

Morgana Santos Carvalho

Resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica de
cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável, após
radiação ionizante e armazenagem

Brasília
2019

Morgana Santos Carvalho

Resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica de cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável, após radiação ionizante e armazenagem

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a conclusão do curso de Graduação em Odontologia.

Orientadora: Profa. Dra. Aline Úrsula R. Fernandes

Brasília
2019

Dedico este trabalho, primeiramente ao meu irmão Matheus, por ser a alegria da minha vida e a razão principal por eu ter ingressado no curso de Odontologia e ter continuado até o final. À minha família, que é a construção do meu ser, vocês são meu coração.

Dedico também a mim, por ter conseguido finalizar, pois apesar dos obstáculos, é a representação do meu sucesso e me sinto orgulhosa por toda a superação.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente, a Deus, Guias, Mentores e Universo, pois Eles estiveram presentes em todos os momentos cruciais, tanto nos bons quanto ruins e instruindo na minha evolução.

Agradeço a todos os professores que compartilharam e transmitiram o conhecimento, especialmente ao professor Laudimar pelo tratamento endodôntico realizado no Matheus e com isso a melhora na qualidade de vida dele e a Dra. Suzelli por ter me ajudado a conseguir a cirurgia; aos professores Adriano e Cristine o “casal odonto” que estimulam a gente a acreditar no serviço público e por não desistirem de nos instigar a fazer o melhor tratamento aos pacientes independentemente das condições e a lutar por melhorias; professora Fernanda pelas conversas e por todo os conhecimentos dos materiais dentários que me ajudaram muito durante a vida acadêmica e nesse trabalho indiretamente; professora Renata da disciplina de Farmacologia, pois impecável a didática e o conteúdo está bem fixado na minha mente, o que eu sei, realmente devo a ela!; as professoras da disciplina de Periodontia Daniela Grisi por ter me ajudado a iniciar o tratamento do Matheus no HUB, professora Valéria por frases tranquilizadoras e incentivadoras em momentos turbulentos; aos professores da Radiologia, Paulo, obrigada por realizar radiografias perfeitas no Matheus independentemente de todas as dificuldades e, André e Carla, sentirei saudades da “focacas da radio corredor”; ao professor Edson que me ajudou muito na disciplina de Endodontia e devo a ele tudo que eu sei sobre a especialidade, além das experiências compartilhadas sobre energia no Estágio 1 (nunca diga nunca); a professora Lilian da Dentística que me acompanhou na Clínica Odontológica 5 e suas pequenas dicas que clareavam bastante as dúvidas; a professora Nailê que compactuou comigo na decisão do plano de tratamento de um caso clínico que foi o

premiado em primeiro lugar na XXI JOUnB e com toda a sua disposição em ajudar, inovar e unir a ciência ao clínico, mostrando um novo mundo que nem eu imaginava que iria gostar... uma verdadeira inspiração!; professora Ana Carolina da odontopediatria que avaliou o meu painel na JOUnB e foi decisiva nessa imensa conquista, além de ser uma anja na clínica!; a doutora Flávia que me acompanhou nas disciplinas de Práticas de Saúde Bucal 2 e 3, além dos conhecimentos repassados, o carinho e a paixão em ajudar o próximo e por ter me recebido de braços abertos na UTI e ajudado em pequenos detalhes sobre esse novo sonho... Uma verdadeira mãe! E a professora Érica que sempre se importou em ouvir o lado do aluno e principalmente a preocupação com a nossa saúde psicológica e emocional e me tranquilizou em momentos cruciais.

Agradeço a cada um que fez parte dessa Turma 70 (“c tenta de novo”), Alessandra, Alisson, Allyson Mikael, Aline, Ana, Beatriz, Bruna, Edivar, Felipe, Gustavo, Hannah, Hélio, Henrique, Isabelle, João, Jordana, Juliana, Larissa, Laura, Letícia, Lucas, Marina, Maylon, Monise, Mylene, Nadine, Renan, Renato, Samantha, Thais, Valentina, Vitória, entre outros... Cada um de vocês ajudaram ao me explicar conteúdos, compartilhar resumos, tirar dúvidas... Sério, foram necessários para eu plantar as sementes aos longos dos anos e poder colher os frutos agora. Como não é só de estudo que um universitário vive... as festas, barzinhos, saídas, pizzarias, comemorações de aniversário, risadas, zoeiras, memes, figurinhas... memoráveis!

Larissa, minha comparsa (parceira de crime mesmo), minha duplinha ao longo desses 3 anos... não foram momentos fáceis, inclusive ocorreram algumas tretas (risos), mas o nosso sinergismo contribuiu para a nossa superação. Mesmo com a sua teimosia (risos), não consigo imaginar uma melhor dupla que você. Além dos conhecimentos odontológicos compartilhados, e momentos memoráveis como tatear um box atrás de uma tesoura (só ela para entender a referência), aprendi muito a ver por baixo dessa sua

casca grossa e humor sarcástico, a linda e meiga pessoa que você é. Um muitíssimo obrigada por você ter sido a minha dupla, por ter me aguentado, ter aceitado desafios comigo, ter ideias perfeitas para ajudar no tratamento do Matheus e pela contribuição para a profissional que sou hoje. Sentirei total sua falta, como viver sem a loira que completa essa morena?

Aos amigos Márcio, Raíssa, Daniel, Larissa, Andressa, Carolds, Gabriel, Esttefane, Phaloma, Dyana, Bruna ML, Renata, obrigada por toda a força que me deram, por não deixarem eu desistir, por ter aguentado minhas reclamações, ter dado soluções, me aguentarem e terem paciência ao lidar comigo durante todos os anos de UnB e anos anteriores. Amo vocês.

Aos anjos da carona e amigos adquiridos durante o curso que ajudaram com resumos, compartilharam conhecimento e também eram vocês que me acompanharam diariamente e se tornaram minha segunda família, Ana, Monise, Vitória (obrigada por ter carregado meus materiais de Dentística no seu carro na época do laboratório), Hélio e Hannah... vocês não sabem o tamanho e a profundidade da minha gratidão, vocês me carregaram nas costas (risos!!!). Ao Maylon, obrigada pela ajuda no segundo semestre, principalmente em fisiologia e imunologia, acho que isso foi crucial para eu conseguir me formar no tempo certo; assim como os estudos compartilhados pelo Alisson, João e Edivar, Gustavo, Laura e Renato, a caminho ou minutos antes das provas que foram cruciais para uma boa nota (risos). Marina, minha gêmea com o mesmo sol e lua que o meu do mapa astral, obrigada na companhia nos surtos nessa reta final e que a companhia nos surtos continue ao longa da vida. Jordana, amiga desde o início, minha fiel companheira de TUDO mesmo, você é realmente importante para mim do tamanho do infinito, um dia conseguirei ser um décimo da perfeita profissional que tu és! Amo vocês.

Obrigada família por financiarem esse curso, pai, mãe, tia Célia, tia Vera, Marcela, vocês transformaram o impossível em possível. Obrigada vó pelas caronas que me deram um descanso

de pegar os 6 ônibus diários. Obrigada pai por ter feito a matriz metálica para as confecções da amostra para que esse trabalho se concretizasse, por mesmo com seu jeito um tanto quanto rústico, ter dado todo o apoio até onde estou hoje e incentivado a sempre querer mais e não ter vergonha de nada que tivesse o ganho de conhecimento, eu amo muitíssimo o senhor e o sucesso também é seu! Mãe, obrigada por passar meu jaleco, lavar minhas roupas brancas, preparar minhas marmitas... o suporte emocional, a presença, os abraços de afeto, palavras de incentivo, todo o sacrifício para o sucesso que também é da senhora... amo muitíssimo a senhora. Marcela, obrigada por ter me criado e cuidado de mim no início da minha vida, pelas noites viradas, broncas e palavras de incentivo nessa reta final, por ter feito o marca página, arrumado minha apresentação do TCC e ela ter ficado 10/10 perfeita... eu amo você e tenho orgulho por ser tão parecida com você, teimosa! Matheus, é por você e para você tudo o que eu faço e eu não me arrependo de nada se o resultado final é ver você sorrir; não há palavras, números para descrever o amor que sinto, você é minha vida. Max, meu filho felino, obrigada por ter sido meu fiel companheiro desde que chegou para somar na minha vida em 2016, por ter dormido nos meus pés e assim me acalmado em momentos desesperadores durante o curso e na vida, principalmente meu body guard durante o TCC... amo você meu nenenzinho.

