



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Avaliação da viabilidade de coroas em Luxacrown como material restaurador definitivo para dentes temporários

Estudo in vitro

Sofia Alexandra Sousa dos Santos

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

Gandra, 14 de Junho de 2022



CESPU

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

Sofia Alexandra Sousa dos Santos

Dissertação conducente ao Grau de Mestre em Medicina Dentária (Ciclo Integrado)

**Avaliação da viabilidade de coroas em Luxacrown como
material restaurador definitivo para dentes temporários**

Estudo in vitro

Trabalho realizado sob a Orientação de Professora Doutora Teresa Vale e Co-orientação de Professora Doutora Primavera Sousa Santos

Declaração de Integridade

Eu, acima identificado, declaro ter atuado com absoluta integridade na elaboração deste trabalho, confirmo que em todo o trabalho conducente à sua elaboração não recorri a qualquer forma de falsificação de resultados ou à prática de plágio (ato pelo qual um indivíduo, mesmo por omissão, assume a autoria do trabalho intelectual pertencente a outrem, na sua totalidade ou em partes dele). Mais declaro que todas as frases que retirei de trabalhos anteriores pertencentes a outros autores foram referenciadas ou redigidas com novas palavras, tendo neste caso colocado a citação da fonte bibliográfica.

Comunicações científicas em congressos na forma de poster ou Orais

- Apresentação de um trabalho científico sob a forma de Poster intitulado, “Avaliação da viabilidade de coroas em Luxacrown como material restaurador definitivo para dentes temporários - Estudo in vitro” no âmbito das XXX Jornadas subordinadas ao tema “Workflow digital nas distintas frentes de ação da Medicina Dentária”, que decorreram no dia 08 de abril de 2022, no Centro de Congressos da Alfândega do Porto. (Anexo 1)
- Distinguido com o prémio de “Melhor Poster”, pela Comissão Científica das Jornadas, pela apresentação de um trabalho científico sob a forma de Poster intitulado, “Avaliação da viabilidade de coroas em Luxacrown como material restaurador definitivo para dentes temporários – Protocolo para Estudo in vitro” no âmbito das XXX Jornadas subordinadas ao tema “Workflow digital nas distintas frentes de ação da Medicina Dentária”, que decorreram no dia 08 de abril de 2022. (Anexo 2)

Agradecimentos

Aos meus pais, agradeço de coração por serem os melhores do mundo, por todo o amor e apoio incondicional, por me transmitirem valores tão importantes que fazem de mim uma melhor pessoa todos os dias. **À Nanda**, a minha mãe de coração, um enorme obrigada por estar sempre presente, por me conseguir aturar, por me receber sempre com um sorriso todos os fim de semanas. Tudo o que sou hoje, deve-se a vocês.

Às minhas irmãs, Bea e Kikina, um especial obrigada por cuidarem tão bem de mim, por me terem visto crescer, mas acima de tudo me terem ensinado a crescer. Obrigada pelo grande exemplo que sempre foram, por todas as brincadeiras e gargalhadas. Sem elas nada seria igual nem tão perfeito.

À minha família, em especial aos meus avós, obrigada pelo carinho e apoio inextinguível ao longo de todo este percurso, para que o meu objetivo fosse alcançado com sucesso.

Ao meu namorado, melhor amigo e futuro marido, aquele que mais me ouviu ao longo destes anos, que viveu comigo os melhores e também os piores momentos, um gigante OBRIGADA por ter sido incansável, por nunca desistir de mim e especialmente por mudar a vida toda dele por mim.

Às minhas melhores amigas, Carolina e Márcia, as que estão sempre lá para o que der e vier, obrigada por me acrescentarem muito enquanto pessoa e profissional, por me tornarem um ser muito mais feliz. Estarei eternamente grata por tudo o que me proporcionaram nestes últimos cinco anos.

Aos meus amigos, à minha madrinha Margarida e às minhas sete prinxezzinhas, agradeço de coração cheio todos os momentos memoráveis que partilhamos. Um obrigada especial à Ana Dionísio, que me acompanhou desde o primeiro dia de aulas. Guardo na memória todos os momentos por que passamos, são incomparáveis e inesquecíveis.

Às minhas grandes amigas de infância, Débora e Mariana, um especial obrigada por me acompanharem em todos os meus passos desde pequena e pelo apoio em todos os momentos de fraqueza.

À minha binómia e alma-gêmea, Carolina Correia, que me tem acompanhado como ninguém durante toda a prática clínica e ao longo deste percurso. Agradeço de coração cada momento nosso, jamais esquecerei. Binómias na faculdade e na vida, prometo.

À minha orientadora, professora Teresa Vale, um grande obrigada toda a disponibilidade, rigor e por todas as palavras de incentivo. Sem dúvida, é uma fonte de inspiração pela sua humildade e sabedoria.

À minha co-orientadora, professora e também mãe, a quem me inspiro todos os dias, quero agradecer por ser o melhor exemplo que alguma vez poderia ter. Desde pequena desejo ser como ela, e se um dia for metade da pessoa que a minha mãe é, estarei profundamente satisfeita.

À instituição e aos professores que me receberam e acolheram tao calorosamente, obrigada por contribuírem para o meu crescimento e formação. Ao professor José Manuel Mendes e professor António Sérgio Silva, por todo o interesse e dedicação dispensada, sempre com exemplo de rigor e competência na investigação científica, o meu sincero obrigado.

Ao meu avô, a estrela mais bonita e brilhante do meu céu, obrigada por me acompanhar todos os dias. O vazio jamais será preenchido.

- **“Ame muitas coisas, porque em amar está a verdadeira força. Quem muito ama, muito realiza e o que é feito com amor é bem feito.” - Vincent Van Gogh**

Resumo

Introdução: A procura de novos materiais mais estéticos para restaurar a cavidade oral das crianças tem aumentado. Pelo facto do LuxaCrown garantir provisórios estéticos estáveis por até 5 anos para a dentição permanente, poderá se pensar na possível viabilidade de utilizá-lo como material definitivo em coroas para dentes temporários.

Objetivo: Avaliar laboratorialmente a resistência à fratura de coroas pediátricas em LuxaCrown em comparação com o Protemp™4, referência das resinas bis-acrílicas, e com as forças oclusais posteriores pediátricas relatadas na literatura. Além disso, pretende-se avaliar o efeito do envelhecimento artificial destas coroas na resistência à fratura, através do uso de saliva artificial com pH4 e pH7.

Material e Métodos: Foram analisadas duas marcas de resina bis-acrítica destinados à produção de coroas provisórias em dentes permanentes, LuxaCrown e Protemp™4. Foram preparadas sessenta coroas para o segundo molar decíduo, trinta de cada marca. Dez coroas de cada marca serviram de controlo, e as outras vinte foram envelhecidas com saliva artificial a pH4 e pH7, durante 7 dias a 37°C. Posteriormente todas as coroas foram sujeitas à aplicação de uma força a velocidade constante até atingir fratura, numa máquina universal de testes.

Resultados: As coroas pediátricas em LuxaCrown são mais resistentes que as de Protemp™4, suportando as forças oclusais pediátricas. O envelhecimento em saliva artificial apenas diminui a resistência à fratura das coroas em Protemp™4, principalmente quando colocado em pH4. O LuxaCrown apresenta resultados que demonstram a sua possível viabilidade como coroa definitiva pediátrica.

Palavras-Chave: "Dental Caries", "Pediatric", "Rehabilitation", "Bite Force", "Flexural Strength", "Crown".

Abstract

Introduction: The demand for more aesthetic materials to restore the new sought after oral children has increased. Because LuxaCrown guarantees esthetic provisionals for a stable dentition for up to 5 years, you can think about the permanent feasibility of using it as a definitive material in crowns for temporary teeth.

Objective: To evaluate the fracture resistance of pediatric crowns in a laboratory, comparing LuxaCrown with Protemp™4, a reference for bis-acyl resins, and with pediatric posterior occlusal forces in the literature. Furthermore, we intend to evaluate the effect of artificial aging - crowns on fracture resistance, through the use of artificial saliva with pH4 and pH7.

Material and Methods: There were two brands of provisional resins for the production of provisional crowns, LuxaCrown and Protemp™4. Sixty crowns were prepared for the second deciduous molar, thirty of each brand. Ten crowns of each brand served as a control, and the other twenty were aged with artificial saliva at pH4 and pH7, for 7 days at 37°C. All power crowns were consistently applied at one machine's application speed until it reached, in a universal constant force machine.

Results: Pediatric LuxaCrown crowns are stronger than Protemp™4, supporting pediatric occlusal forces. Aging in artificial saliva only decreases the fracture strength of crowns in Protemp™4, especially when placed at pH4. The LuxaCrown presents results that the LuxaCrown its possible viability as definitive.

Keywords: "Dental Caries", "Pediatric", "Rehabilitation", "Bite Force", "Flexural Strength", "Crown".

