



**Ministério da Educação
Universidade Federal de Uberlândia
Faculdade de Odontologia**



LUCAS DE TASSO FONTES SOUZA

**ANÁLISE DA INTERAÇÃO QUÍMICA DE CIMENTOS DE IONOMEROS DE
VIDRO CONVENCIONAIS APÓS DIFERENTES PROTOCOLOS DE
PROTEÇÃO SUPERFICIAL**

UBERLÂNDIA

2024

LUCAS DE TASSO FONTES SOUZA

**ANÁLISE DA INTERAÇÃO QUÍMICA DE CIMENTOS DE IONOMEROS DE
VIDRO CONVENCIONAIS APÓS DIFERENTES PROTOCOLOS DE
PROTEÇÃO SUPERFICIAL**

Monografia apresentado a Faculdade de Odontologia da UFU, como requisito parcial para obtenção do título de Graduado em Odontologia

Orientador: Prof. Dr. Luiz Renato Paranhos
Coorientador: Me. Caio Luiz Lins Candeiro

UBERLÂNDIA

2024

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter guiado cada um dos meus passos e por sempre ter me abençoado tanto.

Agradeço a toda minha família pelo apoio durante minha caminhada até aqui; um agradecimento especial a minha mãe Silvaneide Maria de Souza, meu pai Paulo de Tasso Fontes da Silva, e ao meu avô Manoel Antônio de Souza.

Agradeço também a meu amigo, professor e orientador Luiz Renato Paranhos por todo apoio e confiança depositada no desenvolvimento de tantos trabalhos e projetos juntos. Ao meu coorientador Caio Luiz Lins Candeiro que tanto me auxiliou no desenvolvimento deste trabalho, deixo aqui também meu muito obrigado!

RESUMO

O cimento ionômero de vidro (CIVc) é um material restaurador amplamente utilizado na odontologia, suas propriedades únicas fazem dele uma escolha popular em diferentes situações clínicas sendo amplamente indicado na filosofia da odontologia conservadora. No entanto, apesar de suas vantagens, ele apresenta algumas limitações por ser suscetível a reações químicas como sinérese e embebição, podendo promover alterações químicas, físicas e mecânicas do material. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o CIVc após os desafios de sorção e solubilidade, além de avaliar o pH de diferentes materiais de proteção superficial. Este é um estudo laboratorial *in vitro* controlado. Foram analisados 5 diferentes protocolos de materiais de proteção superficial de acordo com os grupos experimentais: vaselina líquida, vaselina sólida, glicerina líquida, base de unha, adesivo e sem aplicação. Após a produção de amostras de CIVc foram realizadas pesagens para o teste de embebição nos tempos: imediato; 24 horas, 7 dias e 14 dias após imersão em água destilada. Para o ensaio de solubilidade as amostras foram pesadas nos tempos: imediato e 14 dias no dessecador. A análise de pH foi obtida a partir com o auxílio de fitas indicadoras. Os dados foram tabulados para a análise descritiva e submetidos ao teste ANOVA *one way*, suplementado por Tukey 5%. No ensaio de sorção o grupo sem aplicação não apresentou diferença do grupo vaselina líquida, base de unha e adesivo ($p > 0,05$) e os grupos vaselina sólida e glicerina líquida não apresentaram diferença estatística ($p < 0,032$). No teste de solubilidade o grupo sem aplicação não apresentou diferença do grupo vaselina líquida, base de unha e adesivo ($p > 0,06$). Os grupos vaselina sólida e glicerina líquida apresentaram diferença estatística significativa ($p < 0,01$). Os valores de pH dos materiais apresentaram acidez, sendo a base de unha o menor valor médio ($4 \pm 0,0$). O uso da glicerina líquida promoveu menores resultados de sorção, enquanto a vaselina sólida apresentou resultados melhores no controle da solubilidade.

Palavras-chave: Cimentos de Ionômeros de Vidro; Materiais dentários; Odontologia; Solubilidade.