À banca, com meus professores preferidos, Aline, Delcides, Newton e Rodrigo, obrigada por se disponibilizarem a ler e contribuir com esse trabalho.

Professor Newton, obrigada pela simplicidade de uma palavra, um gesto e a explosão de conhecimento a partir deles. Eu considero o senhor como um amigo. Obrigada pela paciência e por confiar em mim em momentos que eu não confiei e por toda a ajuda durante o curso, sei que poderei contar com o senhor para tudo, pois o senhor é a definição e representação do que um professor deve ser.

Professor Delcídes, obrigada pela ajuda nas PPR's, com as dicas e por todas as vezes que me salvou na clínica, além de conhecimentos além da Odontologia. Eu tenho uma grande estima pelo senhor.

Professora Aline, minha orientadora, eu devo muitíssimo a senhora. Mesmo dentre todos os momentos mais difíceis que eu tive, a senhora sempre ofereceu um ombro para chorar, para rir, para tudo. A senhora não sabe o quanto eu realmente sou grata pela oportunidade que me deu com o PIBIC que se transformou nesse trabalho de TCC e conseqüentemente todo o aprendizado através dele. Eu sou imensamente grata (não tenho nem palavras e nem sentimentos humanamente descritíveis), mesmo extrapolando os seus limites como profissional (o medo do desconhecido, a insegurança e tudo que é normalmente sentido nesses momentos), por sua coragem e todos os requisitos necessários que aceitaram eu e meu irmão, e por querer o bem e a resolução do caso do Matheus. Muitíssimo obrigada mesmo mesmo mesmo. Considero a senhora como uma amiga.

Agradecimento ao laboratório SG-9 da Engenharia Mecânica por autorizar o uso da máquina MTS 3 – Landmark para o teste de resistência à compressão e ajudar durante os experimentos (especialmente, aos mestrandos Pedro e Erick). Ao laboratório de Biopatologia por autorizar o uso da balança para o teste de alteração dimensional volumétrica e a técnica Lídia, que gentilmente instruiu a usar a balança e fez companhia em período de férias, assim como o Gabriel Cavalcante e ao Gustavo que “sofreram” junto comigo.

Obrigada a UnB, HUB que foram minha segunda casa por 4 longos anos e ao SESC por uma nova visão e experiência de vida profissional e pessoal.

Um enorme sentimento de gratidão a todos os funcionários, de todas as áreas e setores, gostaria de poder agradecer um a um e citar nome por nome, mas infelizmente não poderei, mas estão representados aqui pela Beth (suas dicas e bombons); Fred e

Caetano (o que seriam dos modelos de gessos de Oclusão, dos aparelhos ortodônticos para entregar ao Tien e o mais importante, as próteses dos pacientes e livramento de vários sufocos!; dona Vitória e dona Sebastiana pelas conversas enquanto eu buscava material (acho que Larissa não gostava muito disso, risos); seu Ronaldo que sempre me chamava de doutora e eu simplesmente AMAVA, talvez ele nem saiba o quanto isso servia de incentivo nas clínicas 5 e 6; seu Zé que salvou muitas vezes as canetas do kit acadêmico; Teresinha, Rosilda, Lara, dona Idelma que ajudaram muito nos agendamentos dos pacientes... Obrigada pacientes, bravos guerreiros que faziam o que podiam para comparecerem aos atendimentos e a confiar em nós quando a gente nem tinha experiência e ajudar na construção de toda a nossa bagagem clínica, especialmente ao paciente Eliezer do Estágio 2, um anjo de paciente que ouviu minhas últimas lamúrias do curso e com toda a luminosidade de sua áurea, paciência e educação, me passou tamanha confiança e tranquilidade e ajudou de forma explosiva para eu reacreditar em mim mesma como profissional, obrigada. Posso afirmar com toda a certeza que sem vocês, não seríamos nada.

Encerro com o trecho da música do The Neighbourhood que sintetiza toda essa jornada de evolução e amadurecimento: “Eu era inocente, esperançosa e perdida; agora, sou consciente e dirijo os meus pensamentos.”

Gratidão.

Boa leitura!

EPÍGRAFE

“Talvez eu não devesse tentar ser perfeita,
Confesso, estou obcecada com a superfície.
No final, se eu cair ou se conseguir tudo,
Só espero que valha a pena.
No ano passado, quebrei a cara.
No mês passado, eu sabia que algo deveria mudar.
Na semana passada, eu comecei de novo.
Pergunte-me e eu irei te dizer como eu estive,
Mhm, não me faça começar...”

The Neighbourhood

RESUMO

CARVALHO, Morgana Santos. Resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica de cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável, após radiação ionizante e armazenagem. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Departamento de Odontologia da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica do cimento de ionômero de vidro (CIV), sob efeito da radiação ionizante, polimerização e armazenagem. Foram confeccionadas 80 amostras de Maxxion R (FGM, Brasil) e Riva Light Cure (SDI, Austrália), divididas em 8 grupos (n=5) para cada teste, segundo aplicação de radiação ionizante, polimerização e armazenagem. Para o teste de compressão (ISO 9917-7:2003), foram posicionadas na máquina de ensaio (MTS 3 – Landmark, EUA), velocidade 1,0 mm/min, até sua fratura. Para alteração dimensional, foram pesadas por meio de balança analítica, em momentos distintos. Metade das amostras de cada teste sofreram radiação ionizante, em dose única (70Gy). O armazenamento ocorreu em refrigerante à base de cola ou saliva artificial, por 10 dias, previamente à radioterapia. No teste de resistência à compressão, o Maxxion irradiado armazenado em saliva ($16,48 \pm 9,17$) obteve o menor valor e o maior foi o Riva em saliva ($118,89 \pm 44,41$), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). No teste de alteração dimensional volumétrica, o Maxxion armazenado em saliva obteve a maior contração ($-669,45 \pm 818,56$) e o Riva em saliva a menor ($-17,81 \pm 146,08$), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). O grupo não irradiado obteve melhores resultados em sua maioria que o grupo radiação, em ambos os testes propostos. O CIV fotopolimerizável, mesmo sob efeito da radiação ionizante e em

meio ácido, demonstrou melhores propriedades, de acordo com este estudo, estando mais indicado para restaurações em que as mesmas sejam essenciais.

ABSTRACT

CARVALHO, Morgana Santos. Compression strength and volumetric dimensional alteration of self and light-cured glass ionomer cement after ionization and storage. 2019. Undergraduate Course Final Monograph (Undergraduate Course in Dentistry) – Department of Dentistry, School of Health Sciences, University of Brasília.

The aim of this article was to evaluate the compressive strength and volumetric dimensional alteration properties of glass ionomer cement (GIC), under effect of ionizing radiation, polymerization and storage. Eighty samples of Maxxion R (FGM, Brasil) and Riva Light Cure (SDI, Austrália) were made, divided into 8 groups ($n = 5$) for each test, according to delivery of ionizing radiation, polymerization and storage. For the compression test (ISO 9917-7: 2003), they were placed on the test machine (MTS 3 - Landmark, USA), speed of 1.0 mm/min until their fracture. For dimensional alteration test, they were weighed by analytical balance at different moments. Half of the samples from each test (8 groups) were submitted to ionizing radiation in a single dose (70Gy). All samples were stored in cola or artificial saliva solutions for 10 days prior to radiotherapy. In the compressive strength test, the irradiated Maxxion stored in saliva (16.48 ± 9.17) obtained the lowest value and the highest was the saliva Riva (118.89 ± 44.41), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). In the volumetric dimensional alteration test, Maxxion stored in saliva had the highest contraction (-669.45 ± 818.56) and Riva in saliva the lowest (-17.81 ± 146.08), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). The non-irradiated group obtained, mostly, better results than the radiation group, in both proposed tests. The light cured GIC, even under the effect of ionizing radiation and acid medium, showed better properties, according to this study, being more appropriated for restorations when they are essential.