Índice:

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	3
2.1. Cárie precoce de Infância.....	3
2.2. pH Salivar e a sua relação com a doença de Cárie Dentária.....	3
2.3. Reabilitação de cáries extensas.....	4
2.4. Coroas Pediátricas.....	4
2.4.1. Coroas de Aço.....	4
2.4.2. Coroas Metallo-Cerâmica.....	5
2.4.3. Coroas de Resina Composta.....	5
2.4.4. Coroa de Zircónia.....	5
2.4.5. Coroas de Resina Acrílica.....	6
2.4.6. Coroas em Resina Bis-Acrílica.....	6
2.4.6.1. LUXACROWN.....	7
2.4.6.2. PROTEMP™ 4.....	7
2.5. Efeitos da saliva e do pH nas resinas bis-acrílicas.....	8
3. OBJETIVOS E HIPÓTESES DE TRABALHO.....	9
3.1. Objetivos:.....	9
3.2. Hipóteses de Trabalho:.....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
4.1. Metodologia de pesquisa bibliográfica.....	11
4.1.1. Critérios de Inclusão:.....	12
4.1.2. Critérios de Exclusão:.....	12
4.2. Metodologia de investigação.....	13
4.2.1. Tipo de estudo.....	13



4.2.2.	Caracterização da amostra	13
4.2.3.	Fabrico das peças	14
4.2.4.	Confeção das Coroas:	15
4.2.5.	Envelhecimento artificial.....	16
4.2.6.	Cimentação	17
4.2.7.	Ensaio de compressão mecânica.....	17
4.2.7.1.	Máquina utilizada	17
4.2.7.2.	Ensaio de resistência à fratura.....	18
4.2.8.	Análise estatística	19
5.	RESULTADOS	20
7.	CONCLUSÃO	28
8.	BIBLIOGRAFIA	29
9.	ANEXOS	32

Índice de figuras:

Figura 1: Diagrama de seleção dos artigos da base de dados PUBMED.....	12
Figura 2: Confeção da peça.....	14
Figura 3: Pré-Impressão do dente de frásaco.....	14
Figura 4: Dente desgastado.....	15
Figura 5: Suporte metálico com coto incorporado.....	15
Figura 6: Confeção das coroa.....	15
Figura 7: Coroa em LuxaCrown incorporada no suporte metálico... ..	15
Figura 8: Coroa em LuxaCrown.....	16
Figura 9: Coroas em Protemp™ 4.....	16
Figura 10: Estufa Memmert à temperatura de 37°C.....	16
Figura 11: Coroas de LuxaCrown e Protemp™ 4 submetidas aos dois diferentes valores de pH (4 e 7)	16
Figura 12: Cimento PermaCem 2.0.....	17
Figura 13: Coroa cimentada.....	17
Figura 14: INSTRON - Electropuls E10000LT.....	18
Figura 15: Célula de carga.....	19
Figura 16: Ponto de fratura das coroas em LuxaCrown.	19
Figura 17: Coroas em LuxaCrown após ensaio de resistência mecânica à compressão - destruição total da coroa.	20
Figura 18: Coroas em Protemp™ 4 após ensaio de resistência mecânica à compressão - destruição estilhaçada da coroa.	20
Figura 19: Diagramas de caixa e linha para a comparação do pH por tipo de coroa.....	21



Figura 20: Interação do pH com tipo de coroa quanto à resistência à fratura (N).....22

Figura 21: Testes de múltiplas comparações Tukey para as comparações emparelhadas do pH entre as coroas.....23

Índice de tabelas:

Tabela 1: Distribuição das coroas analisadas por grupo.....	13
Tabela 2. Comparações dos valores médios de resistência à fratura das coroas LuxaCrown e Protemp™ 4 por pH.....	21
Tabela 3: Resultados de resistência à fratura.....	34

Lista de abreviaturas, siglas e acrónimos:

CPI: Cárie Precoce de Infância

AAP: American Academy of Pediatrics

SSC: Stainless Steel Crown

1. INTRODUÇÃO

A doença de cárie dentária é considerada a doença crónica mais prevalente em crianças, sendo atualmente definida como uma doença mediada por biofilme, multifatorial e dinâmica, resultando na desmineralização dos tecidos dentários.¹ Uma das principais características da Cárie Precoce da Infância (CPI) é a destruição em larga escala da estrutura dentária.¹ A American Academy of Pediatrics (AAP) recomenda que todos os defeitos envolvendo mais de duas superfícies em dentes decíduos sejam restaurados com restaurações de cobertura total.²

Historicamente falando, existem dois tipos de coroas disponíveis para a restauração de dentes posteriores temporários extensamente destruídos, as de metal e as estéticas.³ Durante cerca de 70 anos, as coroas de aço inoxidável (SSC), também conhecidas como coroas de metal pré-formado, têm sido utilizadas no tratamento de cárie dentária devido à sua durabilidade, baixo custo, eficiência e eficácia.⁴ Contudo, existem razões pessoais e práticas para não as usar, como o facto de não serem toleráveis pelas crianças no que toca ao seu procedimento e principalmente por não serem esteticamente aceitáveis.⁵ Com a evolução da Dentisteria Estética, tanto as crianças como os seus responsáveis têm procurado opções mais estéticas do que as coroas de aço inoxidável. Diferentes coroas estéticas são propostas para restaurar dentes decíduos cariados e danificados, tais como as coroas de metalo-cerâmica, de resina composta, de resina acrílica, de zircónia, entre outras.^{6,7} Contudo, a manipulação complexa, sensibilidade à técnica, fragilidade, redução agressiva do dente e alto custo constituem as grandes desvantagens que limitam o seu uso.^{6,7}

Com esta informação, torna-se importante implementar mais alternativas para o tratamento de cáries extensas em pacientes pediátricos, que resultem no mínimo de desconforto ao paciente, que reduzam o tempo necessário para o tratamento e que suportem as cargas de mastigação das crianças.

O LuxaCrown é um composto à base de resina bis-acrílica autopolimerizável destinado à produção de coroas e pontes provisórias em dentes permanentes. Este material é confiável

e resistente, garantindo assim provisórios estáveis por até 5 anos. Esta durabilidade de 5 anos acarreta alguns inconvenientes no que diz respeito aos tratamentos em dentes permanentes. Contudo, este fator não parece influenciar a viabilidade nas restaurações em dentes temporários uma vez que irá ocorrer a erupção dos dentes sucessores num prazo inferior de 5 anos. Assim, pelo facto do LuxaCrown garantir provisórios estéticos por até 5 anos para a dentição permanente, poderá se pensar na possível viabilidade de o utilizar como coroa definitiva para molares temporários.

O objetivo desta investigação foi avaliar a viabilidade de coroas pediátricas em LuxaCrown, analisando laboratorialmente a sua resistência à fratura comparando com o Protemp™ 4, material de referência para as resinas bis-acrílicas e com as forças oclusais posteriores das crianças relatadas na literatura. Para além disso, pretende-se avaliar o efeito do envelhecimento artificial destas coroas na resistência à fratura, através do uso de saliva artificial em condições de pH 4 e pH 7 durante 15 dias numa estufa a 37°C.

Numa tentativa de simular o comportamento destes materiais no interior da cavidade oral, e tendo em conta a influência da absorção de água nas resinas bis-acrílicas, utilizou-se saliva artificial.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA:

2.1. Cárie precoce de Infância

A doença de cárie dentária é atualmente definida como “uma doença dinâmica mediada por biofilme, modulada pela dieta, multifatorial, não transmissível, resultando em perda líquida de minerais dos tecidos duros dentários. É determinado por fatores biológicos, comportamentais, psicossociais e ambientais”.¹ A cárie precoce de infância é considerada a doença infecciosa mais comum em todo o mundo, afetando quase um terço da população e cerca de 60-90% das crianças.^{8, 9, 10}

Devido à morfologia específica dos dentes temporários, com camadas de esmalte e dentina mais finas, bem como câmaras pulpares proporcionalmente maiores, a cárie compromete a polpa mais precocemente, exigindo a restauração de uma ou mais superfícies do dente e, em casos mais graves, terapia pulpar.^{1, 10} Nestes casos, muito provavelmente, a estrutura remanescente do dente precisará ser coberta com uma coroa para tentar preservar a integridade do dente tratado até a erupção de seu sucessor permanente.¹⁰ Os molares temporários são uma preocupação especial, pois esfoliam muito mais tarde que os incisivos, têm função mastigatória e de manutenção de espaço para a dentição permanente.¹

2.2. pH Salivar e a sua relação com a doença de Cárie Dentária

O progresso da lesão cariogénica depende de vários fatores relacionados entre si, incluindo dieta rica em carboidratos fermentáveis, conteúdo microbiano da placa dentária, mas também do nível de pH da placa bacteriana e atividade salivar.^{11, 12}

O alto nível de atividade de cárie está relacionado a organismos na placa bacteriana que possuem alta capacidade de acidogénese e alta tolerância ao ácido. O ácido pode causar desmineralização das superfícies dentárias, em função do declínio absoluto do nível de pH.^{11, 12}

De acordo com *Basch et al.*¹¹ (2013), o valor crítico absoluto do pH para a desmineralização do esmalte varia de 5,2 a 5,5. Estes autores encontraram uma relação significativa entre o pH salivar e o índice CPO-D médio das crianças, concluindo que o pH salivar das crianças é

o melhor preditor de seu CPO-D, ou seja, quanto maior o pH menor o número de dentes cariados, perdidos e obturados.

2.3. Reabilitação de cáries extensas

Os dentes temporários desempenham um papel importante na preservação de espaço para os dentes permanentes, além das suas importantes funções na fala e mastigação.¹⁰ As consequências da perda prematura de dentes temporários são bem conhecidas, nomeadamente a perda da dimensão vertical da oclusão, interposição da língua e hábitos de respiração oral, que podem ser fontes de más oclusões futuras.¹⁴ Por esta razão, é melhor tratar molares temporários com lesões cariosas extensas ou com terapia pulpar utilizando coroas.^{10,14} De acordo com *Bedre et al.*³ (2019), a maioria dos médicos dentistas concordaram que é obrigatório restaurar os dentes temporários com coroas após o tratamento pulpar.

2.4. Coroas Pediátricas

As coroas pediátricas devem ser capazes de suportar as forças mastigatórias, apresentar biocompatibilidade, facilitar a higiene oral, apresentar alta resistência de união e não causar danos aos dentes antagonistas.^{14, 15} Além disso, uma alta demanda estética tem-se mostrado um dos problemas mais críticos em pacientes pediátricos.^{5,15}

2.4.1. Coroas de Aço

Por mais de meio século, as coroas de aço superaram outros materiais como amálgama e compósitos em termos de durabilidade e longevidade.^{4, 13, 17} No passado, nenhum material restaurador era capaz de oferecer as vantagens de baixo custo, durabilidade e confiabilidade quando era necessária uma cobertura coronal total.⁴

Contudo, a maioria dos médicos dentistas não consideram as coroas de aço como o seu tratamento principal de reabilitação, não só pelo facto de serem desnecessariamente duráveis para a dentição temporária³, mas principalmente pelas atitudes negativas dos pacientes e dos pais para o seu uso.^{3,5,16} De acordo com *Akhlaghi et al.*⁵ (2017), apesar das

crianças aceitarem bem a aparência das coroas de aço, quase metade odiava ser questionada sobre o seu “dente de ferro”. Além disso, 2/3 dos pais não estavam satisfeitos com a aparência da coroa.