ABSTRACT

Glass ionomer cement (GICc) is a restorative material widely used in dentistry. Its unique properties make it a popular choice in different clinical situations and it is widely indicated in the philosophy of conservative dentistry. However, despite its advantages, it has some limitations because it is susceptible to chemical reactions such as syneresis and imbibition, which can promote chemical, physical and mechanical changes in the material. Therefore, the objective of this study was to evaluate GICc after sorption and solubility challenges, in addition to evaluating the pH of different surface protection materials. This is a controlled in vitro laboratory study. Five different surface protection material protocols were analyzed according to the experimental groups: liquid petroleum jelly, solid petroleum jelly, liquid glycerin, nail base, adhesive and without application. After the production of GICc samples, weighing was performed for the imbibition test at the following times: immediate; 24 hours, 7 days and 14 days after immersion in distilled water. For the solubility test, the samples were weighed immediately and 14 days later in the desiccator. The pH analysis was obtained with the aid of indicator strips. The data were tabulated for descriptive analysis and submitted to the one-way ANOVA test, supplemented by Tukey 5%. In the sorption test, the group without application showed no difference from the liquid petroleum jelly, nail base and adhesive group ($p > 0.05$), and the solid petroleum jelly and liquid glycerin groups showed no statistical difference ($p < 0.032$). In the solubility test, the group without application showed no difference from the liquid petroleum jelly, nail base and adhesive group ($p > 0.06$). The solid petroleum jelly and liquid glycerin groups showed a statistically significant difference ($p < 0.01$). The pH values of the materials showed acidity, with the nail base having the lowest mean value (4 ± 0.0). The use of liquid glycerin promoted lower sorption results, while solid petroleum jelly showed better results in solubility control.

Keywords: Dental Materials; Dentistry; Glass Ionomer Cements; Solubility.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
2	OBJETIVOS	08
3	MATERIAIS E MÉTODOS	09
4	RESULTADOS	13
5	DISCUSSÃO	16
6	CONCLUSÃO	18
	REFERÊNCIAS	19

1. INTRODUÇÃO

O cimento de ionômero de vidro convencional (CIVc) é um material amplamente utilizado na odontologia, conhecido por suas propriedades adesivas e sua biocompatibilidade (MENEZES-SILVA, *et al.*, 2019). Este material se apresenta comercialmente como pós básicos de vidro com soluções aquosas de ácidos poliméricos, como copolímero de ácido acrílico-ácido maleico, poli(ácido acrílico), ou copolímero de ácido 2-metileno butanodioico com ácido propenoico (Nicholson, Sidhu & Czarnecka, 2020), resultando em um material que apresenta características favoráveis tanto para restaurações dentárias quanto para outras aplicações odontológicas (DAVIDSON, 2006).

Suas propriedades únicas, como a liberação de flúor, adesão química à estrutura dental e coeficiente de expansão térmica semelhante ao dos dentes naturais, fazem do CIVc uma escolha popular em diversas situações clínicas. Além disso, sua capacidade de formar ligação química com o cálcio disponível no esmalte e a dentina, sem a necessidade de um sistema adesivo, simplifica as etapas restauradoras com eficiência no tratamento (AUSIELLO, 2017).

O CIVc possibilita diversas terapias, como base e forramento de cavidades para protocolos restauradores, cimentação de próteses e dispositivos ortodônticos e restaurações em áreas de baixa carga mastigatória (MICKENAUTSCH, 2011), sua versatilidade, aliada às suas propriedades físicas e químicas, o torna-o um material importante na prática clínica odontológica, principalmente por não necessitar alta tecnologia para incluí-lo nos planejamentos terapêuticos (SILVA, 2021).

Além disso, é amplamente indicado na filosofia de odontologia conservadora, devido à sua capacidade de preservar a estrutura dental saudável, nos tratamentos restauradores atraumáticos, por sua aplicação minimamente invasiva e pela liberação de flúor que auxilia na prevenção e auxilia no manejo da doença de cáries (ALMEIDA, 2017; BECCI, 2017).

O CIVc é importante na odontopediatria, pacientes que apresentam transtornos sensoriais (LINS-CANDEIRO *et al.*, 2024), em ambientes hospitalares por sua praticidade e biocompatibilidade (AMARAL JÚNIOR, 2020) e na saúde pública (BORGES, 2017). Em odontopediatria, é utilizado para

restaurações em dentes decíduos, tratamentos preventivos como selantes de fósulas e fissuras e além do terapia restauradora atraumática (TRA), que são bem aceitas por crianças devido à sua natureza minimamente invasiva (MUNIZ, 2020). Em ambientes hospitalares, o CIVc é usado para tratar pacientes com necessidades especiais ou em condições de saúde comprometidas. Sua capacidade de liberar flúor ajuda a proteger contra cáries em pacientes que podem ter dificuldades em manter uma higiene bucal rigorosa (AMARAL JUNIOR, 2020).

Apesar de suas vantagens, o CIVc apresenta algumas limitações, por ser suscetível a reações químicas como a sinérese e embebição, no qual ocorre a perda e a absorção de água, respectivamente, podendo promover alterações dimensionais e comprometer as propriedades químicas, físicas e mecânicas, do material o que pode fragilizar a sobrevida da restauração (SINGER, 2020). A resistência à fratura e desgaste deste material são inferiores às de outros materiais restauradores, o que pode reduzir sua longevidade em áreas de alta carga mastigatória (SILVA, 2021).