SUMÁRIO

Artigo científico	21
Resumo	24
Abstract	26
1. Introdução	27
2. Materiais e métodos.....	30
2.1 Resistência À Compressão.....	35
2.2 Alteração dimensional volumétrica	37
3. Resultados	40
4. Discussão.....	41
5. Conclusão	45
Referências	45
Anexos.....	48
Normas da Revista.....	48

ARTIGO CIENTÍFICO

Este trabalho de Conclusão de Curso é baseado no artigo científico: CARVALHO, Morgana Santos; FERNANDES, Aline Úrsula Rocha. Resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica de cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável, após radiação ionizante e armazenagem.

Apresentado sob as normas de publicação da Revista Dental Materials

FOLHA DE TÍTULO

Resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica de cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável, após radiação ionizante e armazenagem

Compression strength and volumetric dimensional alteration of self and light-cured glass ionomer cement after ionization and storage

Morgana Santos Carvalho¹

Aline Úrsula Rocha Fernandes²

¹ Aluna de Graduação em Odontologia da Universidade de Brasília.

² Professora Adjunto de Protése Dentária da Universidade de Brasília (UnB).

Correspondência: Profa. Dra. Aline Úrsula Rocha Fernandes
Campus Universitário Darcy Ribeiro - UnB - Faculdade de Ciências da Saúde - Departamento de Odontologia - 70910-900 - Asa Norte - Brasília - DF

E-mail: alineursula@gmail.com / Telefone: (61) 31071802

RESUMO

Resistência à compressão e à alteração dimensional de cimento de ionômero de vidro auto e fotopolimerizável após radiação ionizante e período de armazenagem.

Resumo

O objetivo do estudo foi avaliar as propriedades de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica do cimento de ionômero de vidro (CIV), sob efeito da radiação ionizante, polimerização e armazenagem. Foram confeccionadas 80 amostras de Maxxion R (FGM, Brasil) e Riva Light Cure (SDI, Austrália), divididas em 8 grupos (n=5) para cada teste, segundo aplicação de radiação ionizante, polimerização e armazenagem. Para o teste de compressão (ISO 9917-7:2003), foram posicionadas na máquina de ensaio (MTS 3 – Landmark, EUA), velocidade 1,0 mm/min, até sua fratura. Para alteração dimensional, foram pesadas por meio de balança analítica, em momentos distintos. Metade das amostras de cada teste sofreram radiação ionizante, em dose única (70Gy). O armazenamento ocorreu em refrigerante à base de cola ou saliva artificial, por 10 dias, previamente à radioterapia. No teste de resistência à compressão, o Maxxion irradiado armazenado em saliva ($16,48 \pm 9,17$) obteve o menor valor e o maior foi o Riva em saliva ($118,89 \pm 44,41$), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). No teste de alteração dimensional volumétrica, o Maxxion armazenado em saliva obteve a maior contração ($-669,45 \pm 818,56$) e o Riva em saliva a menor ($-17,81 \pm 146,08$), com diferença estatística significativa ($p < 0,05$). O grupo não irradiado obteve melhores resultados em sua maioria que o grupo radiação, em ambos os testes propostos. O CIV fotopolimerizável, mesmo sob efeito da radiação ionizante e em meio ácido, demonstrou melhores

propriedades, de acordo com este estudo, estando mais indicado para restaurações em que as mesmas sejam essenciais.

Palavras-chave

Cimentos de Ionômeros de Vidro, Radioterapia, Resistência de Materiais, Precisão da Medição Dimensional, Força Compressiva, Radiação Ionizante.

ABSTRACT

Compression strength and volumetric dimensional alteration of self and light-cured glass ionomer cement after ionization and storage

Abstract

The aim of this article was to evaluate the compressive strength and volumetric dimensional alteration properties of glass ionomer cement (GIC), under effect of ionizing radiation, polymerization and storage. Eighty samples of Maxxion R (FGM, Brasil) and Riva Light Cure (SDI, Austrália) were made, divided into 8 groups ($n = 5$) for each test, according to delivery of ionizing radiation, polymerization and storage. For the compression test (ISO 9917-7: 2003), they were placed on the test machine (MTS 3 - Landmark, USA), speed of 1.0 mm/min until their fracture. For dimensional alteration test, they were weighed by analytical balance at different moments. Half of the samples from each test (8 groups) were submitted to ionizing radiation in a single dose (70Gy). All samples were stored in cola or artificial saliva solutions for 10 days prior to radiotherapy. In the compressive strength test, the irradiated Maxxion stored in saliva (16.48 ± 9.17) obtained the lowest value and the highest was the saliva Riva (118.89 ± 44.41), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). In the volumetric dimensional alteration test, Maxxion stored in saliva had the highest contraction (-669.45 ± 818.56) and Riva in saliva the lowest (-17.81 ± 146.08), with a statistically significant difference ($p < 0.05$). The non-irradiated group obtained, mostly, better results than the radiation group, in both proposed tests. The light cured GIC, even under the effect of ionizing radiation and acid medium, showed better properties, according to this study, being more appropriated for restorations when they are essential.

Keywords

Glass Ionomer Cements, Radiotherapy, Material Resistance, Dimensional Measurement Accuracy, Compressive Strength, Ionizing Radiation.

1. INTRODUÇÃO

A radioterapia é um dos tratamentos mais comuns para pacientes com câncer de cabeça e pescoço, assim como a cirurgia e quimioterapia [1]. Essa técnica utiliza a radiação ionizante de forma a exercer seu efeito terapêutico, provocando um dano semi-seletivo ao material genético de células malignas vulneráveis, que será feito diretamente ou através da produção de radicais livres, resultando na morte celular. Existem estudos que demonstram que efeitos adversos, induzidos por esse tratamento, aconteçam em células normais, principalmente em células com rápida divisão celular. Um dos locais mais comuns para esses efeitos é a cavidade oral, por ter altos níveis de renovação celular presente na mucosa, além de uma complexa e diversa microflora e de traumas teciduais que acontecem enquanto a função é normalmente exercida [2].

Os efeitos adversos podem ser diretos e indiretos, agudos ou crônicos, de curta e longa duração nos tecidos moles quanto nos tecidos duros, como a mucosite, a xerostomia (e complicações decorrentes como dificuldade de falar, engolir, comer e higienizar), alterações no paladar, infecções, trismo, osteorradionecrose, enfraquecimento da união dentina-esmalte, que pode resultar em fratura por cisalhamento e cárie dentária devido a maior susceptibilidade à desmineralização, conjuntamente com a xerostomia (maior susceptibilidade de aderência do biofilme), disfunções nas glândulas salivares e a modificação da microbiota com prevalência de microrganismos cariogênicos, que aumentam drasticamente o risco de desenvolver lesões de cárie [1–7].

Além de outras terapias associadas para ajudar na prevenção do surgimento dessas lesões (como uso tópico de flúor neutro), é importante escolher um material restaurador com boas propriedades [1,5]. O cimento de ionômero de vidro (CIV) possui essas propriedades e tem demonstrado ser uma boa escolha para pacientes submetidos à radioterapia, principalmente pela

liberação de flúor, mesmo comparado à resina composta, que tem maior durabilidade e maior integridade restauradora e menor susceptibilidade à erosão, causadas pelo uso de flúor tópico [1].

Suas principais vantagens são adesão físicoquímica, tanto com o esmalte quanto com a dentina, biocompatibilidade, coeficiente de expansão térmica parecida com a estrutura do dente, baixa toxicidade, captação e liberação de flúor, tornando-o anticariogênico, e protegendo contra a desmineralização dos tecidos duros do dente [8–12]. As desvantagens, inicialmente, consistiam em dificuldade de manipulação, dissolução até sua completa polimerização, baixa resistência ao desgaste e a fraturas, culminando em uma reduzida durabilidade e fragilidade [8,10,11,13,14].

Na tentativa de melhorar suas propriedades, foram realizadas modificações em sua fórmula, de acordo com a concentração e o peso molecular do pó/líquido, assim como o tamanho e distribuição das partículas, incorporações de outros componentes, para ampliar seu uso clínico [11,14].