Apesar dos benefícios, a grande desvantagem notável para o estas coroas é a estética.^{4, 16, 17} A crescente demanda por restaurações estéticas levou à introdução de coroas pré-formadas estéticas para dentes temporários, como coroas metalo-cerâmica, ou coroas totalmente feitas de material cerâmico, em particular de zircônia.^{4, 7, 15}

2.4.2. Coroas Metalo-Cerâmica

As coroas metalo-cerâmica consistem em facetas de resina ou cerâmica fundidas no metal das SSCs. Embora a estética fosse altamente aceite pelos pais, estas coroas não apresentavam resultados agradáveis a longo prazo. A fratura da faceta que reveste o metal, bem como uma linha metálica visível ao redor das margens gengivais, foram achados indesejáveis.^{4, 7} Além disso, necessitavam da remoção de estrutura dentária significativa, tornando-as indicadas para casos após pulpotomia e/ou pulpectomia onde o risco de exposição pulpar ao preparar o dente não existe.⁷

2.4.3. Coroas de Resina Composta

Outro tipo de coroas estéticas, foram também introduzidas no mercado, como as coroas de resina composta. Estas coroas são a restauração de primeira escolha para muitos médicos dentistas, principalmente devido à estética superior e à facilidade de reparo se a coroa posteriormente lascou ou fraturou.³ No entanto, é a opção mais sensível à técnica, principalmente devido à possível contaminação por humidade com sangue ou saliva.^{3, 13} Além disso, estas coroas requerem ainda alguma estrutura dentária remanescente para a sua colocação, impedindo o seu uso em cáries muito extensas.³

2.4.4. Coroa de Zircônia

As coroas de zircônia são utilizadas há mais de duas décadas na dentição permanente sendo introduzidas em Odontopediatria em 2008 pela EZ Pedo.^{4, 9, 10}

Em comparação com as coroas de aço, estas coroas apresentaram menos manchas, menos deterioração da cor e menor acúmulo de placa bacteriana devido à sua superfície lisa e vitrificada.^{4, 10, 16} Relativamente à preferência dos pais e das crianças entre as coroas de aço e a zircónia, *Mathew et al.*⁴ (2020) encontraram que apenas 40% dos pais ficaram satisfeitos com a cor das coroas de aço em comparação com 100% na zircónia. Em relação às crianças, encontrou-se resultados parecidos, mostrando que as próprias crianças também têm altas expectativas estéticas para o tratamento dos dentes posteriores. Os resultados foram semelhantes aos de *Alzanbaqi et al.*¹⁰ (2022) e *Maciel R et al.*¹⁷ (2017).

Apesar das vantagens descritas, estas coroas apresentam um preço elevado, necessitam de uma redução agressiva e subgingival do dente e de tempo prolongado para o seu procedimento.^{4, 10} Outra preocupação na utilização destas coroas é o facto de serem pré-fabricadas e não serem feitas sob medida, comprometendo a integridade e adaptação marginal.¹⁰

2.4.5. Coroas de Resina Acrílica

Também existem outras opções de coroas pediátricas tais como as coroas de resina acrílica. Este tipo de coroas é feito em laboratório, o que implica mais gastos e maior número de sessões.¹⁸ As coroas de resina acrílica têm uma boa adaptação à preparação e um bom resultado estético. Contudo, estas coroas apresentam desvantagens como o facto de serem mais frágeis e não resistirem tanto às forças abrasivas, sendo recomendadas apenas para dentes anteriores.¹⁸

Desta maneira, a procura de novos materiais para restaurar molares temporários tem aumentado, materiais estes que combinem a durabilidade e longevidade das coroas de aço inoxidável, a estética da zircónia e reduzidos custos.

2.4.6. Coroas em Resina Bis-Acrílica

Recentemente, surgiu no mercado a resina bis-acrílica, que tem substituído a resina acrílica na confecção de provisórios, contendo como principais componentes os metacrilatos polifuncionais (bifuncionais), como por exemplo, o UDMA. Nos metacrilatos polifuncionais, existe mais do que uma dupla ligação de carbono por monómero, tendo assim uma grande

influência sobre as propriedades mecânicas e sobre as propriedades químicas do polímero formado.¹⁸

2.4.6.1. LUXACROWN

O LuxaCrown é um composto autopolimerizável à base de resina bis-acrílica destinado à produção de coroas e pontes semipermanentes em dentes permanentes, sendo constituído por uma matriz polimérica com 70% de substâncias de enchimento de vidro de silicato incorporada e Telio CAD, um polimetilmetacrilato (PMMA). De acordo com a Dental Milestones Guaranteed (DMG), este material tem como indicações restaurações temporárias ou permanentes, restauração de coroas e pontes provisórias em dentes permanentes, casos de implante, casos de restauração estética, casos pediátricos, pacientes adultos idosos saudáveis e pacientes paliativos.

Este material garante provisórios estáveis semipermanentes por até 5 anos, o que poderá trazer alguns inconvenientes no que diz respeito aos tratamentos em dentes permanentes. Contudo, este fator não influencia a viabilidade nas restaurações em dentes temporários uma vez que irá ocorrer a erupção dos dentes sucessores num prazo inferior de 5 anos. Para além do que já foi mencionado, este material apresenta uma técnica rápida e fácil, propriedades mecânicas ideais, processamento simples, excelente polibilidade, economia de tempo e custos para pacientes e médicos e durabilidade confiável. O LuxaCrown apenas apresenta como contra-indicações preparações com camada mínima inferior a 1,5 mm e até o momento, não apresenta efeitos secundários sistémicos conhecidos.

2.4.6.2. PROTEMP™ 4

O Protemp™, em vários estudos de investigação, é utilizado como a referência das resinas bis-acrílicas.^{21, 22, 23, 24, 28, 29, 30} Este material é um composto nanoparticulado autopolimerizável, utilizado para a confeção de provisórios (múltiplos elementos e unitários), sendo composto por dimetacrilatos, iniciadores, plastificadores, pigmentos e partículas de carga nanométricas (sílica amorfa e coloidal).

O Protemp™ 4 é adequado para uma ampla gama de aplicações de restaurações provisórias, como coroas, pontes, inlays, onlays e facetas. Tal como o LuxaCrown, este material

apresenta um sistema de automistura que proporciona facilidade e rapidez na sua manipulação, estética superior e manutenção da saúde periodontal. Este material apresenta fluorescência próxima ao natural, com 5 opções de cores (A1, A2, A3, B3 e Bleach), parecendo naturalmente estético em várias condições de luz. Para além do que foi mencionado, o Protemp™ 4 apresenta resistência fornecida pelas nanopartículas e polímeros 3M presentes na sua matriz polimérica. Comparativamente ao LuxaCrown, o Protemp™ 4 apenas apresenta uma longevidade de até 10 meses na cavidade oral.

2.5. Efeitos da saliva e do pH nas resinas bis-acrílicas

Uma das consequências da diminuição do pH oral é o constante contacto dos materiais constituintes das coroas com este meio. Há estudos que afirmam que a saliva e a dieta alimentar podem ser responsáveis pela degradação de vários materiais restauradores.^{20, 21} O silano presente nas cargas de vários materiais restauradores, melhora a ligação entre a carga e a matriz da resina. Esta ligação entre a cargas e a matriz não é estável em condições orais e, portanto, há libertação de elementos de carga das resinas.^{20, 21}

Solventes dietéticos, especialmente com componentes ácidos, podem penetrar na rede polimérica orgânica das resinas causando inchaço e separação das fases de enchimento e matriz, seguido de amolecimento dos polímeros, perda de substância no meio oral e dissolução química. Há também a desintegração do revestimento de silano podendo causar fissuras entre os enchimentos e a matriz das resinas. Além disso, os efeitos deletérios dos ácidos intraorais fracos (ácido cítrico e láctico) sobre as cargas inorgânicos também podem contribuir para a diminuição da dureza dos materiais.^{20, 21}

Assim, é de prever que coroas de resina bis-acrílica sujeitas a valores de pH ácidos, estejam mais fragilizadas e por isso sejam mais propensas a fraturas.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES DE TRABALHO:

3.1. Objetivos:

O objetivo desta investigação é avaliar a viabilidade de coroas pediátricas em LuxaCrown, analisando laboratorialmente a resistência à fratura dessas coroas comparando com o Protemp™ 4, referência para as resinas bis-acrílicas e com as forças oclusais posteriores das crianças relatadas na literatura.

Para além disso, pretende-se avaliar o efeito do envelhecimento artificial destas coroas na resistência à fratura, através do uso de saliva artificial em condições de pH 4 e pH 7 durante 7 dias numa estufa a 37°C.

3.2. Hipóteses de Trabalho:

As hipóteses de trabalho têm como base as questões colocadas previamente:

- As coroas em LuxaCrown possuem propriedades mecânicas capazes de suportar as forças mastigatórias posteriores, máximas, relatadas?
- Existem diferenças na resistência à fratura de coroas em LuxaCrown e em Protemp™ 4?
- O pH influencia a resistência das coroas em LuxaCrown?
- O pH influencia a resistência das coroas em Protemp™4?

Serão consideradas as seguintes hipóteses neste trabalho de investigação experimental:

HT₀ - As coroas em LuxaCrown possuem propriedades mecânicas capazes de suportar as forças mastigatórias posteriores, máximas, relatadas.

HT₁ - As coroas em LuxaCrown não possuem propriedades mecânicas capazes de suportar as forças mastigatórias posteriores, máximas, relatadas.

HT₀- Não existem diferenças na resistência á fratura entre as diferentes marcas não sujeitas a envelhecimento artificial.

HT₁- Existem diferenças na resistência á fratura entre as diferentes marcas não sujeitas a envelhecimento artificial.

HT₀ - O pH salivar não influencia a resistência à fratura das coroas em Protemp™ 4.

HT₁ - O pH salivar influencia a resistência à fratura das coroas em Protemp™ 4.

HT₀ - O pH salivar não influencia a resistência à fratura das coroas em LuxaCrown.

HT₁ - O pH salivar influencia a resistência à fratura das coroas em LuxaCrown.

HT₀- Não existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 4.

