

Avaliação da microdureza e rugosidade superficial em materiais restauradores após desafio ácido utilizando bebidas de consumo infantil

Evaluation of microhardness and surface roughness in restorative materials after acid challenge using children's beverage consumption

JOÃO VITOR SOUSA SILVA
Discente de Odontologia (UNIPAM)
E-mail: joaovss@unipam.edu.br

DENISE DE SOUZA MATOS
Professora orientadora (UNIPAM)
E-mail: denisesm@unipam.edu.br

Resumo: O presente trabalho teve como objetivo avaliar a microdureza e rugosidade superficial de materiais restauradores submetidos a um desafio ácido, por bebidas de consumo infantil, de três vezes ao dia durante o período de cinco dias, a fim de simular uma dieta ácida e avaliar seus possíveis danos aos materiais restauradores. Os resultados indicaram que houve quebra das ligações orgânicas nos materiais contendo resina composta, tanto em sua forma pura quanto em associação com outros materiais, como os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, resultando em significativa absorção das bebidas ácidas e modificações em sua aparência final. Concluiu-se que os altos níveis de rugosidade superficial após o desafio ácido estão diretamente relacionados à redução da resistência mecânica dos materiais restauradores correspondentes, enquanto o fator peso não apresentou mudanças significativas em relação aos demais parâmetros avaliados.

Palavras-chave: acidificação; materiais dentários; odontopediatria.

Abstract: This study aimed to evaluate the microhardness and surface roughness of restorative materials subjected to an acid challenge by children's beverage consumption, three times a day for a period of five days, in order to simulate an acidic diet and assess its potential damage to the restorative materials. The results indicated that there was breakdown of organic bonds in materials containing composite resin, both in its pure form and in association with other materials, such as resin-modified glass ionomer cements, resulting in significant absorption of acidic beverages and modifications in their final appearance. It was concluded that high levels of surface roughness after the acid challenge are directly related to the reduction of the mechanical strength of the corresponding restorative materials, while the weight factor did not show significant changes in relation to the other evaluated parameters.

Keywords: acid challenge; dental materials; pediatric dentistry.

1 INTRODUÇÃO

Os materiais restauradores utilizados na prática odontológica contemporânea, como as resinas compostas e os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina, são empregados para restabelecer a forma, função e estética das estruturas dentárias afetadas por lesões cáries, tanto na dentição decídua quanto na permanente. A constante evolução das propriedades físicas, químicas e ópticas desses materiais tem impulsionado a adoção crescente da abordagem da odontologia minimamente invasiva na seleção de materiais capazes de atender às exigências funcionais e estéticas (Almeida *et al.*, 2017).

As resinas compostas são materiais restauradores reconhecidos por suas propriedades intrínsecas de dureza e resistência, características essenciais em termos mecânicos, que contribuem significativamente para o sucesso clínico do material (Gordan *et al.*, 2003; Miranda *et al.*, 2011). Compostas por duas matrizes, uma orgânica contendo pigmentos, agentes de controle de viscosidade, iniciadores de polimerização, aceleradores e inibidores, e outra inorgânica constituída por partículas de carga, como quartzo, sílica coloidal e partículas de vidro, tipicamente revestidas por organosilanos (Peutzfeldt, 1997; Correa, 2003).

Os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina representam uma evolução em relação aos cimentos ionoméricos convencionais, apresentando aprimoramentos em diversas características. Esta melhoria inclui uma estética aprimorada e uma maior resistência aos esforços mecânicos devido à adição de resina composta em sua formulação, juntamente com o processo de fotoativação (Machado *et al.*, 2019; Nicholson; Sidhu; Czarnicka, 2020). No entanto, esses materiais mantêm as principais qualidades dos cimentos ionoméricos convencionais, como a liberação de fluoretos e a alta biocompatibilidade com a estrutura dentária (Dornellas *et al.*, 2018).