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina possui componente resinoso (hidroxiethyl metacrilato – HEMA) adicionado ao ácido poliacrílico. A fotopolimerização acontece através do comprimento de onda de luz azul (470nm), que ativa a canforoquinona presente no HEMA que, durante a reação, produz radicais livres. Após a fotoativação, a reação ácido-base do ionômero de vidro continua, progressivamente. Além de manter todas as vantagens do CIV convencional e facilitar a manipulação, as desvantagens demonstraram considerável aprimoramento, bem como as propriedades mecânicas [8,15–17].

Os CIVs apresentam sensibilidade à umidade e suas propriedades podem alterar em meio líquido, devido à sorção de água que, ao ser absorvida, pode diminuir a força do material e/ou gerar a dissolução do mesmo e conseqüentemente, isso pode ser reproduzido na boca. Tanto o CIV convencional como o modificado por resina continuam a se polimerizar até seu completo

endurecimento após a reação de presa inicial. Por esse motivo, é importante avaliar a alteração dimensional volumétrica do CIV, principalmente a contração e expansão que podem causar desadaptação e exposição da margem das restaurações, rugosidade, acúmulo e retenção de placa por dificuldade de higienização, lesões secundárias de cárie, inflamação e efeitos no periodonto de proteção e sustentação [3].

Além disso, a absorção de água afeta a resistência mecânica, estabilidade de cores e resistência ao desgaste das restaurações [10,13]. Crisp et al. [18] demonstraram que a resistência à compressão aumentava proporcionalmente conforme a presença de água diminuía, conjuntamente com o aumento da concentração do poliácido. As informações geradas a partir do armazenamento permitem investigar o papel das reações ácido-base e de polimerização, e seus efeitos na resistência mecânica e, conseqüentemente, no comportamento clínico do CIV [11]. A radiação também pode causar alterações com relevância clínica, podendo afetar a longevidade e integridade das restaurações, principalmente em materiais com polímero na composição, que absorvem a radiação ionizante e podem gerar interações com radicais livres e íons (presentes em materiais com resina na composição), na tentativa de estabilização do material [3].

O objetivo do presente trabalho foi avaliar as propriedades de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica do cimento de ionômero de vidro, sob efeito da radiação ionizante, polimerização e armazenagem. A hipótese nula é que a radiação, a armazenagem e o tipo de polimerização não promovem diferenças estatísticas significantes entre os cimentos avaliados.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Os cimentos de ionômero de vidro foram escolhidos nas formas autopolimerizável (Maxxion R, FGM, Brasil) e

fotopolimerizável (Riva Light Cure, SDI, Austrália), (Figura 1), de acordo com os materiais disponíveis na Unidade de Saúde Bucal do Hospital Universitário de Brasília/EBSERH, para que fosse possível analisar o serviço prestado aos pacientes atendidos pelo Serviço Único de Saúde (SUS).



Figura 1 – Cimentos de ionômero de vidro (Maxxion R, FGM, Brasil) e (Riva Light Cure, SDI, Austrália) avaliados no estudo

Foram confeccionadas 80 amostras de cimento de ionômero de vidro ($n=5$), sendo metade de cada cimento, divididas em 8 grupos ($n=5$) para cada teste, segundo aplicação de radiação ionizante ou não (grupos controle), polimerização e armazenagem. Os grupos experimentais e os tratamentos propostos estão listados no Quadro 1.

Quadro 1 - Grupos experimentais, tratamentos e testes propostos

Grupos	Materiais	Tratamento			Teste	
		Radiação ionizante 70 Gy	Sem radiação ionizante	Soluções de armazenagem	Resistência à compressão	Alteração dimensional
1	CIV autopolimerizável Maxxion R (FGM, Brasil) Proporção pó/líquido 1:1 (Lotes 260917, 110418, 160118 Validade 09/2019, 04/2020, 01/2020)			Saliva artificial		
2						
3						
4						
5				Refrigerante à base de cola		
6						
7						
8						
9	CIV fotopolimerizável Riva Light Cure (SDI, Austrália) Proporção pó/líquido 1:2 (Lote 11032921 Validade 04/2019)			Saliva artificial		
10						
11						
12						
13				Refrigerante à base de cola		
14						
15						
16						

Os CIVs foram manipulados de acordo com as instruções do fabricante. Para o Maxxion R (FGM, Brasil), o frasco foi agitado antes do uso, a proporção de 1:1 de pó e líquido, colocados separadamente na placa de vidro, foi misturada com incorporação do pó aos poucos, até obter homogeneidade, não ultrapassando um minuto de mistura. Para o Riva Light Cure (SDI, Austrália), o frasco do pó foi batido suavemente na mão, a proporção de 1:2 de pó e líquido foi colocada separadamente na placa de vidro, o pó foi dividido em duas partes iguais, o líquido foi misturado com uma parte por 10s e depois foi adicionada a segunda parte e misturado por mais 20s, não ultrapassando 30s de mistura. Seguindo à manipulação, os materiais foram inseridos nos moldes (com tamanhos específicos para cada teste de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica, descritos posteriormente), previamente vaselinados (Vaselina Sólida, Rioquímica, Brasil). Para o Maxxion R (FGM, Brasil), esperou-se o tempo de presa recomendado pelo fabricante (3 a 4 minutos, sem qualquer tipo de proteção durante a sua presa química) e foram retiradas dos moldes. Para o Riva Light Cure (SDI, Austrália), uma tira de poliéster e placa de vidro foram colocadas sobre o molde preenchido e realizada a polimerização por 20s por um fotopolimerizador (modelo Emitter G, Schuster, potência de luz: 1250 mW/cm²) e, após serem removidas dos moldes, foi realizada uma fotoativação final por mais 20s.

As amostras foram armazenadas (Figura 2) de acordo com os grupos experimentais estabelecidos (Quadro 1), em solução de cola (Coca Cola, Estados Unidos) ou saliva artificial (Kin Hidrat Spray 40 ml, Espanha), (Figura 3), no interior de recipiente plástico protegido de luz e em temperatura ambiente, por 10 dias.



Figura 2 – Recipientes plásticos para armazenagem das amostras (radiação – branco; não irradiados – azul)



Figura 3 - Soluções para o armazenamento: (A) Refrigerante à base de cola (Coca Cola, Estados Unidos); (B) Saliva artificial (Kin Hidrat Spray 40 ml, Espanha)

Após a armazenagem, metade das amostras sofreram radiação ionizante de 70Gy, em acelerador linear (modelo Primus, Siemens - Alemanha, energia fótons de 6 MV, do serviço de Radioterapia do Hospital Universitário de Brasília – HUB), (Figura 4), em dose única, para simular o tratamento de radioterapia recebido pelo paciente oncológico. A dose não fracionada foi

definida para que fosse possível conciliar a disponibilidade do equipamento, sem prejudicar o atendimento de pacientes.



Figura 4 - Acelerador linear, modelo Primus (Siemens, Alemanha), utilizado para aplicação de radiação ionizante sobre as amostras dos respectivos grupos

2.1 RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

Para o teste de resistência à compressão, adotou-se as especificações da ISO 9917-1:2003 [19]. O total de 40 corpos de prova foram confeccionados, sendo 20 de cada cimento avaliado (Quadro 1). Foi utilizada uma matriz metálica com 10 furos, com dimensões de 4mm (diâmetro) X 6mm (altura) para a acomodação do material (Figura 5), conforme descrito anteriormente. Depois de removê-los, realizou-se acabamento com brocas diamantadas,

em baixa rotação. O teste foi realizado após a armazenagem e a radioterapia, conforme os grupos definidos (Quadro 1).