HT₁- Existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e em Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 4.

HT₀- Não existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e em Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 7.

HT₁- Existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e em Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 7.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental centrou-se no estudo da propriedade mecânica de resistência à fratura após envelhecimento artificial de uma possível alternativa de material para reabilitação com coroas de dentes temporários. Este estudo deve-se à necessidade de averiguar as modificações de comportamento mecânico do LuxaCrown comparando com o Protemp™ 4, referência das resinas bis-acrílicas, no sentido de perceber se garante uma comodidade funcional às crianças que poderão utilizar estas coroas.

O planeamento experimental efetuado teve em conta dois tipos de materiais, LuxaCrown e Protemp™ 4. Neste estudo foi efetuado um envelhecimento artificial das coroas e ensaios de compressão.

4.1. Metodologia de pesquisa bibliográfica

Para a fundamentação teórica desta investigação, a pesquisa bibliográfica foi realizada através da recolha de artigos na base de dados PubMed. Foi realizada uma pesquisa avançada com 3 grupos diferentes de palavras chave, "Dental Caries", "Pediatric", "Rehabilitation", "Bite Force", "Flexural Strength" e "Crown", como se pode verificar na figura 1.

Ainda foi retirada informação sobre os dois materiais estudados nos respetivos sites da marca.

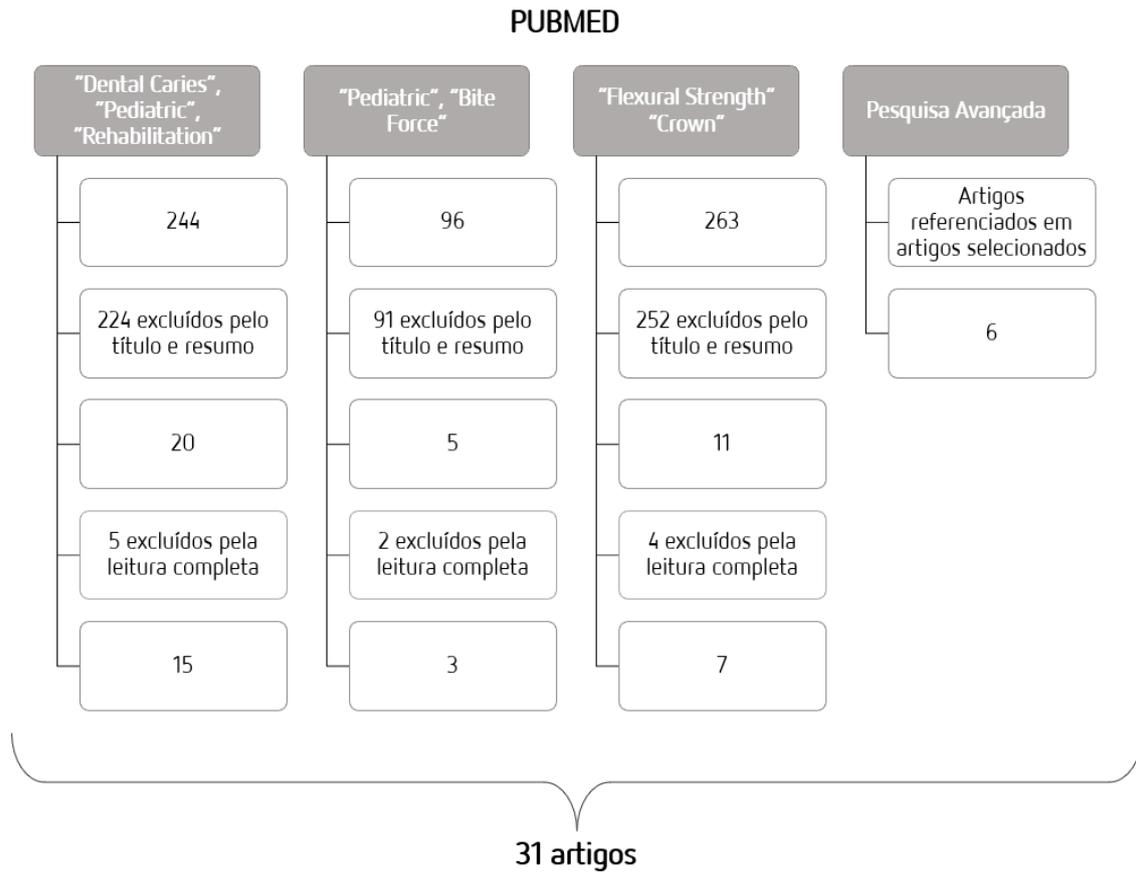


Figura 1: Diagrama de seleção dos artigos da base de dados PUBMED

4.1.1. Critérios de Inclusão:

- Artigos nos quais se verificasse a presença das palavras-chave ou alguma associação entre as mesmas;
- Artigos com resumos considerados relevantes para o desenvolvimento deste trabalho;
- Artigos presentes na bibliografia de artigos resultantes da pesquisa inicial e que suscitassem algum interesse para o desenvolvimento deste trabalho;
- Artigos contendo as palavras-chave "dental caries", "pediatric", "rehabilitation", "bite force", "flexural strength" e "crown".

4.1.2. Critérios de Exclusão:

- Artigos que não cumpriram os critérios de inclusão;

- Artigos que, após análise detalhada, não mostraram relevância para o desenvolvimento deste trabalho;
- Artigos que não incluíssem as palavras chave;
- Artigos não gratuitos.

4.2. Metodologia de investigação

4.2.1. Tipo de estudo

O presente estudo terá por base uma investigação quantitativa longitudinal experimental.

4.2.2. Caracterização da amostra

Foram preparadas sessenta coroas, trinta em LuxaCrown e trinta em Protemp™ 4, a partir do método da pré-impressão utilizando silicone. A chave de silicone foi feita num dente de frasco correspondente ao segundo molar temporário.

As sessenta coroas foram divididas em seis grupos. Quatro grupos foram submetidas a um envelhecimento com saliva artificial a pH 4 e a pH 7, durante 7 dias numa estufa termostática a 37°C. Os outros dois grupos serviram de controlo, não sofrendo qualquer tipo de envelhecimento artificial. Posteriormente todas as coroas foram sujeitas à aplicação de uma força a velocidade constante, até atingir a fratura.

GRUPO	n	
G1	10 coroas em LuxaCrown	Não sujeito a envelhecimento artificial
G2	10 coroas em LuxaCrown	Sujeito a envelhecimento artificial a pH 4
G3	10 coroas em LuxaCrown	Sujeito a envelhecimento artificial a pH 7
G4	10 coroas em Protemp™ 4	Não sujeito a envelhecimento artificial
G5	10 coroas em Protemp™ 4	Sujeito a envelhecimento artificial a pH 4
G6	10 coroas em Protemp™ 4	Sujeito a envelhecimento artificial a pH 7

Tabela 1: Distribuição das coroas analisadas por grupo.

4.2.3. Fabrico das peças

Para que as coroas fossem todas iguais, colocou-se um dente de frasco correspondente ao segundo molar temporário sobre um suporte metálico (Figura 2) para máquina de testes universal INSTRON.

Antes do desgaste do dente de frasco, foi feita uma pré-impressão utilizando silicone (Figura 3) para que não houvesse variabilidade no tamanho das coroas. O dente de frasco foi desgastado com as seguintes medidas (Figura 4):

- a. Vestibular (Diamantada Troncocónica de ponta Redonda ISO 012)
 - i. Linha de Acabamento em Chanfro com ombro suave: **1,5 mm**
- b. Palatino (Diamantada Troncocónica de ponta Redonda ISO 012)
 - i. Linha de Acabamento em Chanfro com ombro suave: **1,5 mm**
- c. Oclusal (Diamantada em chama)
 - i. **2 mm** nas cúspides funcionais e não funcionais
- d. Paredes paralelas entre si e ao seu antagonista;
- e. Linha de Acabamento justagengival em Chanfro com ombro suave em todo o preparo.



Figura 2: Confeção da peça



Figura 3: Pré-Impressão do dente de frasco

O dente de frasco desgastado foi enviado para o laboratório de prótese para ser confeccionado numa peça de aço (Figura 5), permitindo assim que a baixa resiliência do dente de frasco não influenciasse o valor de fratura das coroas.



Figura 4: Dente desgastado



Figura 5: Suporte metálico com coto incorporado

4.2.4. Confeção das Coroas:

As coroas de LuxaCrown e de Protemp™ 4 foram preparadas de acordo com as recomendações do fabricante, sobre o coto metálico descrito anteriormente utilizando o molde de silicone.

Vaselinou-se o coto e preencheu-se a impressão em silicone com os diferentes materiais. Para começar, aplicou-se o material nas superfícies oclusais e preencheu-se as áreas gengivais, mantendo o mínimo de excesso de material. Após o início da mistura dos materiais num período máximo de 40 segundos, colocou-se a impressão preenchida exercendo uma pressão moderada sobre o coto metálico fazendo a devida fixação (Figura 6 e 7). O excesso de material foi removido com uma espátula.



Figura 6: Confeção das coroa



Figura 7: Coroa em LuxaCrown incorporada no suporte metálico

Durante a fase elástica, removeu-se a coroa em LuxaCrown (Figura 8) do coto, ou seja, no período de 1:45 a 2:20 minutos após o início da mistura. O mesmo foi efetuado com as coroas em Protemp™ 4 (Figura 9). Fez-se um leve desgaste nas superfícies internas da coroa com brocas diamantadas e discos, bem como ao polimento com borrachas.



Figura 8: Coroa em LuxaCrown



Figura 9: Coroas em Protemp™ 4

4.2.5. Envelhecimento artificial

As 40 coroas do grupo 2, 3, 5 e 6 foram submetidas a um envelhecimento com saliva artificial a pH 4 e pH 7 durante 15 dias numa estufa termostática a 37°C (Figura 10 e 11), para hidratação da coroa, ambiente similar à situação de utilização das coroas na cavidade oral.