Para reduzir as limitações do CIVc que ocorrem principalmente no contato de umidade ou quando o material perde umidade durante seu período de presa inicial. Estudos que avaliam tratamentos de superfície que protejam o material até sua presa final são importantes para obter sucesso clínico e sobrevida das restaurações ionoméricas.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho foi analisar o pH dos diferentes materiais de proteção superficial, assim como avaliar a sorção e solubilidade do CIVc.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Desenho do estudo e cálculo amostral

Trata-se de um estudo laboratorial in vitro controlado que segue o guia de reporte CRIS (*Checklist for Reporting In-vitro Studies*) e da ISO 4049.2009. O cálculo amostral foi realizado no software GPower 3.1.9.2., com efeito de 80%, $\alpha=0,5$ e poder de 95%, para os ensaios de sorção e solubilidade (n=10).

Produção dos corpos de prova

Foram confeccionados corpos de prova de CIVc Maxxion R (FGM, Santa Catarina, Brasil), conforme as especificações do fabricante. O frasco contendo o pó foi agitado para assegurar a homogeneização dos componentes. Utilizou-se uma porção de pó e uma gota de líquido, que foram aglutinadas em bloco de papel fotográfico com uma espátula plástica.

A manipulação do CIVc foi realizada na proporção 1:1 (pó/líquido) para cada corpo de prova. Imediatamente após a manipulação, o material foi inserido em matrizes de 2mm de espessura e 4mm de diâmetro produzidas em resina (Conjure Standard 8K, Jamg He, Shenzhen, China), em uma impressora 3D (Saturn 3 Ultra, ELEGOO, China) (Figura 1). Com o preenchimento do molde foram utilizadas placas de vidro sob o molde e sobre o material uma fita de poliéster e outra placa de vidro obter uma superfície plana dos corpos de prova.



Figura 1. Modelo do molde utilizado para confecção dos corpos de prova com CIVc.

O tempo de presa inicial do material foi estabelecido para cada corpo de prova em 6 minutos, permitindo a remoção dos moldes sem deformações. O tempo foi determinado pelos pesquisadores após ensaios pilotos prévios, que demonstraram em tempos inferiores, o material apresentava viscosidade que impossibilitava sua remoção e gerava deformações. Aqueles corpos de prova que apresentaram deformações, trincas ou fraturas foram descartados.

Protocolo de aplicação

Os corpos de prova foram distribuídos de maneira aleatória de acordo com os diferentes materiais de proteção superficial nos grupos experimentais: vaselina líquida, vaselina sólida, glicerina líquida, base de unha, adesivo e sem aplicação (Quadro 1). Cada corpo de prova foi imerso no material de proteção por 1 minuto, garantindo uma cobertura uniforme, em seguida, acondicionada em microtubos contendo 1,5 ml de água destilada. O grupo que recebeu a aplicação do adesivo, foi fotopolimerizado (Valo Cordells, Ultradent) por 20 segundos em cada face do corpo de prova.

Quadro 1. Distribuição dos grupos experimentais, com suas respectivas composições, fabricante e lote.

GRUPOS	COMPOSIÇÃO	FABRICANTE E LOTE
Vaselina Líquida	Parafina líquida e acetato de tocoferol	Farmax Fabricado por: FARMAX S.A. Divinópolis, Minas Gerais, Brasil Lote: 0005
Vaselina Sólida	Petrolato	Farmax Fabricado por: FARMAX S.A. Divinópolis, Minas Gerais, Brasil Lote: 0091
Glicerina Líquida	Glicerina	Farmax Fabricado por: FARMAX S.A. Divinópolis, Minas Gerais, Brasil Lote: 0145
Adesivo	Ingredientes Ativos: Monômeros Metacrílicos, Fotoiniciadores, Coiniciadores e estabilizante. Ingredientes Inativos: Carga Inerte (nanopartículas de sílica) e veículo (etanol)	Âmbar APS FGM Fabricado por: Fgm Produtos Odontológicos Ltda, São Paulo, São Paulo, Brasil Lote: 050422