Atualmente, o aumento significativo no consumo de bebidas ácidas, como refrigerantes e sucos de frutas ácidas, tem contribuído para a alta prevalência de erosão dental, especialmente entre pacientes odontopediátricos, o que também resulta em consequências adversas para os materiais restauradores (Luiz, 2007). A interação entre bebidas ácidas e saliva cria um ambiente propício para a degradação das restaurações na cavidade bucal. O baixo pH dessas bebidas compromete a resistência dos materiais resinosos ao decompor a matriz e quebrar as interações entre as partículas de carga (Pala *et al.*, 2016). Esse efeito de acidificação da cavidade é mais pronunciado em materiais com partículas de carga maiores, o que pode resultar em alterações de cor e, conseqüentemente, ser um dos principais motivos para a substituição das restaurações (Tornavoi *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2016).

O aumento da rugosidade superficial decorrente do consumo elevado de alimentos ácidos contribui para o surgimento de lesões cáries secundárias, inflamação gengival, acúmulo de placa bacteriana, manchamento das restaurações e diminuição da resistência mecânica devido ao comprometimento da microdureza do material restaurador (Ehrmann; Medioni; Brulat-Bouchard, 2019).

Diante do exposto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a microdureza e rugosidade superficial de materiais restauradores submetidos a um desafio ácido, por bebidas de consumo infantil, de três vezes ao dia durante o período

de cinco dias, a fim de simular uma dieta ácida e avaliar seus possíveis danos aos materiais restauradores.

2 METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Análise Histoquímica (Centro Clínico Odontológico do UNIPAM) e no Laboratório de Ciência dos Materiais (Campus UNIPAM, Bloco I, sala 212).

2.1 MATERIAL

Para a condução deste estudo, foram empregados o ionômero de vidro Riva Light Cure na cor A1, encapsulado para evitar variações resultantes da manipulação do material (SDI, Melbourne, Victoria, Austrália), e a resina composta Opallis Odontopediatria na cor A0,5 (FGM, Joinville, SC, Brasil).

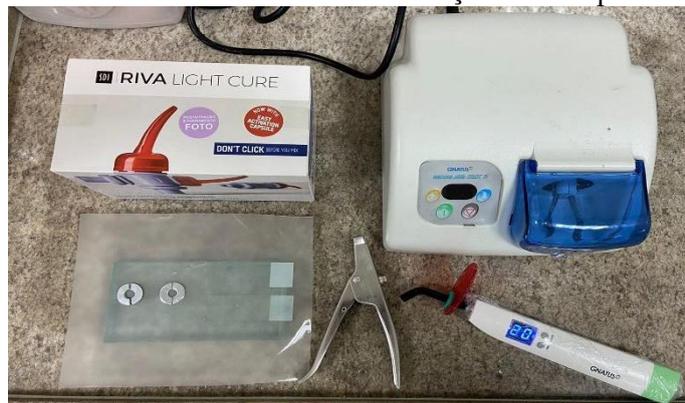
As bebidas de consumo infantil utilizadas nos grupos de teste foram Coca-Cola e suco de uva Kapo (The Coca-Cola Company, Atlanta, Geórgia, EUA).

2.2 MÉTODO

2.2.1 Produção das amostras

Foram produzidos 30 discos do ionômero de vidro Riva Light Cure e 30 discos da resina Opallis Odontopediatria, com as dimensões de 10mm x 2mm. As amostras foram confeccionadas utilizando uma matriz produzida para este fim, composta por uma placa de alumínio, a fim de evitar a dispersão da luz durante o processo de polimerização, mantendo as dimensões estabelecidas previamente (conforme ilustrado na Figura 1).