Utilizou-se uma estufa com controlo de temperatura da marca Memmert Peltier-cooled, Incubator IPP110 plus para envelhecimento artificial. A saliva artificial utilizada tem como base a fórmula de Fusayama Meyer: uma solução aquosa contendo (0,4 g/L NaCl, 0,4 g/L KCl, 0,795 g/L CaCl₂.2H₂O, 0,005 g/L Na₂S₉H₂O, 0,69 g/L NaH₂PO₄.2HSO e 1 g/L de ureia. Para obter os diferentes valores de pH foi incorporado HCl na fórmula base. Foram utilizados cerca de 50-100mL de saliva artificial com pH 4 e com pH 7 em cada gobelé de modo a que todas as coroas estivessem completamente submersas na saliva e colocadas dentro da incubadora.



Figura 110: Estufa Memmert® à temperatura de 37°C



Figura 10: Figura 11: Coroas de LuxaCrown e Protemp™ 4 submetidas a pH 4 e pH7

4.2.6. Cimentação

As coroas foram cimentadas definitivamente (uma de cada vez) no coto metálico com um sistema composto de cimentação, com polimerização dual (auto e fotopolimerizável), para a fixação adesiva das coroas – PermaCem 2.0 ® (DMG – Dental Milestones Guaranteed) (Figura 12 e 13)

O PermaCem 2.0 ® é um cimento compósito auto-adesivo definitivo universal, combinando as vantagens dos cimentos de ionómero de vidro (libertação de fluor e biocompatibilidade) com as dos cimentos de resina (excelente selagem marginal e insolubilidade).

A cimentação foi realizada à temperatura ambiente, por um único operador e de acordo com as instruções do fabricante. Eliminou-se os excessos de cimento com uma sonda.



Figura 12: Cimento PermaCem 2.0 ®

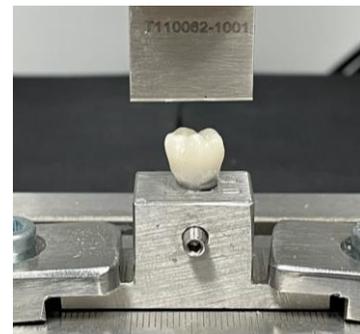


Figura 13: Coroa cimentada

4.2.7. Ensaio de compressão mecânica

4.2.7.1. Máquina utilizada

Para o ensaio de fadiga mecânica, utilizou-se a máquina de testes universal INSTRON - Electropuls E10000LT (Figura 14). Esta máquina tem calibração de força superior a 50N de acordo com as normas ISO 7500-1 and ASTM E4 e calibração de extensómetros de acordo com as normas ISO and ASTM, em cumprimento com: ISO 9513, ISO 5893, ASTM E83, ISO 5893, ASTM E399 e também requerimentos ISO 527-1. A célula de carga tem uma precisão de 0,01 N e uma força máxima de 10 000 N.



Figura 14: INSTRON - Electropuls E10000LT

4.2.7.2. Ensaios de resistência à fratura

As 40 coroas sujeitas ao envelhecimento artificial e as restantes 20 coroas não envelhecidas foram sujeitas a um ensaio de carga simples a velocidade constante de 1mm/min, na máquina de testes universal INSTRON - Electropuls E10000LT, com célula de carga com capacidade de 10 000N.

A força de fratura dependeu da resistência da coroa e foi detetada pela célula de carga (Figura 15). O ponto de força máxima, determinado pela célula de carga onde ocorre a rutura da coroa (Figura 16), foi considerado o ponto de fratura. Todas essas informações foram transferidas diretamente para o computador associado à máquina.



Figura 15: Célula de carga



Figura 16: Ponto de fratura das coroas em LuxaCrown

4.2.8. Análise estatística

A análise de dados foi conduzida em ambiente R 4.1.3 (programa estatístico open source R Core Team 2022, disponível na Internet para download ²²). Na análise descritiva da resistência à fratura das coroas LuxaCrown e Protemp™ 4, considerando os meios seco, pH4 e pH7 foram calculadas médias (M) e desvios padrão (DP). O teste Shapiro-Wilk foi utilizado para avaliar a normalidade das distribuições da resistência, considerando as 10 observações incluídas em cada um dos grupos. Foram obtidos valores de prova >0.05 em todas as distribuições, tornando-as admissíveis para utilização de estatísticas paramétricas. Considerando a natureza específica dos testes utilizados ANOVA a 1 fator e ANOVA fatorial foi ainda avaliada a homogeneidade das variâncias com o teste Levéne, tendo sido obtidos valores de prova >0.05 em todas as distribuições, não se rejeitando a hipótese nula da homogeneidade das variâncias. A ANOVA a 1 fator foi utilizada para comparar o meio ambiente por tipo de coroa. A ANOVA bifatorial foi utilizada para avaliar a interação entre o meio ambiente e fator quanto à resistência à fratura. Os testes de múltiplas comparações Tukey foram utilizados para comparar o meio ambiente em cada tipo de coroa e ainda entre as coroas LuxaCrown e Protemp™ 4. A significância estatística considerada para rejeição da hipótese nula foi de 5%. O tamanho do efeito foi avaliado com o η^2 (η^2) considerando os pontos de corte 0.01 (efeito pequeno), 0.06 (efeito médio) e 0.14 (efeito grande). ²²

5. RESULTADOS

Os resultados deste estudo encontram-se organizados na Tabela 3 disponível no Anexo 3.

Todas as coroas sujeitas a envelhecimento artificial, não apresentaram qualquer sinal de falha ou dano. As coroas sujeitas ao ensaio de compressão mecânica apresentaram fraturas diferentes. As coroas em LuxaCrown, depois de atingir a força máxima, apresentaram fratura total/parcial da coroa, resultando na maioria das vezes em dois fragmentos simétricos (Figura 17). As coroas em Protemp™ 4 apresentaram fratura estilhaçada, resultando em vários fragmentos finos e pontiagudos (Figura 18).



Figura 18: Coroas em LuxaCrown após ensaio de resistência mecânica à compressão - destruição total da coroa.



Figura 17: Coroas em Protemp™ 4 após ensaio de resistência mecânica à compressão - destruição estilhaçada da coroa.

Na Tabela 2 são apresentadas as estatísticas descritivas no formato M (DP) para as resistências à fratura expressas em Newton das coroas LuxaCrown e Protemp™ 4 por meio ambiente (seco, pH 4 e pH 7). São ainda apresentados os subtotais por meio ambiente e por tipo de coroa (LuxaCrown e Protemp™ 4). O teste ANOVA a um fator foi utilizado para comparar a resistência em três tipos de meio ambiente estratificado por tipo de coroa. Foram observadas diferenças estatisticamente significativas nas comparações por meio ambiente no tipo de Coroa Protemp™ 4, $F_{(2,27)}=2.048$ ($p=0.0078$), com tamanho de efeito elevado $\eta^2=0.302$, tendo sido detetadas diferenças entre o meio seco e os pH4 ($p=0.015$) e pH7 ($p=0.019$) (Figura 19). A resistência média em meio seco na coroa Protemp™ 4 foi de 1072.77 (DP=215.11), em comparação com a resistência média obtida no pH4 (M=666.66,

DP=182.98) e no pH7 (M=679.59, DP=239.44). No tipo de coroa LuxaCrown não foram observadas diferenças estatisticamente significativas na comparação por meio, $F_{(2,27)}=5.833$ ($p=0.150$), $\eta^2=0.132$. A interação entre o tipo de coroa e o meio ambiente não foi estatisticamente significativa, $F_{(2,54)}= 1.051$ ($p=0.037$) $\eta^2=0.357$. Acrescenta-se que a comparação entre os subtotais dos tipos de coroa LuxaCrown (M=1091.33, DP=193.17) e Protemp™ 4 (M=768.93, DP=254.92) foi estatisticamente significativa $F_{(1,54)}=37.328$ ($p<0.001$), com tamanho de efeito elevado, $\eta^2=0.409$, com resistência mais elevada no tipo de coroa LuxaCrown, tal como se observa na Figura 20.

Resultados apresentados no formato M (DP) das resistências à fratura expressas em Newton; *Anova 1 fator; **Anova Fatorial

Coroas	pH			Subtotal Coroas	ANOVA* pH	ANOVA** Coroa x pH
	Seco	pH4	pH7			
LuxaCrown	1182.00 (125.59)	1015.00 (184.58)	1077.00 (233.57)	1091.33 (193.17)	$F_{(2,27)}=5.833$ ($p=0.150$) $\eta^2=0.132$	$F_{(2,54)}= 1.051$ ($p=0.357$) $\eta^2=0.037$
Protemp™ 4	963.54 (235.37)	666.66 (182.98)	679.59 (239.44)	768.93 (254.92)	$F_{(2,27)}=2.048$ ($p=0.0078$) $\eta^2=0.302$	
Subtotal pH	1072.77 (215.11)	840.83 (252.85)	876.80 (308.53)	930.13 (276.96)		

Tabela 2. Comparações dos valores médios de resistência à fratura das coroas LuxaCrown e Protemp™ 4 por Ph