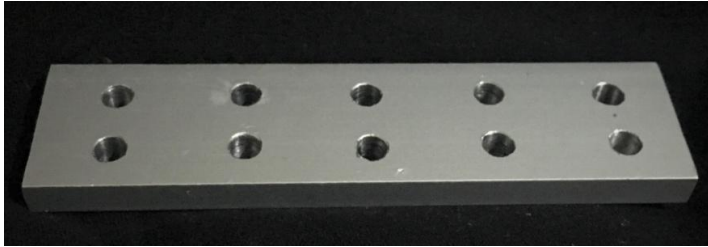


Figura 5 - Matriz metálica utilizada para confecção de amostras para o teste de resistência à compressão (4mm - diâmetro X 6mm - altura)

Os corpos de prova foram posicionados em sua maior dimensão, no sentido vertical, na máquina MTS 3 – Landmark (MTS System Corporation modelo número 647.10A, Estados Unidos), com velocidade 1,0 mm/min. A carga axial aplicada foi aumentada gradativamente, até a força máxima aplicada em Newtons (N), em que ocasionou a fratura das amostras (Figura 6). O pico de força máxima foi convertido em MPa, seguindo o cálculo [19]:

$$C = 4.p / \pi.d^2$$

p = a força máxima aplicada em Newtons (N)

π = constante 3,14

d = a medida do diâmetro do corpo de prova em milímetros (4mm)

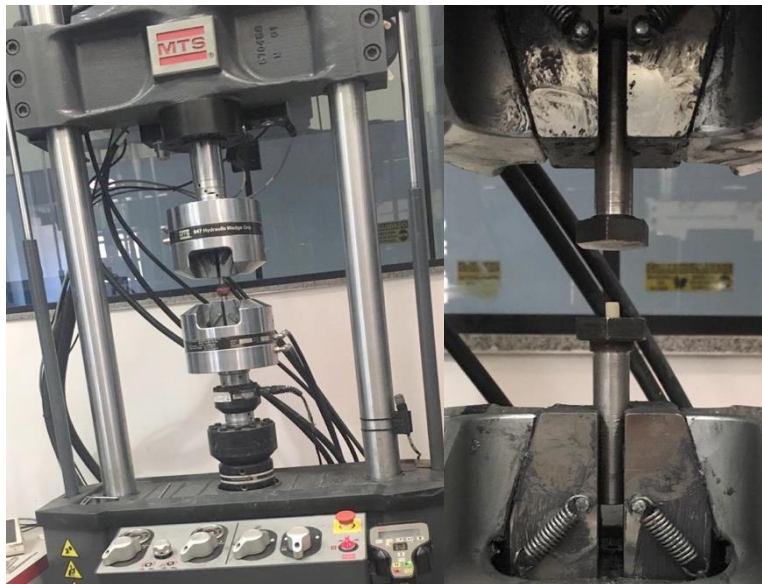


Figura 6 – Os corpos de prova posicionados em sua maior dimensão no sentido vertical na máquina MTS 3 – Landmark (Estados Unidos), velocidade 1,0 mm/min, até a força máxima em Newtons (N) fraturar as amostras

2.2 ALTERAÇÃO DIMENSIONAL VOLUMÉTRICA

Para o teste de alteração dimensional volumétrica, o total de 40 amostras foram confeccionadas, sendo 20 de cada cimento (Quadro 1). Foi utilizada uma matriz de resina acrílica incolor embutida, de diâmetro externo de 30mm e 2mm de espessura, vazada no centro com dois furos com dimensão de 5mm de diâmetro cada (Figura 7), para inserção do material, conforme descrito anteriormente. Após a remoção das amostras da matriz, estas não sofreram nenhum tipo de polimento.



Figura 7 - Matriz em resina acrílica embutida, utilizada para confecção das amostras para o teste de alteração dimensional volumétrica

Para avaliar a estabilidade dimensional por volume, foram realizadas pesagens por meio de balança analítica (Shimadzu, modelo AUY-220, Japão). Na primeira etapa, previamente à radioterapia, de acordo com os grupos (Quadro 1), cada amostra foi pesada em um recipiente plástico (previamente pesado e seu valor zerado), posicionada na balança a seco e obteve-se a massa inicial em ar (Figura 8). Em seguida, foram pesados imersos em água, em um recipiente com líquido (pesado e o valor zerado, previamente), e assim obteve-se a massa aparente em meio fluido.

Após a armazenagem por 10 dias, as amostras dos grupos não irradiados (Quadro 1) foram pesadas pela segunda vez, seguindo a mesma metodologia (Figura 8). Para os grupos irradiados, a segunda leitura foi realizada da mesma forma que a primeira, após a radiação ionizante. Todos os valores de cada pesagem foram anotados.

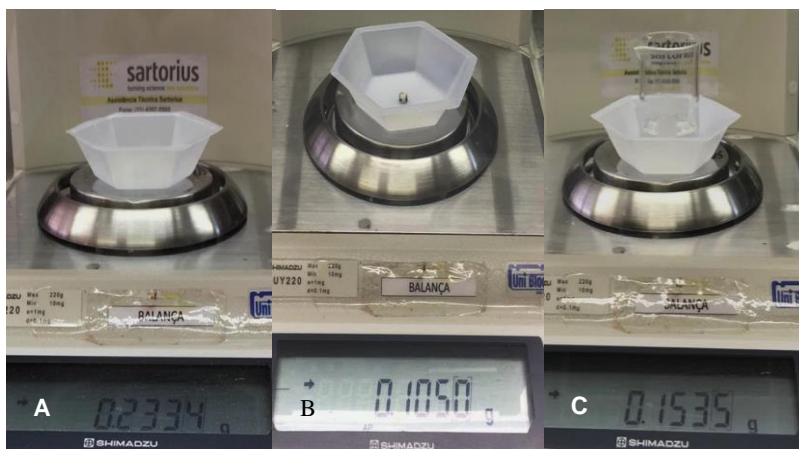


Figura 8 – (A) Pesagem previamente à armazenagem. (B) Após 10 dias (grupos não irradiados) e (C) após radioterapia (grupos irradiados)

As médias das alterações volumétricas de cada grupo foram obtidas em porcentagem, através da equação baseada no princípio hidrostático de Arquimedes, seguindo a fórmula

$$\Delta V (\%) = \left\{ \left[\frac{M_{s.t} - M_{a.t}}{M_s - M_a} \right] - 1 \right\} \times 100, \text{ onde:}$$

ΔV = alteração volumétrica

$M_{s.t}$ = massa seca após período de armazenamento

$M_{a.t}$ = massa aparente após período de armazenamento

M_s = massa seca

M_a = massa aparente

Todos os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0.05$).

3. RESULTADOS

Os resultados de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica estão presentes nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1 – Médias e desvio-padrão para o teste de resistência à compressão das amostras de cimento de ionômero de vidro, em função da radiação ionizante e meio de armazenagem (em MPa)

Material/ Tratamento		Não radiação	Radiação
Maxxion	Saliva	24,03 ± 11,88 Aa	16,48 ± 9,17 Aa
	Cola	28,14 ± 10,67 Aa	18,53 ± 7,45 Aa
Riva	Saliva	118,89 ± 44,41 Ba	102,89 ± 18,05 Ba
	Cola	97,66 ± 62,35 ABa	96,22 ± 45,28 Ba

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença estatística significativa pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$)

Tabela 2 – Médias e desvio-padrão para o teste de alteração dimensional volumétrica das amostras de cimento de ionômero de vidro, em função da radiação ionizante e meio de armazenagem (em % de alteração dimensional)

Material/ Tratamento		Não radiação	Radiação
Maxxion	Saliva	-669,45 ± 818,56 Aa	-148,67 ± 439,95 Aa
	Cola	-220,12 ± 192,36 Aa	-413,33 ± 288,64 Aa
Riva	Saliva	-17,81 ± 146,08 Ba	-381,15 ± 271,49 Ab
	Cola	-100,15 ± 257,39 ABa	-254,15 ± 249,17 Aa

Letras diferentes, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, indicam diferença estatística significativa pelo teste Kruskal-Wallis ($p < 0,05$)

4. DISCUSSÃO

Os efeitos da radioterapia, mesmo que na pequena dose de 20Gy, modificam a qualidade, quantidade e consistência da saliva e sua produção nas glândulas salivares maiores e menores. O pH 7.0, neutro, cai para 5,0, cariogênico, demonstrando também prejuízos da resposta imune e, conseqüentemente, diminuindo a proteção ao esmalte e a dentina [2]. Com essas alterações, hipossalivação e/ou xerostomia e suas complicações, como desequilíbrio do processo de remineralização e dificuldade de higienização, o risco de cárie de radiação aumenta e o processo restaurador pode ser necessário [1–7]. A presença de flúor é

necessária e essa propriedade do CIV, além da boa adesão e de boas propriedades mecânicas, é efetiva, pois protege contra lesão de cárie secundária [2]. Devido a essas modificações, o meio bucal torna-se mais ácido, sem um efetivo tamponamento salivar, o ácido fluorídrico pode causar a erosão do ionômero de vidro, além de modificações nas propriedades mecânicas [2]. O uso de saliva artificial pode ser necessário como terapia para diminuir os efeitos da xerostomia. Portanto, os meios de armazenagem, para o presente estudo, foram escolhidos para simular os diferentes níveis de pH encontrados na cavidade oral.