Figura 1: Materiais utilizados na confecção dos corpos de prova



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Para a fabricação dos corpos de prova, a placa de alumínio foi posicionada sobre uma placa de vidro e, após a inserção do compômero no molde, uma lâmina de vidro foi colocada sobre ele, antes da ativação da polimerização, para garantir uma

superfície lisa. Em seguida, a amostra foi fotoativada. Conforme as instruções do fabricante, o material deve ser polimerizado com um aparelho de luz LED/halógena com uma intensidade de luz mínima de 500mW/cm². Para este estudo, foi utilizado o aparelho de luz LED GNATUS (Optilight Color) (Gnatus, Barretos, SP, Brasil), que possui uma intensidade de 1200mW/cm². Antes da confecção de cada amostra e a cada 10 amostras produzidas, o aparelho fotopolimerizador foi testado utilizando um radiômetro, a fim de assegurar a padronização da intensidade de luz utilizada na fabricação dos espécimes. As amostras foram confeccionadas e fotoativadas individualmente, durante 40 segundos, seguindo as instruções do fabricante.

Após a fabricação, as amostras foram removidas da matriz de alumínio e divididas em seis grupos (n = 10). Para cada material restaurador utilizado, foram formados três grupos, variando as bebidas nas quais os corpos de prova foram imersos durante o desafio ácido, além de um grupo controle, no qual as amostras foram acondicionadas em água destilada, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1: Distribuição dos grupos

Grupos (n=10)		Solução líquida / Bebida	Ph
G1 Riva	G1 Opallis	Água destilada (controle)	5,7
G2 Riva	G2 Opallis	Refrigerante Coca-Cola	2,66
G3 Riva	G3 Opallis	Suco de uva Kapo	3,82

Fonte: Cavalcanti *et al.*, 2010 (adaptado).

2.2.2 Pesagem

Após a confecção dos corpos de prova, estes foram transportados até o Laboratório de Ciência dos Materiais (*Campus* UNIPAM, Bloco I, sala 212) para serem pesados antes do desafio ácido. O objetivo era comparar o peso inicial de cada material restaurador com o seu peso final, o que poderia indicar algum efeito do desafio ácido, como possível desidratação do material e perda de massa. Para essa etapa, utilizou-se uma balança analítica modelo WEBLABORSP 210g 0.0001g M214-Ai (Weblabor, Mogi das Cruzes, SP, Brasil), que foi calibrada 30 minutos antes da pesagem para garantir resultados precisos dos corpos de prova.

2.2.3 Desafio ácido

Após a fabricação dos corpos de prova e sua pesagem, eles foram colocados em recipientes plásticos contendo água destilada a 37°C e armazenados em uma estufa biológica por 72 horas. Para os desafios ácidos, os recipientes foram substituídos, sendo um recipiente para cada bebida a ser testada e outro contendo água destilada para o grupo controle. Os corpos de prova foram totalmente submersos nos líquidos. O ciclo de imersão foi repetido três vezes ao dia, às 07h, 11h e 17h, simulando as três refeições principais do dia, durante 5 dias. A cada ciclo de imersão, novas bebidas foram utilizadas, com a abertura da embalagem no momento da imersão. Após cada ciclo, as amostras foram imersas em água destilada em um recipiente específico para esse fim e, em seguida, retornaram ao recipiente plástico contendo água destilada, onde foram

inicialmente acomodadas, e novamente colocadas na estufa a 37°C. A água destilada do recipiente de armazenamento na estufa foi trocada a cada ciclo do desafio ácido.

2.2.4 Realização dos testes de microdureza e rugosidade superficial

Ao término do último ciclo do desafio ácido, os corpos de prova foram colocados em recipientes contendo água destilada e imersos por 72 horas, aguardando a realização dos testes de microdureza e rugosidade superficial.

Inicialmente, o teste de rugosidade superficial foi realizado. Para isso, os espécimes foram cuidadosamente secos com papel absorvente, evitando qualquer atrito na superfície a ser analisada. Utilizou-se o Rugosímetro Portátil SurfTest modelo SJ-210 (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, SP, Brasil), realizando três leituras em cada amostra. As medidas foram obtidas em Ra (rugosidade superficial média), e a unidade de medida utilizada foi o micrômetro (μm).