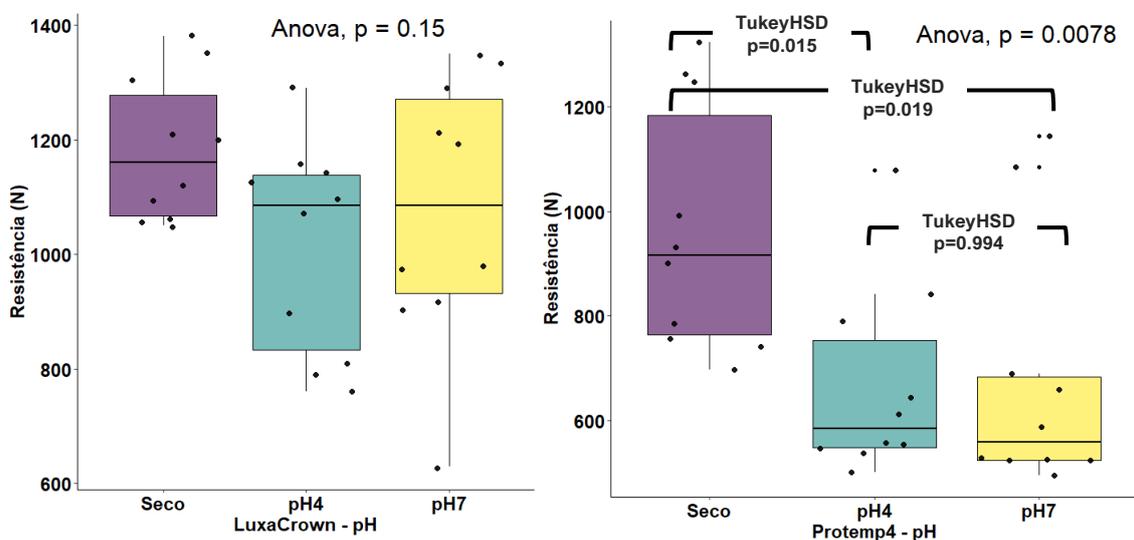


Figura 19: Diagramas de caixa e linha para a comparação do pH por tipo de coroa

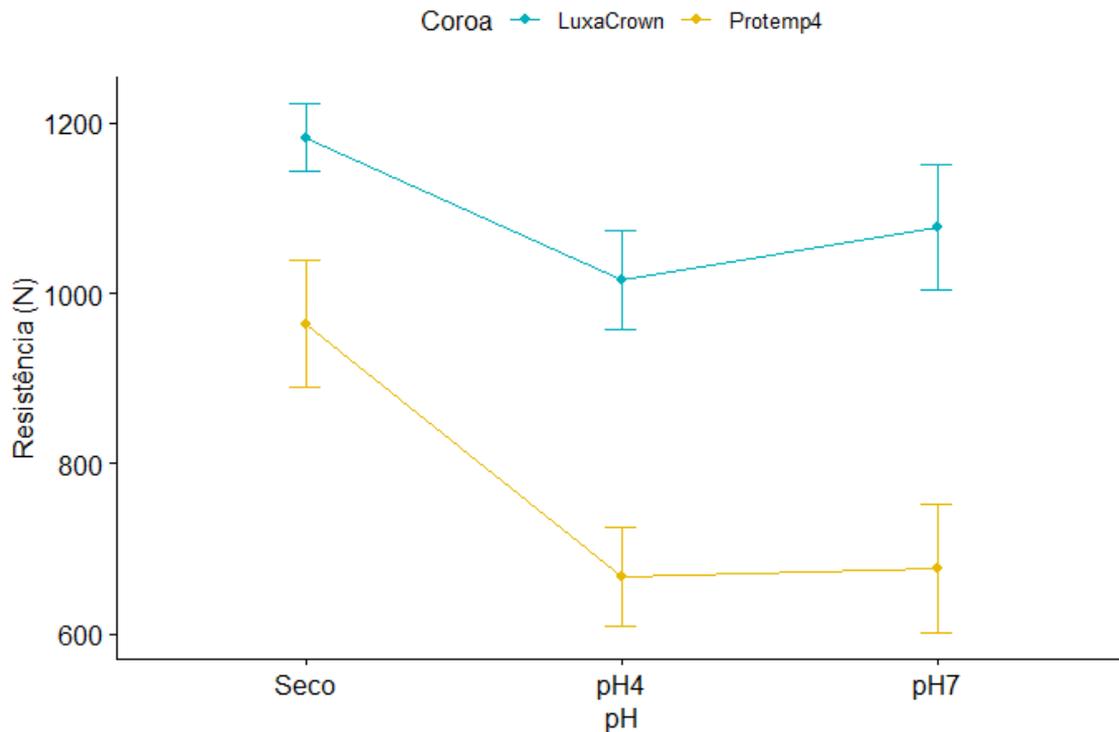


Figura 20: Interação do pH com tipo de coroa quanto à resistência à fratura (N)

Na figura 21 são apresentadas as comparações efetuadas com testes Tukey, salientando-se em particular os resultados as comparações entre os tipos de coroa LuxaCrown e Protemp™ 4 em meio seco, pH4 e pH7. A significância estatística foi confirmada sempre que o intervalo de confiança observado na figura 3 não interseja a diferença de 0. Assim, considerando as comparações acima elencadas foram detetados resultados estatisticamente significativos entre os tipos de coroa LuxaCrown e Protemp™ 4 no pH4 ($p=0.005$) e entre os tipos de coroa LuxaCrown e Protemp™ 4 no pH7 ($p<.001$), em ambos com resistência média mais elevada no tipo de coroa LuxaCrown.

Múltiplas comparações Tukey

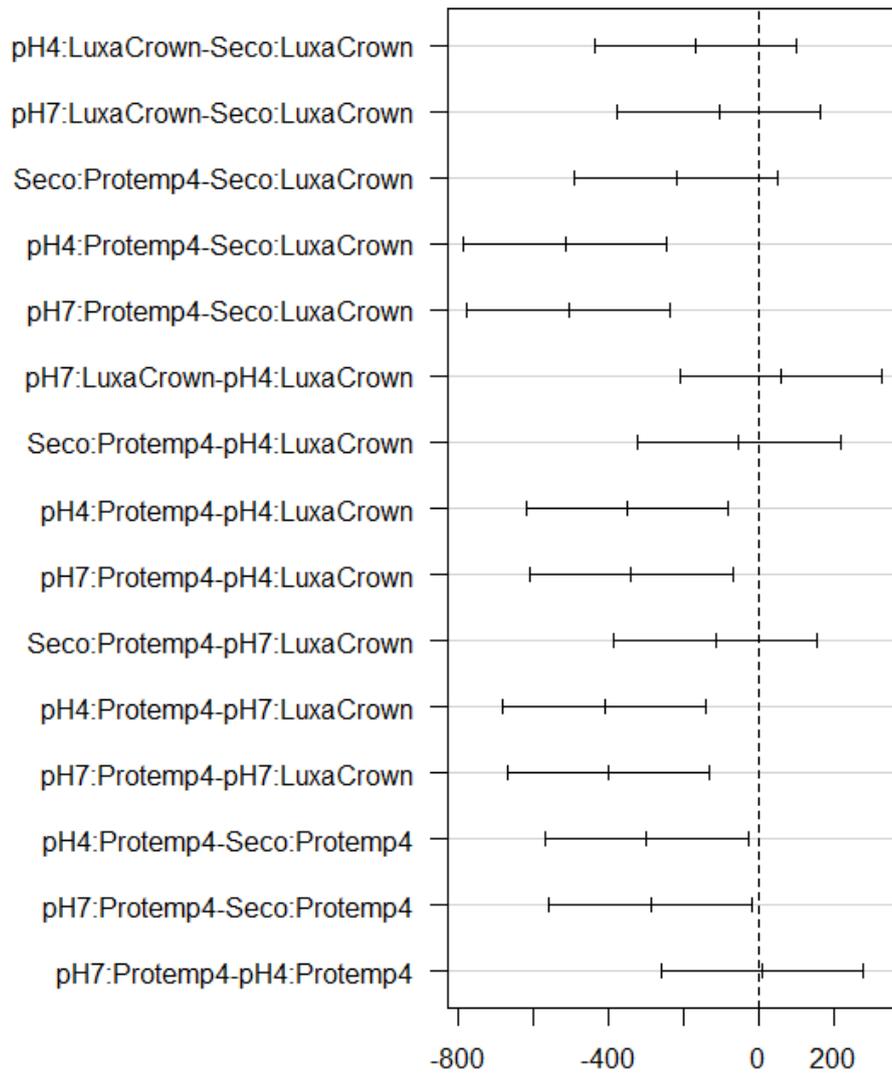


Figura 21: Testes de múltiplas comparações Tukey para as comparações emparelhadas do pH entre as coroas

6. ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo de materiais dentários implica a observação das suas características e consequentemente se estes beneficiam ou não os pacientes. Especificamente para coroas de LuxaCrown, um dos aspetos mais importantes para avaliar a sua viabilidade na reabilitação em molares temporários é a sua durabilidade e resistência à fratura.

No nosso estudo todas as coroas foram colocadas num banho termostático a 37°C, procedimento utilizado em vários estudos semelhantes.^{20, 21, 23, 24, 25} As coroas foram colocadas em saliva artificial a 37°C durante 7 dias, técnica usada por *Muley et al.*²⁰ (2014) que avaliaram várias propriedades mecânicas de materiais restauradores provisórios após armazenamento em solventes de simulação de dieta, inclusive a resistência à fratura. Também *Yap et al.*²³ (2004) manteve vários materiais, inclusive resina à base de resina bis-acrílica, armazenados também por 7 dias a 37°C em diferentes soluções antes de testes mecânicos. *Gujjari et al.*²⁴ (2013) utilizaram um procedimento parecido para avaliar a resistência à fratura de coroas e pontes provisórias, sendo estas imersas em diferentes soluções a 37°C por 7 dias antes do teste mecânico.

Relativamente à força oclusal máxima fisiológica, esta pode variar até 500 N dependendo da morfologia facial e idade. *Braun et al.*²⁶ (1996) mediram a força máxima de mordida na área do primeiro molar temporário e do primeiro pré-molar permanente, encontrando valores de força máxima de mordida variando de 78 N a 106 N para crianças de 6 anos e 10 anos respetivamente. *Sonnesen et al.*²⁷ (2005) investigaram a força de mordida molar em relação à oclusão, dimensões craniofaciais e postura da cabeça em crianças de 7 a 13 anos encontrando para uma Classe I de Angle 349,2 N, para uma Classe II 369,3 N e para uma Classe III 288,3 N. Além disso, *Singh et al.*²⁸ (2020) avaliaram os efeitos da reabilitação da cavidade oral inteira nas forças de mordida em pacientes pediátricos. Foi registada a força máxima de mordida de trinta crianças antes do início do tratamento dentário e um mês após a conclusão. A média total da força máxima de todas as crianças antes do tratamento foi de 167 N, em que as do sexo masculino registaram uma média de força de mordida de

175 N e as do sexo feminino de 166 N. Após conclusão do tratamento dentário, encontraram uma força de mordida máxima de 182 N.²⁸

Neste estudo, as cargas médias de fratura para os diferentes grupos testados estavam além da média das forças mastigatórias máximas relatadas, encontrando-se um valor superior para as coroas em LuxaCrown. Portanto, aceita-se a hipótese que as coroas em LuxaCrown possuem propriedades mecânicas ótimas, podendo suportar as forças mastigatórias posteriores, pediátricas, máximas.