Os resultados do teste de resistência à compressão (Tabela 1) apresentaram que o cimento autopolimerizável (Maxxion R, FGM, Brasil), armazenado em saliva, quando irradiado, obteve o menor valor ($16,48 \pm 9,17$) e o maior ($118,89 \pm 44,41$) foi o do cimento fotopolimerizável (Riva Light Cure, SDI, Austrália), em saliva, não irradiado. Os valores podem ser explicados, inicialmente, pela diferença de polimerização. Os cimentos fotopolimerizáveis possuem componente resinoso em sua fórmula (HEMA), o que aumenta a força de compressão e, conseqüentemente, as propriedades mecânicas [8,14–17]. A radiação ionizante, ao provocar excitação molecular e induzir polimerização contínua, pode promover, no material, maior interação com íons e/ou substâncias presentes na cavidade oral, possivelmente aproximando as cadeias poliméricas e aumentando a resistência à compressão, assim como outras propriedades, principalmente nos cimentos de ionômero de vidro modificados por resina [3]. Além da diferença de composição e polimerização, durante a reação de presa dos cimentos autopolimerizáveis, a inexistência de algum tipo de proteção da superfície, como a vaselina, pode possibilitar a incorporação de ar, o que tende a afetar no enfraquecimento do material [20].

Apenas os grupos do cimento fotopolimerizável (Riva Light Cure, SDI, Austrália) apresentaram resultados maiores que o mínimo (Tabela 1), 100 MPa, estabelecido de acordo com a ISO

9917-1:2003 [19]. Nenhum resultado do cimento autopolimerizável alcançou os valores mínimos (Tabela 1), estando abaixo daqueles obtidos por outros cimentos convencionais avaliados por Drummond et.al. [21]. Contudo, o Riva Light Cure (SDI, Austrália), em alguns estudos [10,18,22] obteve valores similares aos apresentados (Tabela 1). Os nossos resultados estão de acordo com os obtidos por Mallmann et al. [14], que compararam unicamente a resistência à compressão entre CIVs convencionais e modificados por resina, obtendo maior força de compressão pelos últimos.

Ainda quanto ao teste de resistência à compressão, o Riva Light Cure (SDI, Austrália) também foi avaliado por Avelino et al. [23], alcançando valor semelhante ao nosso estudo, para o grupo não irradiado, armazenado em saliva artificial (Tabela 1). Craig [24] citou que o valor da força de compressão do esmalte seria 384 MPa e o da dentina, 297 MPa. Os cimentos estudados no presente estudo apresentaram valores bem inferiores, o que não implica na impossibilidade de sucesso clínico para as restaurações. Entretanto, seu comportamento de recepção de cargas mastigatórias não corresponde àquele das estruturas dentárias.

Os resultados do teste de alteração dimensional volumétrica (Tabela 2) possibilitam o entendimento de que todos os grupos contraíram, reduzindo, em menor ou maior porcentagem, seu volume. O grupo que mais alterou volumetricamente foi o Maxxion R (FGM, Brasil), armazenado em saliva artificial, quando não irradiado, enquanto o que apresentou menor alteração foi o Riva (SDI, Austrália), também em saliva artificial, sem radiação ionizante.

Como o cimento de ionômero de vidro é bastante sensível e a técnica de espatulação tem que ser precisa [14], a manipulação pode ter contribuído para as diferenças estatísticas encontradas (Tabela 2), bem como para o grande desvio-padrão, principalmente para o cimento autopolimerizável, mais susceptível

à incorporação de ar durante o processo [20]. Além das diferenças de composição e de polimerização consideradas anteriormente, vários fatores influenciam a velocidade de endurecimento, como a proporção pó/líquido [16] que, além de influenciar as propriedades físicas, que também dependem da taxa de maturação do CIV [13], afeta a biodegradação dos cimentos, como susceptibilidade à solubilidade e menor resistência ao desgaste [25].

Em relação aos meios de armazenagem, não houve diferença estatística significativa para os grupos (Tabelas 1 e 2). Apesar de não demonstrar diferença estatística, o CIV autopolimerizável tendeu a contrair menos em meio básico e a contrair mais no meio ácido, quando irradiado, indicando que necessitaria de substituições ao longo do tempo em pacientes com xerostomia [6].

Os resultados da presente pesquisa demonstraram que os grupos que não sofreram radiação ionizante obtiveram melhores valores, em sua maioria, que os grupos irradiados, independente do tratamento. A hipótese nula foi rejeitada para o CIV fotopolimerizável, para ambos os teste de resistência à compressão e alteração dimensional volumétrica (Tabelas 1 e 2). De Moor et al. [6] avaliaram a performance clínica de materiais restauradores por 2 anos, em pacientes com xerostomia, submetidos à radioterapia como tratamento de câncer de cabeça e pescoço, e demonstraram que a resina composta e cimento de ionômero de vidro modificado por resina obtiveram boa adaptação marginal e integridade de estrutura, e o cimento de ionômero de vidro convencional, mesmo necessitando de substituições ao longo do tempo, apresentou maior proteção significativa do que os outros materiais. Esse estudo reforça que ambos os tipos de cimento de ionômero de vidro, apesar de possuírem propriedades medianas e relativamente limitadas, possuem indicações de uso, por suas vantagens, como liberação de flúor, biocompatibilidade, boa adesão, mesmo com as modificações da estrutura dentária decorrentes da radioterapia [2,5].

Sugerimos novos estudos, principalmente em relação a outras propriedades dos materiais, sob a influência da radiação ionizante, pois é importante o cirurgião-dentista ter conhecimento sobre efeitos decorrentes da radioterapia na estrutura dentária e na cavidade oral, para escolher o melhor tratamento, bem como as alterações que esse ambiente pode causar nas propriedades dos materiais que forem utilizados.

Além disso, cirurgiões-dentistas desempenham um papel fundamental nos cuidados de saúde bucal antes, durante e após o tratamento radioterápico, pois as manifestações orais contribuem para a incapacidade, aumento dos custos e diminuição da qualidade de vida dos pacientes oncológicos.

5. CONCLUSÃO

O CIV fotopolimerizável, mesmo sob efeito da radiação ionizante e em meio ácido, demonstrou melhores propriedades, de acordo com esse estudo, estando mais indicado para restaurações em que as mesmas sejam essenciais.

REFERÊNCIAS

1. Hong CHL, Hu S, Haverman T, Stokman M, Napeñas JJ, Braber JB den, et al. A systematic review of dental disease management in cancer patients. *Support Care Cancer*. 2018;26(1):155–74.
2. Gupta N, Pal M, Rawat S, Grewal MS, Garg H, Chauhan D, et al. Radiation-induced dental caries, prevention and treatment - A systematic review. *National journal of maxillofacial surgery*. 2015.

