dent* 2013; 109(2):83-87.
22. Hassan LA, Goo CL. Effect of cement space on marginal discrepancy and retention of CAD/CAM crown. *Dent Mater J*. 2021; 40(5): 1189-1195.
23. IFU Neodent - https://ifu.neodent.com.br/pt-BR/result?%5Bq%5D=118.304.____&button=
24. Korsch M, Robra BP, Walther W. Cement-associated signs of inflammation: Retrospective analysis of the effect of excess cement on the peri-implant issue. *Int J Prosthodont* 2015; 28: 11-18.

25. Wittneben JG, Millen C, Bragger U. Clinical performance of screw- versus cement- retained fixed implant-supported reconstructions—a systematic review. *The International Journal of Oral & Maxillofacial Implants* 2014; 29 (Suppl.): 84–98.
26. Rosenstiel SF, Land MF, Crispin BJ. Dental luting agents: A review of the current literature. *J Prosthet Dent.* 1998; 80(3): 280-301.
27. Kern M, Strub JR, Lü XY. Wear of composite resin veneering materials in a dual-axis chewing simulator. *J Oral Rehabil* 1999; 26: 372-378.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos presentes resultados e dentro das limitações deste estudo *in vitro*, conclui-se que as coroas provisórias CAD/CAM em PMMA com espaço reduzido, sem cimento, apresentaram retenção semelhante às convencionais com cimento após ciclagem mecânica. As coroas convencionais apresentam perda de retenção significativa após ciclagem, provavelmente pela presença do cimento; enquanto as coroas pré-fabricadas apresentam retenção inferior.

O uso de coroas com espaço reduzido sem cimento pode ser uma opção clínica interessante, uma vez que eliminam os problemas relacionados ao excesso de cimento nas coroas cimentadas.

4. RELEVÂNCIA E IMPACTO DO TRABALHO PARA A SOCIEDADE

O presente estudo contribuiu para entender a fundo a viabilidade do uso de coroas temporárias sem agente cimentante, a fim de aplicar um protocolo mais viável e eficaz na realização dessas coroas, visando a saúde periimplantar do indivíduo.

REFERÊNCIAS

ABDULLAH, A. O.; TSITROU, E. A.; POLLINGTON, S. Comparative *in vitro* evaluation of CAD/CAM vs conventional provisional crowns. **J Appl Oral Sci**, v. 24, p. 258-263, 2016.

AGAR, J. R. *et al.* Cement removal from restorations luted to titanium abutments with simulated subgingival margins. **J Prosthet Dent**, v. 78, p. 43-7, 1997.

ALP, G.; MURAT, S.; YILMAZ, B. Comparison of Flexural Strength of Different CAD/CAM PMMA-Based Polymers. **J Prosthodont**, v. 28, n. 2, p. e491-e495, 2019.

ARSLAN, M. *et al.* Evaluation of flexural strength and surface properties of prepolymerized CAD/CAM PMMA-based polymers used for digital 3D complete dentures. **International Journal of Computerized Dentistry**, v. 21, n. 1, p. 31-40, 2018.

GÜTH, J. F. *et al.* Treatment concept with CAD/CAM fabricated high-density polymer temporary restorations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 24, n. 5, 310-318, 2012.

HASSAN, L. A.; GOO, C. L. Effect of cement space on marginal discrepancy and retention of CAD/CAM crown. **Dental Materials Journal**, v. 40, n. 5, p. 1189-1195, 2021.

HONG, S. J. *et al.* Retention force and stress distribution analysis of the cementless double crown-type implant-supported prosthesis. **J Prosthet Dent**, v. 127, n. 4, p. 626-633, 2022.

LEE, H. *et al.* Effects of cementless fixation of implant prosthesis: A finite element study. **J Adv Prosthodont**, v. 11, n. 6, p. 341-349, 2019.

LINKEVICIUS, T. *et al.* Does residual cement around implant-supported restorations cause peri-implant disease? A retrospective case analysis. **Clin Oral Implants Res**, v. 24, p. 1179-84, 2013.

LINKEVICIUS, T. *et al.* The influence of margin location on the amount of undetected cement excess after delivery of cement retained implant restorations. **Clinical Oral Implant Research**, v. 22, p. 1379-84, 2011.

MIN, K.; SILBERSTEIN, M.; ALURU, N. R. Crosslinking PMMA: Molecular dynamics investigation of the shear response. **J Polym Sci. Part B: Polym. Phys**, v. 52, n. 6, p. 444-449, 2014.

PAULETTO, N.; LAHIFFE, B. J.; WALTON, J. N. Complications associated with excess cement around crowns on osseointegrated implants: A clinical report. **Int J Oral Maxillofac Implants**, v. 14, p. 865-88, 1999.

RAYYAN, M. M. *et al.* Comparison of interim restorations fabricated by CAD/CAM with those fabricated manually. **J Prosthet Dent**, v. 114, p. 414–419, 2015.

REEPONMAHA, T.; ANGWARAVONG, O.; ANGWARAWONG, T. Comparison of fracture strength after thermo-mechanical aging between provisional crowns made with CAD/CAM and conventional method. **J Adv Prosthodont**, v. 12, n. 4, p. 218-224, 2020.

REGISH, K. M.; SHARMA, D.; PRITHVIRAJ, D. R. Techniques of Fabrication of Provisional Restoration: An Overview. **International Journal of Dentistry**, p. 1–5, 2011.

WANG, B. *et al.* Mini-dental implants for definitive prosthesis retention - A synopsis of the current evidence. **Singapore Dent J**, v. 39, n. 1, p. 1-9, 2019.

WILSON, T. G. The positive relationship between excess cement and peri-implant disease: a prospective clinical endoscopic study. **J Periodontol**, v. 80, p. 1388-92, 2009.