Relativamente ao envelhecimento em saliva artificial das coroas e à influência do pH salivar na resistência à fratura das coroas, encontrou-se resultados diferentes entre os dois materiais. As coroas em LuxaCrown (grupos G1, G2 e G3) apresentam comportamento idêntico tanto em meio seco (G1) como com envelhecimento em saliva artificial em pH 4 e pH 7 (G2 e G3), demonstrando assim um comportamento constante independente do meio ambiente. Observa-se uma ligeira diminuição na resistência à fratura quando as coroas estão colocadas em saliva artificial, encontrando-se um valor inferior quando colocadas em pH 4 (G2). No entanto, os resultados indicam que as diferenças a este nível não são estatisticamente significativas. Apoia-se assim a hipótese nula de que o pH oral não influencia a resistência à fratura das coroas em LuxaCrown. Estes resultados são semelhantes a estudos onde compararam a resistência à flexão de materiais provisórios à base de resina bis-acrílica após condicionamento em saliva artificial. *Haselton et al.*²⁹ (2002), concluíram que, apesar da resina bis-acrílica apresentar valores altos de resistência à flexão, não há correlação entre a resistência à flexão dos materiais quando imersos em saliva artificial. Também *Yanikoglu et al.*³⁰ (2014) não encontraram diferenças significativas na resistência à fratura de materiais à base de resina bis-acrílica em diferentes soluções (café sem açúcar, Coca-Cola, energético Burn e água destilada).

No que diz respeito às coroas em Protemp™ 4 (grupos G4, G5 e G6), estas apresentam comportamento diferente após o envelhecimento em saliva artificial, observando-se uma diminuição na resistência à fratura nas coroas envelhecidas em saliva artificial em pH 4 (G5) e pH 7 (G6). As diferenças entre estes grupos são estatisticamente significativas, pelo que se rejeita, a este nível a hipótese de nula de que o pH oral não influencia a resistência à fratura das coroas em Protemp™ 4.

A diminuição da resistência à fratura após o condicionamento em saliva artificial pode ser explicada pela absorção de água da resina bis-acrílica. De acordo com *Singh et al.*³¹ (2016), a absorção excessiva de água pode promover a quebra causando uma descolagem da matriz de enchimento. Moléculas absorvidas, como água ou saliva, separam as cadeias de polímeros e facilitam o deslizamento entre as cadeias. Após a polimerização, uma certa quantidade do monómero não polimerizado pode afetar as propriedades mecânicas e a biocompatibilidade, reduzindo assim a estabilidade dimensional e a resistência ao desgaste, amolecendo o material resinoso.³¹ A hidrólise do silano e a formação de cracks também podem diminuir as propriedades mecânicas.^{20, 21} Também *Koumjian et al.*²⁵ (1990), que testaram a resistência à fratura de sete materiais provisórios diferentes, tanto em armazenamento seco, como húmido, concluíram que valores de resistência à fratura diminuem após o armazenamento em saliva artificial por sete dias devido aos efeitos plastificantes da água.²⁶

Comparando os valores de pH, encontrou-se que as coroas do G2 e G5 (pH 4) fraturavam com a aplicação de uma força média mais baixa até à fratura. Isto pode ser explicado devido à acidez do meio que as coroas de resina bis-acrílica foram colocadas. Estes resultados assemelham-se aos resultados de *Gujjari et al.*²⁴ (2013) que também encontraram uma diminuição significativa nos valores de resistência à flexão para a resina bis-acrílica após imersão em saliva artificial + coca-cola por 7 dias em relação ao grupo controlo. *Muley et al.*²⁰ (2014) também encontraram uma redução significativa na resistência à flexão e dureza do material à base de resina bis-acrílica utilizado colocado tanto em saliva artificial como em ácido cítrico em relação ao grupo controlo (ar). Também *Yap et al.*²³ (2004), num teste de dureza de materiais provisórios em diferentes solventes, encontraram para os compósitos de resina bis-acrílica uma dureza inferior quando armazenados em soluções aquosas de etanol comparativamente ao armazenamento em ar e água. Tal como no nosso estudo, o principal componente desses solventes é a água, que pode ser a causa desse efeito deletério, e esta diminuição do valor da resistência à fratura encontrada pode ser explicada pelos efeitos deletérios do baixo pH sobre as cargas inorgânicas da resina bis-acrílica.

Comparando o comportamento das coroas em LuxaCrown com as coroas em Protemp™ 4 (grupos G1 com G4; grupos G2 com G5; grupos G3 e G6), verifica-se que as coroas de

LuxaCrown em pH 4 e pH 7 (grupos G2 e G3) apresentam uma resistência à fratura superior às coroas em Protemp™ 4 (grupos G5 e G6). Esta diferença a nível da resistência é estatisticamente significativa, rejeitando-se assim as hipóteses nulas de que não existem diferenças na resistência à fratura entre as diferentes marcas tanto não sujeitas a envelhecimento artificial como com o mesmo pH salivar. Relativamente às coroas não sujeitas a envelhecimento artificial, apesar de se encontrar valores de resistência à fratura superiores nas coroas em LuxaCrown (G1) em relação às coroas em Protemp™ 4 (G4), não se encontrou diferenças estatisticamente significativas. Desta maneira, aceita-se a hipótese nula de que não existem diferenças na resistência à fratura entre as diferentes marcas não sujeitas a envelhecimento artificial.

Estes resultados podem simular aquilo que poderá ocorrer na cavidade oral das crianças uma vez que há diversos motivos para a diminuição do pH oral tais como os açúcares consumidos na dieta. Através destes açúcares, as bactérias presentes na cavidade oral poderão produzir ácido, diminuindo desta forma o pH oral provocando consequentemente fraturas mais rapidamente.

Apesar do nosso estudo simular vários parâmetros clínicos, é importante reconhecer que qualquer projeto de estudo in vitro que pretende reproduzir a biomecânica complexa do ambiente oral, tal como a mastigação, tem certas limitações e os resultados devem ser cuidadosamente interpretados. As condições clínicas que não podem ser simuladas, podem influenciar negativamente a resistência à fratura. Apesar da utilização de saliva artificial, o presente estudo tem algumas limitações como a ausência de tecidos moles ou mesmo do fluído sulcular que podem diferir da situação oral, dificultando a comparação dos resultados diretamente com situações clínicas. Relativamente ao período de condicionamento de 7 dias sem interrupção pode ser bastante extenso, uma vez que as coroas apenas entram em contato com os alimentos durante a alimentação até a limpeza dos dentes ^{21, 23}. Portanto, os resultados do teste podem exagerar a influência do pH nas propriedades dos materiais. No entanto, pode sempre ocorrer uma exposição contínua pela retenção de agentes químicos ao redor das margens de coroas mal fabricadas e nas porosidades de materiais mal manipulados ^{21, 23}.

7. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos e de acordo com a metodologia descrita no presente estudo, podemos formular as seguintes conclusões:

- As coroas em LuxaCrown possuem propriedades mecânicas capazes de suportar as forças mastigatórias posteriores, máximas, relatadas.
- O pH salivar não influencia a resistência à fratura das coroas em LuxaCrown, apesar de influenciar a resistência à fratura das coroas em Protemp™ 4.
- Não existem diferenças na resistência à fratura entre as diferentes marcas não sujeitas a envelhecimento artificial.
- Existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 4.
- Existem diferenças na resistência à fratura das coroas em LuxaCrown e em Protemp™ 4 quando submetidas a saliva artificial com pH 7.
- Comparando as duas marcas, o LuxaCrown apresentou resultados mais satisfatórios, constantes e superiores que o Protemp™ 4, podendo ser considerada viável como opção terapêutica para a reabilitação de molares temporários cariados.

8. BIBLIOGRAFIA

1. Splieth Christian H, Banerjee A, Bottenberg P, Breschi L, Campus G, Ekstrand K, et al. How to Intervene in the Caries Process in Children: A Joint ORCA and EFCD Expert Delphi Consensus Statement. *Caries Research*. 2020;54(4):297–305.
2. American Academy of Pediatric Dentistry. Policy on early childhood caries (ECC): Unique challenges and treatment options. *The Reference Manual of Pediatric Dentistry*. Chicago, Ill.: American Academy of Pediatric Dentistry; 2021:85-6.
3. Bedre AS, Gurunathan D. Knowledge and Awareness among General Dental Practitioners in Chennai Regarding Rehabilitation with Full Coverage Restoration in Children. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2019 Nov-Dec;12(6):590-594.
4. Mathew M, Roopa K, Soni A, Khan MM, Kauser A. Evaluation of clinical success, parental and child satisfaction of stainless steel crowns and zirconia crowns in primary molars. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2020;9(3):1418.
5. Akhlaghi N, Hajjahmadi M, Golbidi M. Attitudes of parents and children toward primary molars restoration with stainless steel crown. *Contemporary Clinical Dentistry*. 2017 Jul 1;8(3):421–6.
6. Aiem E, Smaïl-Faugeron V, Muller-Bolla M. Aesthetic preformed paediatric crowns: systematic review. *International Journal of Paediatric Dentistry*. 2017 Jul 1;27(4):273–82.
7. Guelmann M, Shapira J, Silva DR, Fuks AB. Esthetic restorative options for pulp-tomized primary molars: a review of literature. *J Clin Pediatr Dent*. 2011 Winter;36(2):123-6.
8. Chisini LA, Collares K, Cademartori MG, de Oliveira LJC, Conde MCM, Demarco FF, Corrêa MB. Restorations in primary teeth: a systematic review on survival and reasons for failures. *Int J Paediatr Dent*. 2018 Mar;28(2):123-139.
9. Abushanan A, Sharanasha RB, Aljuaid B, Alfaifi T, Aldurayhim A. Fracture Resistance of Primary Zirconia Crowns: An In Vitro Study. *Children (Basel)*. 2022 Jan 5;9(1):77.
10. Alzanbaqi SD, Alogaiel RM, Alasmari MA, Al Essa AM, Khogeer LN, Alanazi BS, Hawsah ES, Shaikh AM, Ibrahim MS. Zirconia Crowns for Primary Teeth: A Systematic Review and Meta-Analyses. *Int J Environ Res Public Health*. 2022 Feb 28;19(5):2838.
11. Basch Y, Peretz B. Salivary pH levels and caries among siblings and parents within families. *J Clin Pediatr Dent*. 2013 Winter;38(2):129-32.
12. Lingström P, van Ruyven FO, van Houte J, Kent R. The pH of dental plaque in its relation to early enamel caries and dental plaque flora in humans. *J Dent Res*. 2000 Feb;79(2):770-7.