A microdureza foi avaliada após o teste de rugosidade, pois este pode resultar em endentações que interfeririam nas medidas da rugosidade dos corpos de prova. Utilizou-se um microdurômetro modelo HR-400 (Mitutoyo Sul Americana, Suzano, SP, Brasil), com penetrador tipo Knoop, aplicando uma carga estática de 25 gramas por cinco segundos. Foram realizadas três leituras em cada amostra, e a média dos valores obtidos em cada amostra foi utilizada na análise estatística.

2.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A distribuição das variáveis contínuas foi avaliada por meio de histogramas e gráficos quantil-quantil (Q-Q plot), enquanto a adesão à distribuição normal foi testada utilizando o teste Shapiro-Wilk.

Para análise das medidas repetidas (peso), foram construídos modelos lineares generalizados (GzLM) mistos. Os critérios de informação de Akaike (AIC) e Bayesiano (BIC) foram empregados para a comparação de modelos e seleção do melhor modelo. Uma matriz de covariância diagonal foi utilizada para o fator tempo.

Para a comparação de médias (rugosidade e dureza), foi utilizado o modelo linear geral (GLM). Inicialmente, o teste de homogeneidade de variâncias de Levene e os testes de homoscedasticidade Breusch-Pagan modificado e de White foram aplicados para análise de homoscedasticidade linear e não-linear, respectivamente. Devido à falta de adesão à normalidade das variáveis rugosidade e dureza, as estimativas e intervalos de confiança foram construídos pelo método de *bootstrapping* com mil reamostragens. Considerando a presença de heterocedasticidade e homoscedasticidade nos modelos para rugosidade e dureza, respectivamente, foram empregados os métodos wild e simples, ambos com correção acelerada por viés.

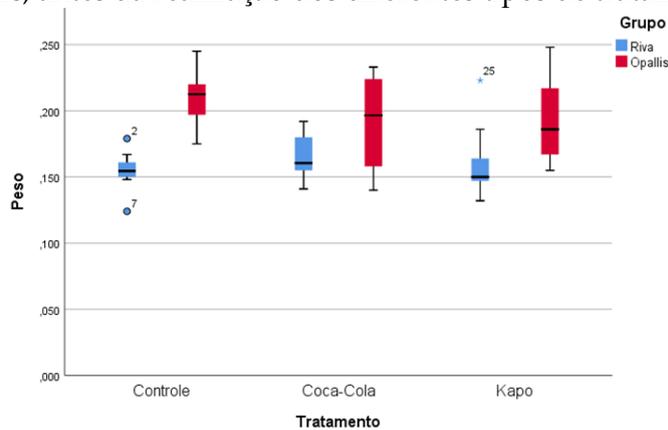
Todas as análises foram realizadas utilizando o software IBM SPSS v25.0. O nível de significância (α) foi estabelecido como 0,05 para todas as análises.

3 RESULTADOS

3.1 PESO

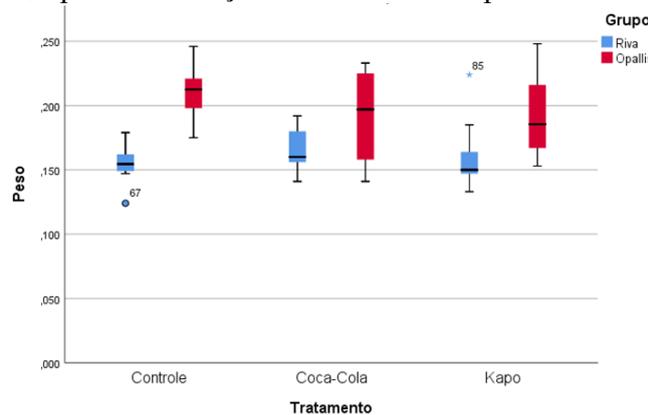
Não foi observado efeito significativo do tempo sobre o peso (p-valor de efeito fixo no modelo = 0,180), nem interação com o grupo (marca) (p-valor de efeito fixo no modelo = 0,273) ou com o tratamento (p-valor de efeito fixo no modelo = 0,418), indicando que o efeito da marca ou do tratamento sobre o peso não foi alterado ao longo do tempo. No entanto, constatou-se que o peso da marca Opallis é significativamente maior do que o da marca Riva ($p < 0,0005$), independentemente do tratamento. Em relação a isso, nenhum tratamento resultou em alterações no peso (p - valor de efeito fixo no modelo = 0,569) (figuras 2 e 3).