3. Brandeburski SBN, Della Bona A. Effect of ionizing radiation on properties of restorative materials. *Dent Mater* [Internet]. 2018;34(2):221–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.10.006>
4. Brennan MT, Treister NS, Sollecito TP, Schmidt BL, Patton LL, Mohammadi K, et al. Cancer Patients (OraRad). 2018;148(12):868–77.
5. Hu JY, Li YQ, Smales RJ, Yip KHK. Restoration of teeth with more-viscous glass ionomer cements following radiation-induced caries. *Int Dent J*. 2002;52(6):445–8.
6. de Moor RJG, Stassen IG, van 't Veldt Y, Torbeyns D, Hommez GMG. Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head-and neck-irradiated cancer patients. *Clin Oral Investig*. 2011;15(1):31–8.
7. Brennan MT, Woo S-B, Lockhart PB. Dental Treatment Planning and Management in the Patient Who Has Cancer. *Dent Clin North Am*. 2008;
8. Croll TP, Nicholson JW. Glass ionomer cements in pediatric dentistry: Review of the literature. *Pediatric Dentistry*. 2002.
9. McCarthy MF, Hondrum SO. Mechanical and bond strength properties of light-cured and chemically cured glass ionomer cements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1994;105(2):135–41.
10. Cattani-Lorente MA, Godin C, Meyer JM. Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water. *Dent Mater*. 1994;10(1):37–44.
11. BRESCIANI E, BARATA TDJE, FAGUNDES TC, ADACHI A, TERRIN MM, NAVARRO MFDL. Compressive and Diametral Tensile Strength. 2004;12(4):344–8.
12. Berg JH. Glass ionomer cements. *Pediatr Dent*. 2002;24(5):430–8.
13. Dionysopoulos D, Tolidis K, Strakas D, Gerasimou P, Sfeikos T, Gutknecht N. Effect of radiant heat on conventional glass ionomer cements during setting by using a blue light diode laser system (445 nm). *Lasers Med Sci*. 2017;
14. Mallmann A, Oliveira Ataíde JC, Amoeda R, Rocha PV, Jacques LB. Compressive strength of glass ionomer cements using different specimen dimensions. *Braz Oral Res*. 2007;21(3):204–8.
15. Nicholson JW. Glass-ionomers in medicine and dentistry. *Proc Inst Mech Eng Part H J Eng Med*. 1998;212(2):121–6.
16. Smith DC. 1st European Union Conference on Glass-ionomers, UK, 14-16 May 1997: Development of glass-

- ionomer cement systems. *Biomaterials*. 1998;19(6):467–78.
17. Kumar M, Kumari S. Resin-modified Glass Ionomer Cement and its Use in Orthodontics - Concept Old is Gold: View Point. *Int J Dent Med Spec*. 2016;3(3):10.
 18. WILLIAMS JA, BILLINGTON RW. Changes in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time periods of 24 h to 4 months. *J Oral Rehabil*. 1991;18(2):163–8.
 19. International Organization for Standardization. ISO 9917-1:2003 Dentistry — Water-based cements — Part 1: Powder/liquid acid-base cements. 2003;
 20. Prentice LH, Tyas MJ, Burrow MF. The effect of mixing time on the handling and compressive strength of an encapsulated glass-ionomer cement. *Dent Mater*. 2005;21(8):704–8.
 21. Drummond JL, Lenke JW, Randolph RG. Compressive strength comparison and crystal morphology of dental cements. *Dent Mater*. 1988;4(1):38–40.
 22. WILLIAMS JA, BILLINGTON RW. Increase in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time: a guide to their suitability for use in posterior primary dentition. *J Oral Rehabil*. 1989;16(5):475–9.
 23. Avelino ELL da C, Nogueira COP, Dorini AL, Caldas SGFR, Galvão MR. Comparação da resistência à compressão entre o cimento de ionômero de vidro encapsulado e o sistema pó/líquido. *Rev da Fac Odontol - UPF*. 2016;21(2):191–5.
 24. Craig R. *Restorative Dental Materials*. 7 th. 1985.
 25. Aratani M, Pereira AC, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MAC, Consani S. Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: effect of P/L ratio and storage time. *J Appl Oral Sci*. 2005;13(4):356–9.

NORMAS DA REVISTA

Revista Dental Materials

Subdivision - numbered sections

Divide your article into clearly defined and numbered sections. Subsections should be numbered 1.1 (then 1.1.1, 1.1.2, ...), 1.2, etc. (the abstract is not included in section numbering). Use this numbering also for internal cross-referencing: do not just refer to 'the text'. Any subsection may be given a brief heading. Each heading should appear on its own separate line.

Introduction

This must be presented in a structured format, covering the following subjects, although actual subheadings should not be included:

- succinct statements of the issue in question;
- the essence of existing knowledge and understanding pertinent to the issue (reference);
- the aims and objectives of the research being reported relating the research to dentistry, where not obvious.

Materials and methods

- describe the procedures and analytical techniques.
- only cite references to published methods.
- include at least general composition details and batch numbers for all materials.
- identify names and sources of all commercial products e.g. "The composite (Silar, 3M Co., St. Paul, MN, USA)..."
"... an Au-Pd alloy (Estheticor Opal, Cendres et Metaux, Switzerland)."
- specify statistical significance test methods.

Results

- refer to appropriate tables and figures.
- refrain from subjective comments.

- make no reference to previous literature.
- report statistical findings.

Discussion

- explain and interpret data.
- state implications of the results, relate to composition.
- indicate limitations of findings.
- relate to other relevant research.

Conclusion (if included)

- must NOT repeat Results or Discussion
- must concisely state inference, significance, or consequences

Appendices

If there is more than one appendix, they should be identified as A, B, etc. Formulae and equations in appendices should be given separate numbering: Eq. (A.1), Eq. (A.2), etc.; in a subsequent appendix, Eq. (B.1) and so on. Similarly for tables and figures: Table A.1; Fig. A.1, etc.

Essential title page information

- **Title.** Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae where possible.
- **Author names and affiliations.** Please clearly indicate the given name(s) and family name(s) of each author and check that all names are accurately spelled. You can add your name between parentheses in your own script behind the English transliteration. Present the authors' affiliation addresses (where the actual work was done) below the names. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate address. Provide the full postal address of each affiliation, including the country name and, if available, the e-mail address of each author.
- **Corresponding author.** Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. This responsibility includes answering any future queries about Methodology and Materials. **Ensure that the e-mail address is given and that contact details are kept up to date by the**

corresponding author.

• **Present/permanent address.** If an author has moved since the work described in the article was done, or was visiting at the time, a 'Present address' (or 'Permanent address') may be indicated as a footnote to that author's name. The address at which the author actually did the work must be retained as the main, affiliation address. Superscript Arabic numerals are used for such footnotes.

Highlights

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate editable file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). You can view [example Highlights](#) on our information site.

Abstract (structured format)

- 250 words or less.
- subheadings should appear in the text of the abstract as follows: Objectives, Methods, Results, Significance. (For Systematic Reviews: Objectives, Data, Sources, Study selection, Conclusions). The Results section may incorporate small tabulations of data, normally 3 rows maximum.

Graphical abstract

Although a graphical abstract is optional, its use is encouraged as it draws more attention to the online article. The graphical abstract should summarize the contents of the article in a concise, pictorial form designed to capture the attention of a wide readership. Graphical abstracts should be submitted as a separate file in the online submission system. Image size: Please provide an image with a minimum of 531 × 1328 pixels (h × w) or proportionally more. The image should be readable at a size of 5 × 13 cm using a regular screen resolution of 96 dpi. Preferred file types: TIFF, EPS, PDF or MS Office files. You can view [Example Graphical Abstracts](#) on our information site.

Authors can make use of Elsevier's [Illustration Services](#) to ensure the best presentation of their images and in accordance with all technical requirements.

Highlights are mandatory for this journal. They consist of a short collection of bullet points that convey the core findings of the article and should be submitted in a separate file in the online submission system. Please use 'Highlights' in the file name and include 3 to 5 bullet points (maximum 85 characters, including spaces, per bullet point). See <https://www.elsevier.com/highlights> for examples.

Keywords

Up to 10 keywords should be supplied e.g. dental material, composite resin, adhesion.

Abbreviations

Define abbreviations that are not standard in this field in a footnote to be placed on the first page of the article. Such abbreviations that are unavoidable in the abstract must be defined at their first mention there, as well as in the footnote. Ensure consistency of abbreviations throughout the article.

Acknowledgements

Collate acknowledgements in a separate section at the end of the article before the references and do not, therefore, include them on the title page, as a footnote to the title or otherwise. List here those individuals who provided help during the research (e.g., providing language help, writing assistance or proof reading the article, etc.).