13. Zahdan BA, Szabo A, Gonzalez CD, Okunseri EM, Okunseri CE. Survival Rates of Stainless Steel Crowns and Multi-Surface Composite Restorations Placed by Dental Students in a Pediatric Clinic. *J Clin Pediatr Dent.* 2018;42(3):167-172.
14. Attari N, Roberts JF. Restoration of primary teeth with crowns: a systematic review of the literature. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2006 Jun;7(2):58-62.
15. Ludovichetti FS, Stellini E, Signoriello AG, Di Fiore A, Gracco A, Mazzoleni S. Zirconia vs. stainless steel pediatric crowns: a literature review. *Minerva Dent Oral Sci.* 2021 Jun;70(3):112-118.
16. Lopez-Cazaux S, Aiem E, Velly AM, Muller-Bolla M. Preformed pediatric zirconia crown versus preformed pediatric metal crown: study protocol for a randomized clinical trial. *Trials.* 2019 Aug 24;20(1):530.
17. Maciel R, Salvador D, Azoubel K, Redivivo R, Maciel C, da Franca C, Amerongen E, Colares V. The opinion of children and their parents about four different types of dental restorations in a public health service in Brazil. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2017 Feb;18(1):25-29.
18. Gundogdu M, Yanikoglu N, Bayindir F, Ciftci H. Effect of repair resin type and surface treatment on the repair strength of polyamide denture base resin. *Dent Mater J.* 2015;34(4):485-9.
19. Tinanoff N, Kanellis MJ, Vargas CM. Current understanding of the epidemiology mechanisms, and prevention of dental caries in preschool children. *Pediatr Dent.* 2002 Nov-Dec;24(6):543-51.
20. Muley BY, Shaikh SR, Tagore MM, Khalikar AN. Effect of Dietary Simulating Solvents on the Mechanical Properties of Provisional Restorative Materials-An In Vitro Study. *J Indian Prosthodont Soc.* 2014 Dec;14(Suppl 1):98-105.
21. Akova T, Ozkomur A, Uysal H. Effect of food-simulating liquids on the mechanical properties of provisional restorative materials. *Dent Mater.* 2006 Dec;22(12):1130-4.
22. R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
23. Yap AU, Mah MK, Lye CP, Loh PL. Influence of dietary simulating solvents on the hardness of provisional restorative materials. *Dent Mater.* 2004 May;20(4):370-6.
24. Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013 Mar-Apr;24(2):172-7.
25. Koumjian JH, Nimmo A. Evaluation of fracture resistance of resins used for provisional restorations. *J Prosthet Dent.* 1990 Dec;64(6):654-7.
26. Braun S, Hnat WP, Freudenthaler JW, Marcotte MR, Hönigle K, et al. A study of maximum bite force during growth and development. *Angle Orthod.* 1996; 66:261-264.

27. Sonnesen L, Bakke M. Molar bite force in relation to occlusion, craniofacial dimensions, and head posture in pre-orthodontic children. *Eur J Orthod*. 2005; 27(1):58-63
28. Singh R, Singh S, Jha A, Jha S, Singh AK, Kumar S. Comparative evaluation of bite force in paediatric patients. *J Family Med Prim Care*. 2020 Apr 30;9(4):2002-2005.
29. Haselton DR, Diaz-Arnold AM, Vargas MA. Flexural strength of provisional crown and fixed partial denture resins. *J Prosthet Dent*. 2002; 87:225-28.
30. Yanikoğlu ND, Bayindir F, Kürklü D, Beşir B. Flexural Strength of Temporary Restorative Materials Stored in Different Solutions. *Open Journal of Stomatology [Internet]*. 2014; 04(06):291–8.
31. Singh A, Garg S. Comparative Evaluation of Flexural Strength of Provisional Crown and Bridge Materials-An Invitro Study. *J Clin Diagn Res*. 2016 Aug;10(8):ZC72-7.

9. ANEXOS

Anexo 1



DIPLOMA

EVENTOS CIENTÍFICOS IUICS
JORNADAS CIENTÍFICAS AEIUCS
XXX JORNADAS CIENTÍFICAS DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS

Certifica-se que:

Sofia Alexandra Sousa dos Santos

assistiu às XXX Jornadas Científicas de Medicina Dentária, realizadas pelo Instituto Universitário de Ciências da Saúde, subordinadas ao tema “Workflow digital nas distintas frentes de ação da Medicina Dentária”, que decorreram no dia 08 de abril de 2022, no Centro de Congressos da Alfândega do Porto.


PROF. DOUTOR JOAQUIM MOREIRA
PRESIDENTE DAS XXX JORNADAS CIENTÍFICAS DE CIÊNCIAS DENTÁRIAS

 **CESPU**
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

 **AEIUCS**
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE

 **NMD AEIUCS**
NÚCLEO MEDICINA DENTÁRIA AEIUCS

Anexo 2

 **EVENTOS CIENTÍFICOS IUCS** **JORNADAS CIENTÍFICAS AEIUCS**

XXX JORNADAS CIENTÍFICAS
CIÊNCIAS DENTÁRIAS
WORKFLOW DIGITAL NAS DISTINTAS FRENTEZ
DE AÇÃO DA MEDICINA DENTÁRIA

MELHOR COMUNICAÇÃO ORAL
“Avaliação do pH salivar em bebês em amamentação materna – Estudo Preliminar”
Correia C., Santos S., Santos P, Vale T.

MENÇÕES HONROSAS – COMUNICAÇÃO ORAL
“Software e inovação pedagógica em Medicina Dentária”
Maziere M., Simões de Azevedo R.M.
Saliva: fluído fisiológico relevante nas doenças periodontais
Mesquita M., Viana da Costa A., Prazeres M., Relvas M.

MELHOR POSTER
“Avaliação do Status Oral numa População Prisional do Norte de Portugal”
Soares M., Gonçalves. M., Rompante P., Relvas M.
“Os estudos clínicos randomizados na comprovação da eficiência do Fluoreto da Diamina de Prata (SDF)”
Daragon L., Calheiros-Lobo M. J.
“Avaliação das alterações faciais após correção transversal maxilar com MARPE e aparelhos convencionais - Revisão sistemática integrativa”
Jeudi M.; Lobo, A.; Gonçalves, A.; Sousa-Santos, P.
“Avaliação da viabilidade de coroas LuxaCrown em dentes temporários como material restaurador definitivo - protocolo para estudo in vitro”
Santos S., Correia C., Mendes J., Silva A., Sousa-Santos P., Vale T.
“Determinação da Dimensão Vertical - Método Cefalométrico”
Pimentel L.; Francisco A.; Rodrigues A.; Fonseca B.; Carneiro M.; Mendes J.M.; Braz M.P.

MENÇÕES HONROSAS - POSTER
“O papel da Vitamina C na associação do Diabetes Mellitus com a Doença Periodontal”
Pinto M., Rocha A.S., Vieira P., Relvas M.
“Como os “Sistemas eletrónicos de entrega de nicotina” (ENDS) influenciam o periodonto.”
Castagna A., Simoni A., Vieira P., Relvas M.
“Cimentos Endodônticos utilizados no selamento apical: qual o mais eficaz?”
Meireles D., Dias M., Moreira C., Cardoso P., Miller P.
“Oximetria de pulso no diagnóstico pulpar”
Pinto A., Ribeiro A., Brás D., Miller P., Ferraz A.
“Ebiino, rituais mágicos ou procedimento terapêutico?”
Mbiyavanga M., Batista S., Lobo A.
“Avaliação do pH salivar em pacientes ortodônticos tratados com alinhadores - Protocolo para um estudo in vivo”
Mendes, M.; Sousa-Santos, P.
“Abordagem e gestão do bruxismo com terapia de toxina botulínica”
Aitouali N., Charréron K., Maziere M., Jeudi M., Cardoso M., Braz M.P.
“Relação na perda dos tecidos peri-implantares com a oclusão dentária”
Caldeira O.; Sousa L.; Barreiros P.; Mendes J. M.; Silva A. S.

 **CESPU**  **CESPU**
INSTITUTO UNIVERSITÁRIO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE  **AEIUCS**
NÚCLEO DE ATIVIDADES
DE INVESTIGAÇÃO CIENTÍFICA  **NMD AEIUCS**
NÚCLEO DE MEDICINA DENTÁRIA IUCS  **Evento Acreditado**
Ministério da Saúde

Anexo 3

RESISTÊNCIA À FRATURA (N)	G1	G2	G3	G4	G5	G6
1	1210	1160	1290	991,8	842	660,4
2	1090	1140	900	741	501,9	524,6
3	1060	1100	1330	757	537,9	523,6
4	1050	810	1350	1322,7	547,7	525,9
5	1060	790	980	1262,4	790,9	529,1
6	1300	1070	920	901	1078,1	1084,6
7	1380	1130	970	697,3	554,1	495,9
8	1200	900	1210	1246,1	643,9	1143,1
9	1120	760	1190	785,9	557,8	588,2
10	1350	1290	630	930,2	612,3	690,5

Tabela 3: Resultados de resistência à fratura

Legenda:

- G1 - Coroas em LuxaCrown não sujeito a envelhecimento artificial
- G2 - Coroas em LuxaCrown sujeito a envelhecimento artificial a pH 4
- G3 - Coroas em LuxaCrown sujeito a envelhecimento artificial a pH 7
- G4 - Coroas em Protemp™ 4 não sujeito a envelhecimento artificial
- G5 - Coroas em Protemp™ 4 sujeito a envelhecimento artificial a pH 4
- G6 - Coroas em Protemp™ 4 sujeito a envelhecimento artificial a pH 7