Figura 2: Comparação do peso dos corpos de prova dos grupos Riva e Opallis, antes da realização dos diferentes tipos de tratamentos



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Figura 3: Comparação do peso dos corpos de prova dos grupos Riva e Opallis, após a realização dos diferentes tipos de tratamentos



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

3.2 RUGOSIDADE

Observa-se que a marca Opallis apresenta, em média, uma rugosidade 0,153 (-0,185 – -0,122) menor do que a marca Riva ($p = 0,017$). Ambos os tratamentos (suco Kapo e Coca-Cola) resultaram em uma rugosidade inferior ao controle (água destilada) ($p = 0,001$, para ambos). No entanto, é possível notar níveis de rugosidade consideravelmente mais altos no grupo controle da marca Riva (Figura 4) (média: 0,506 [0,418 – 0,595]) em comparação com a marca Opallis (média: 0,114 [0,086 – 0,143]).

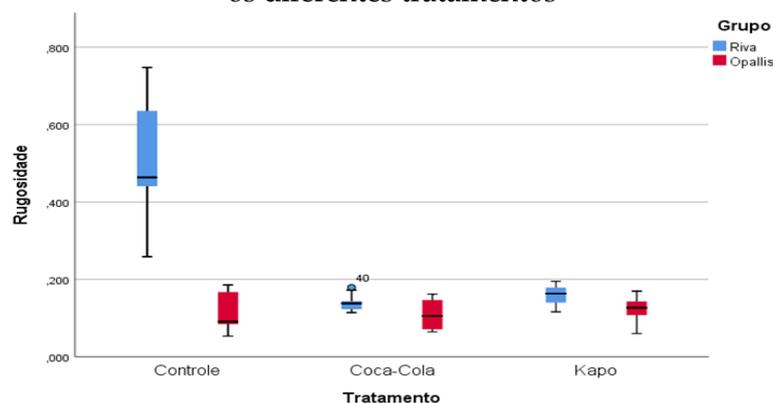
Por meio de comparação pareada, ou seja, sem ajustar o valor de p pelo número de pares, observa-se que a rugosidade da marca Opallis é menor do que a da marca Riva em todas as condições. Ao dividir o α pelo número de pares de tratamentos (novo $\alpha = 0,017$), verifica-se que a rugosidade por marca não difere no tratamento com Coca-Cola. Novamente, ao dividir o α pelo número de marcas e tratamentos (novo $\alpha = 0,003$), conclui-se que apenas os controles diferem entre as marcas, o que está de acordo com as estimativas das médias com seus intervalos de 95% de confiança observados para cada subgrupo (marca*tratamento) (Figura 5).

Figura 4: Aspecto final do grupo controle Riva sob ação da água destilada



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

Figura 5: Comparação entre a rugosidade da superfície dos grupos Riva e Opallis com os diferentes tratamentos

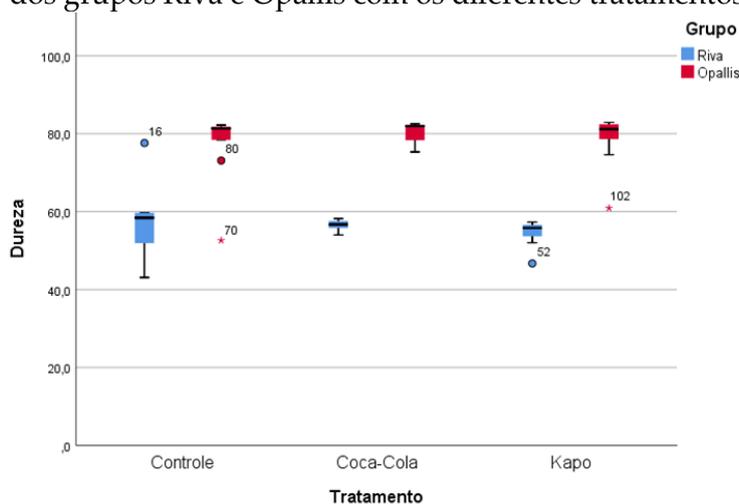


Fonte: dados da pesquisa, 2024.