Formatting of funding sources

List funding sources in this standard way to facilitate compliance to funder's requirements:

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle,

WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y . In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by \exp . Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Embedded math equations

If you are submitting an article prepared with Microsoft Word containing embedded math equations then please read this ([related support information](#)).

Footnotes

Footnotes should be used sparingly. Number them consecutively throughout the article. Many word processors can build footnotes into the text, and this feature may be used. Otherwise, please indicate the position

of footnotes in the text and list the footnotes themselves separately at the end of the article. Do not include footnotes in the Reference list.

Artwork

Electronic artwork

General points

- Make sure you use uniform lettering and sizing of your original artwork.
- Embed the used fonts if the application provides that option.
- Aim to use the following fonts in your illustrations: Arial, Courier, Times New Roman, Symbol, or use fonts that look similar.
- Number the illustrations according to their sequence in the text.
- Use a logical naming convention for your artwork files.
- Provide captions to illustrations separately.
- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.

A detailed [guide on electronic artwork](#) is available.

You are urged to visit this site; some excerpts from the detailed information are given here.

Formats

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format.

Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

EPS (or PDF): Vector drawings, embed all used fonts.

TIFF (or JPEG): Color or grayscale photographs (halftones), keep to a minimum of 300 dpi.

TIFF (or JPEG): Bitmapped (pure black & white pixels) line drawings, keep to a minimum of 1000 dpi.

TIFF (or JPEG): Combinations bitmapped line/half-tone (color or grayscale), keep to a minimum of 500 dpi.

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT,

WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;

- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF), or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) regardless of whether or not these illustrations are reproduced in color in the printed version. **For color reproduction in print, you will receive information regarding the costs from Elsevier after receipt of your accepted article.** Please indicate your preference for color: in print or online only. Further information on the preparation of electronic artwork.

Illustration services

Elsevier's WebShop offers Illustration Services to authors preparing to submit a manuscript but concerned about the quality of the images accompanying their article. Elsevier's expert illustrators can produce scientific, technical and medical-style images, as well as a full range of charts, tables and graphs. Image 'polishing' is also available, where our illustrators take your image(s) and improve them to a professional standard. Please visit the website to find out more.

Captions to tables and figures

- list together on a separate page.
- should be complete and understandable apart from the text.
- include key for symbols or abbreviations used in Figures.
- individual teeth should be identified using the FDI two-digit system.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their

appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

References

Must now be given **according to the following numeric system:**

Cite references in text in numerical order. Use square brackets: in-line, not superscript e.g. [23]. All references must be listed at the end of the paper, double-spaced, without indents. For example: 1. Moulin P, Picard B and Degrange M. Water resistance of resin-bonded joints with time related to alloy surface treatments. *J Dent*, 1999; 27:79-87. 2. Taylor DF, Bayne SC, Sturdevant JR and Wilder AD. Comparison of direct and indirect methods for analyzing wear of posterior composite restorations. *Dent Mater*, 1989; 5:157-160. Avoid referencing abstracts if possible. If unavoidable, reference as follows: 3. Demarest VA and Greener EH . Storage moduli and interaction parameters of experimental dental composites. *J Dent Res*, 1996; 67:221, Abstr. No. 868.

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not recommended in the reference list, but may be mentioned in the text. If these references are included in the reference list they should follow the standard reference style of the journal and should include a substitution of the publication date with either 'Unpublished results' or 'Personal communication'. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and

PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web references

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references can be listed separately (e.g., after the reference list) under a different heading if desired, or can be included in the reference list.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

References in a special issue

Please ensure that the words 'this issue' are added to any references in the list (and any citations in the text) to other articles in the same Special Issue.

Reference management software

Most Elsevier journals have their reference template available in many of the most popular reference management software products. These include all products that support Citation Style Language styles, such as Mendeley. Using citation plug-ins from these products, authors only need to select the appropriate journal template when preparing their article, after which citations and bibliographies will be automatically formatted in the journal's style. If no template is yet available for this journal, please follow the format of the sample references and citations as shown in this Guide. If you use reference management software, please ensure that you remove all field codes before submitting the electronic manuscript. More information on how to remove field codes from different reference management software.

Users of Mendeley Desktop can easily install the reference style for this journal by clicking the following link:

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/dental-materials>

When preparing your manuscript, you will then be able to select this style using the Mendeley plug-ins for Microsoft Word or LibreOffice.

Reference style

Text: Indicate references by number(s) in square brackets in line with the text. The actual authors can be referred to, but the reference number(s) must always be given.

List: Number the references (numbers in square brackets) in the list in the order in which they appear in the text.

Examples:

Reference to a journal publication:

[1] Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *J Sci Commun* 2010;163:51–9. <https://doi.org/10.1016/j.Sc.2010.00372>.

Reference to a journal publication with an article number:

[2] Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. *Heliyon*. 2018;19:e00205. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00205>

Reference to a book:

[3] Strunk Jr W, White EB. *The elements of style*. 4th ed. New York:

Longman; 2000.

Reference to a chapter in an edited book:

[4] Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, editors. Introduction to the electronic age, New York: E-Publishing Inc; 2009, p. 281–304.

Reference to a website:

[5] Cancer Research UK. Cancer statistics reports for the UK, <http://www.cancerresearchuk.org/aboutcancer/statistics/cancerstatsreport/>; 2003 [accessed 13 March 2003].

Reference to a dataset:

[dataset] [6] Oguro M, Imahiro S, Saito S, Nakashizuka T. Mortality data for Japanese oak wilt disease and surrounding forest compositions, Mendeley Data, v1; 2015. <https://doi.org/10.17632/xwj98nb39r.1>.

Note shortened form for last page number. e.g., 51–9, and that for more than 6 authors the first 6 should be listed followed by 'et al.' For further details you are referred to 'Uniform Requirements for Manuscripts submitted to Biomedical Journals' (J Am Med Assoc 1997;277:927–34) (see also [Samples of Formatted References](#)).

Journal abbreviations source

Journal names should be abbreviated according to the [List of Title Word Abbreviations](#).

Supplementary material

Supplementary material such as applications, images and sound clips, can be published with your article to enhance it. Submitted supplementary items are published exactly as they are received (Excel or PowerPoint files will appear as such online). Please submit your material together with the article and supply a concise, descriptive caption for each supplementary file. If you wish to make changes to supplementary material during any stage of the process, please make sure to provide an updated file. Do not annotate any corrections on a previous version. Please switch off the 'Track Changes' option in Microsoft Office files as these will appear in the published version.

Research data

This journal encourages and enables you to share data that supports your research publication where appropriate, and enables you to interlink the data with your published articles. Research data refers to the results of observations or experimentation that validate research findings. To facilitate reproducibility and data reuse, this journal also encourages you to share your software, code, models, algorithms, protocols, methods and other useful materials related to the project.

Below are a number of ways in which you can associate data with your article or make a statement about the availability of your data when submitting your manuscript. If you are sharing data in one of these ways, you are encouraged to cite the data in your manuscript and reference list. Please refer to the "References" section for more information about data citation. For more information on depositing, sharing and using research data and other relevant research materials, visit the [research data](#) page.

Data linking

If you have made your research data available in a data repository, you can link your article directly to the dataset. Elsevier collaborates with a number of repositories to link articles on ScienceDirect with relevant repositories, giving readers access to underlying data that gives them a better understanding of the research described.

There are different ways to link your datasets to your article. When available, you can directly link your dataset to your article by providing the relevant information in the submission system. For more information, visit the [database linking page](#).

For [supported data repositories](#) a repository banner will automatically appear next to your published article on ScienceDirect.

In addition, you can link to relevant data or entities through identifiers within the text of your manuscript, using the following format: Database: xxxx (e.g., TAIR: AT1G01020; CCDC: 734053; PDB: 1XFN).

Mendeley Data

This journal supports Mendeley Data, enabling you to deposit any research data (including raw and processed data, video, code, software, algorithms, protocols, and methods) associated with your manuscript in a free-to-use, open access repository. During the submission process, after uploading your manuscript, you will have the opportunity to upload your relevant datasets directly to *Mendeley Data*. The datasets will be listed and directly accessible to readers next to your published article online.

For more information, visit the [Mendeley Data for journals page](#).

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the [Data Statement page](#).