3.3 DUREZA

Observa-se que a marca Opallis apresenta, em média, uma dureza 22,486 (17,577-26,633) maior do que a marca Riva ($p = 0,001$). Nenhum dos tratamentos resultou em variação da dureza em nenhuma das marcas ($p > 0,05$) (Figura 6).

Figura 6: Comparação entre a dureza dos corpos de prova dos grupos Riva e Opallis com os diferentes tratamentos



Fonte: dados da pesquisa, 2024.

4 DISCUSSÃO

Mesmo com uma análise criteriosa para a seleção do material restaurador na prática odontológica, ele está constantemente sujeito a alterações causadas pelo meio bucal, como a erosão provocada pela alta frequência de consumo de alimentos e bebidas ácidas. Isso é reflexo do estilo de vida moderno, que favorece a praticidade e a rapidez na alimentação, especialmente por meio dos conhecidos *fast foods*, contribuindo para uma dieta rica em ácidos, açúcares e sódio. Essa condição reforça a teoria do impacto na resistência dos materiais restauradores (Santos *et al.*, 2005; Luiz, 2007).

Conforme afirmado por Braga e Matos (2023) e corroborado por Rios *et al.* (2008), um dos efeitos prejudiciais do pH ácido é sua capacidade de desencadear a degradação do material restaurador. A durabilidade das restaurações dentárias depende do material utilizado e de suas propriedades físicas, incluindo a resistência ao desgaste e a adaptação da interface marginal entre o dente e a restauração, além do nível de destruição dentária.

Quando o ácido presente em bebidas infantis entra em contato com o polímero, suas ligações químicas secundárias entre as macromoléculas são substituídas, levando à diminuição da interação entre elas e resultando na redução da microdureza (Bagheri; Burrow; Tyas, 2006). Isso está correlacionado com os resultados desta pesquisa, pois quanto menor a dureza superficial do material, maior será sua rugosidade.

A obtenção de uma superfície lisa ao final da técnica restauradora utilizando resina composta comprova o sucesso do tratamento restaurador. Isso se deve à

composição orgânica da resina, que confere grande resistência às mudanças de pH e aos esforços mecânicos. Por outro lado, se a rugosidade for superior à lisura superficial, o acúmulo de resíduos alimentares e pigmentos resultará na diminuição do brilho, no aumento da suscetibilidade à descoloração do material restaurador e em sua fragilização (Takanashi *et al.*, 2008; Oliveira *et al.*, 2010; Patel; Chhabra; Jain, 2016).

Ao comparar os materiais restauradores, é possível observar que a presença de oxigênio pode influenciar diretamente o grau de susceptibilidade aos ácidos provenientes da alimentação. Isso ocorre devido às condições de armazenamento, às partículas de carga presentes e à formação ou não de uma camada polimerizada (Marchan *et al.*, 2011).

Durante a manipulação dos Cimentos de Ionômero de Vidro (CIV), pode ocorrer a incorporação de bolhas de ar, resultando na formação de uma camada porosa que favorece o aumento da rugosidade superficial em um ambiente de pH ácido (Braga *et al.*, 2010). Quando um CIV é enriquecido com as propriedades mecânicas e estéticas dos polímeros resinosos, formando os Cimentos de Ionômero de Vidro Modificados por Resina (CIVMR), inicialmente ele passa por uma reação de geleificação e, em seguida, por uma reação de polimerização (Boaventura *et al.*, 2012; Vincenti, 2018).

De acordo com Browning e Dennison (1996), quando um material restaurador é exposto a um pH ácido, seu efeito erosivo resulta na degradação da matriz resinosa, tornando o material mais suscetível à absorção de solventes presentes no ambiente. Isso justifica o fato de que, embora os Cimentos de Ionômero de Vidro Modificados por Resina (CIVMR) não possuam uma qualidade de lisura superficial e resistência mecânica exatamente iguais ou superiores às da resina composta, eles são afetados de maneira distinta. No presente estudo, o armazenamento em água destilada favoreceu essa maior absorção pelo material, resultando em microinfiltrações devido ao rompimento de suas partículas orgânicas, o que aumentou significativamente sua rugosidade em comparação com a resina composta, tornando visíveis trincas no material a olho nu.

Ao comparar os corpos de prova e seus respectivos grupos, observamos que todos sofreram alguma modificação em sua composição, aspecto superficial e resistência mecânica. Isso indica que as diferentes bebidas ácidas e a água destilada utilizada como meio de controle e armazenamento provocaram diferentes reações nos materiais restauradores, dependendo de seu acabamento durante o procedimento restaurador. Essas variações podem ser atribuídas à interação entre a matriz orgânica do material e as flutuações de pH resultantes de estímulos externos, muitas vezes relacionados à alimentação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se observar que as bebidas utilizadas neste estudo apresentam um pH abaixo ou equivalente ao valor crítico, que para a cavidade bucal seria em torno de 4,5 em seu limite. Isso impacta diretamente as propriedades de superfície dos materiais restauradores, por meio das porosidades criadas, levando à deterioração estética e à diminuição da resistência mecânica de ambos os materiais. Portanto, reconhece-se a necessidade de realizar mais pesquisas nessa temática, visando controlar e fundamentar

as variáveis existentes, especialmente em relação ao grupo controle. O objetivo é obter respostas mais concretas para minimizar os efeitos deletérios ocasionados por bebidas ácidas em restaurações de resina composta e CIVMR.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. M. D. *et al.* Avaliação de rugosidade, dureza e superfície dos cimentos de ionômero de vidro após diferentes sistemas de acabamento e polimento. **Revista de Odontologia da UNESP**, Araraquara, v. 46, n. 6, p. 330-335, 2017.

BAGHERI, R.; BURROW, M. F.; TYAS, M. J. Surface characteristics of aesthetic restorative materials - an SEM study. **Journal of Oral Rehabilitation**, [S. l.], v. 34, n. 1, p. 68-76, 2006.

BOAVENTURA, J. M. C. *et al.* Importância da biocompatibilidade de novos materiais: revisão para o cimento de ionômero de vidro. **Revista de Odontologia da Universidade Cidade de São Paulo**, São Paulo, v. 24, n. 1, p. 42-50, 2012.

BRAGA, F. P. B.; MATOS, D. S. Avaliação da rugosidade superficial e microdureza de compômeros coloridos após imersão em bebidas de consumo infantil. **Recima21**, Jundiaí, v. 4, n. 10, p. 4104149, 2023.

BRAGA, S. R. M. *et al.* Degradação dos materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas. **Revista Gaúcha de Odontologia**, Campinas, v. 58, n. 4, p. 431-436, 2010.

BROWNING, W. D.; DENNISON, J. B. A survey of failure modes in composite resin restorations. **Operative Dentistry**, [S. l.], v. 21, n. 4, p. 160-166, 1996.

CAVALCANTI, A. L. *et al.* Avaliação *in vitro* do potencial erosivo de bebidas isotônicas. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, São Paulo, v. 16, n. 6, p. 455-458, 2010.

CORREA, I. C. **Análise do grau de conversão de uma resina experimental fotopolimerizável**: um estudo espectrométrico em função de diferentes fotoiniciadores e fontes de luz. 2003. 151 p. Tese (Doutorado em Odontologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SILVA, T. M. da *et al.* The combined effect of food-simulating solutions, brushing and staining on color stability of composite resins. **Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 01-07, 2017.

DORNELLAS, A. P. *et al.* Molar decíduo infraocluido: relato de um caso restaurado com cimento ionômero de vidro encapsulado, um ano de acompanhamento. **Acta Biomédica Brasiliensia**, Itaperuna, v. 9, n. 2, p. 124, 2018.

EHRMANN, E.; MEDIONI, E.; BRULAT-BOUCHARD, N. Finishing and polishing effects of multiblade burs on the surface texture of 5 resin composites: microhardness and roughness testing. **Restorative Dentistry & Endodontics**, [S. l.], v. 44, n. 1, p. e1, 2019.

GORDAN, V.V. *et al.* Effect of surface finishing and storage media on bi-axial flexure strength and microhardness of resin-based composite. **Operative Dentistry**, [S. l.], v. 28, n. 5, p. 560-567, 2003.

LUIZ, B. K. M. **Resinas compostas fotoativadas: propriedades micro e macroscópicas após cura e armazenadas em meios que simulam dieta.** 2007. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade Federal de Santa Catarina, Santa Catarina, 2007.

MACHADO, K. D. D. S. *et al.* Efeito da manipulação e proporção pó e líquido do cimento de ionômero de vidro reforçado com zinco na rugosidade superficial parte 1. **Revista Ciências e Odontologia**, Brasília, v. 3, n. 1, p. 20-24, 2019.

MARCHAN, S. M. *et al.* Effect of reduced exposure times on the microhardness of nanocomposites polymerized by QTH and second-generation LED curing lights. **Operative Dentistry**, [S. l.], v. 36, n. 1, p. 98-103, 2011.

MIRANDA, D. A. *et al.* Effects of mouthwashes on Knoop hardness and surface roughness of dental composites after different immersion times. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 168-173, 2011.

NICHOLSON, J. W.; SIDHU, S. K.; CZARNECKA, B. Enhancing the mechanical properties of glass-ionomer dental cements: a review. **Materials**, [S. l.], v. 13, n. 11, p. 2510, 2020.

OLIVEIRA, A. L. B. M. de *et al.* Surface roughness and hardness of a composite resin: influence of finishing and polishing and immersion methods. **Materials Research**, São Carlos, v. 13, n. 3, p. 409-415, 2010.

PALA, K. *et al.* Evaluation of the surface hardness, roughness, gloss and color of composites after different finishing/polishing treatments and thermocycling using a multitechnique approach. **Dental Materials Journal**, [S. l.], v. 35, n. 2, p. 278-289, 2016.

PEUTZFELDT, A. Resin composites in dentistry: the monomer systems. **European Journal of Oral Sciences**, [S. l.], v. 105, n. 2, p. 97-116, 1997.

PATEL, B.; CHHABRA, N.; JAIN, D. Effect of different polishing systems on the surface roughness of nano-hybrid composites. **Journal of Conservative Dentistry**, [S. l.], v. 19, n. 1, p. 37, 2016.

RIOS, D. *et al.* *In situ* effect of an erosive challenge on different restorative materials and on enamel adjacent to these materials. **Journal of Dentistry**, [S. l.], v. 36, n. 2, p. 152-157, 2008.

SANTOS, J. L. *et al.* Influência de diferentes soluções químicas na microdureza de resinas compostas. **UNOPAR Científica**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 49-54, 2005.

TAKANASHI, E. *et al.* Influence of abrasive particle size on surface properties of flowable composites. **Dental Materials Journal**, [S. l.], v. 27, n. 6, p. 780-786, 2008.

TORNAVOI, D. C. *et al.* Color change of composite resins subjected to accelerated artificial aging. **Indian Journal of Dental Research**, [S. l.], v. 24, n. 5, p. 605, 2013.

VINCENTI, S. A. de F. **Caracterização e resistência adesiva de cimentos de ionômero de vidro modificados por resina incorporados com vitrocerâmica bioativa**. 2018. 172 f. Tese (Doutorado em Reabilitação Oral), Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018.