<p>Base de unha</p>	<p>Acetato de butila, acetato de etilo, nitrocelulose, álcool isopropílico, citrato de tributila, ácido adípico/neopentilglicol/copolímero de anidrido trimelítico, anidrido ftálico/glicerina/copolímero de decanoato de glicidila, fosfato de tifenila, copolímero de acrilatos, hectorita de estearalcônio, citrato de acetil tributila, polietileno tardio, poliacrilato -4, Alumina, Fluorlogopita Sintética, Ácido Cítrico, Borossilicato de Cálcio e Sódio, Borossilicato de Alumínio e Cálcio, Etilcelulose, Sílica, Tereftalato de Polibutileno, Copolímero de Etileno/va, Polimetil Metacrilato, Polietileno Oxidado, Nilon-6, Poliisobuteno Hidrogenado, Poliuretano -11, Acetona, Ácido palmítico, benzofenona-1, benzofenona-3. Pode conter: CL77891, CL 77499, CL 77491, MICA, CL77163, CL 15850, CL 77000, CL 19140, CL 77510, CL, 42090, CL 12010, CL 75470, CL 60725, CODE</p>	<p>Base setim - Colorama Fabricado por: GD COMERCIAL E DISTRIBUIDORA DE TINTAS LTDA, Fortaleza, Ceará, Brasil Lote: 58X003</p>
<p>Sem aplicação</p>	<p>Sem aplicação de material de proteção superficial</p>	

Ensaio de pH

Para o ensaio de pH os materiais de proteção superficial foram aliquotados 2ml para cada poço em uma placa de 24 poços. Para obtenção dos valores foram utilizadas fitas indicadoras de pH (Merck KGaA, Darmstadt, Germany) e avaliadas em triplicata, com três avaliadores independentes (n=6).

Ensaio de sorção e solubilidade

Para o ensaio de sorção (n=10), foram realizadas quatro pesagens dos corpos de prova utilizando uma balança de precisão (Marte AY220, Shimadzu, Kyoto, Japão), nos tempos: imediatamente após a produção; após 24 horas, após 7 dias e após 14 dias. Durante estes períodos, cada corpo de prova foi armazenado em um microtubo com 1,5ml de água destilada (RAMA, Part. Serv. Com. Imp. Exp. Ltda, Brasil) em uma estufa (SL 101, SOLAB, Piracicaba, Brasil) a 37°C.

Para o ensaio de solubilidade (n=10) foram realizadas duas pesagens com balança de precisão: uma pesagem inicial e uma pesagem após 14 dias no dessecador. As amostras foram mantidas no dessecador para garantir um ambiente de baixa umidade, permitindo avaliar a perda de água e a consequente contração do material.

Análise estatística

Os dados foram tabulados no software Excel e exportados para o *software* JAMOV 2.3.21. Os valores médios dos testes foram submetidos ao teste ANOVA *one-way* suplementado por Tukey a 5% de significância. Os achados qualitativos foram descritos a partir das imagens produzidas.

4. RESULTADOS

Ensaio pH

Os valores de pH dos materiais utilizados como materiais de proteção superficial das amostras de cimento de ionômero de vidro, apresentaram acidez: vaselina líquida ($5\pm 0,0$), vaselina sólida ($5\pm 0,0$), glicerina líquida ($5\pm 0,0$), base de unha ($4\pm 0,0$), adesivo ($5\pm 0,0$), enquanto a água destilada apresentou pH neutro ($7\pm 0,0$) (Gráfico 1).

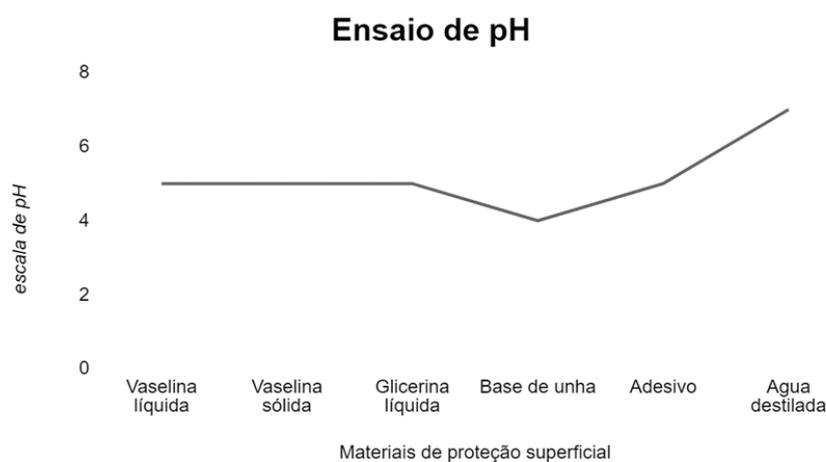


Gráfico 1. Valores médio de pH dos materiais utilizados como proteção superficial e da solução de imersão para armazenamento das amostras.

Ensaio de sorção e solubilidade

Os valores médios do peso das amostras demonstram a dinâmica cronológica da sorção e solubilidade das amostras do cimento de ionômero de vidro convencional (Gráfico 2).

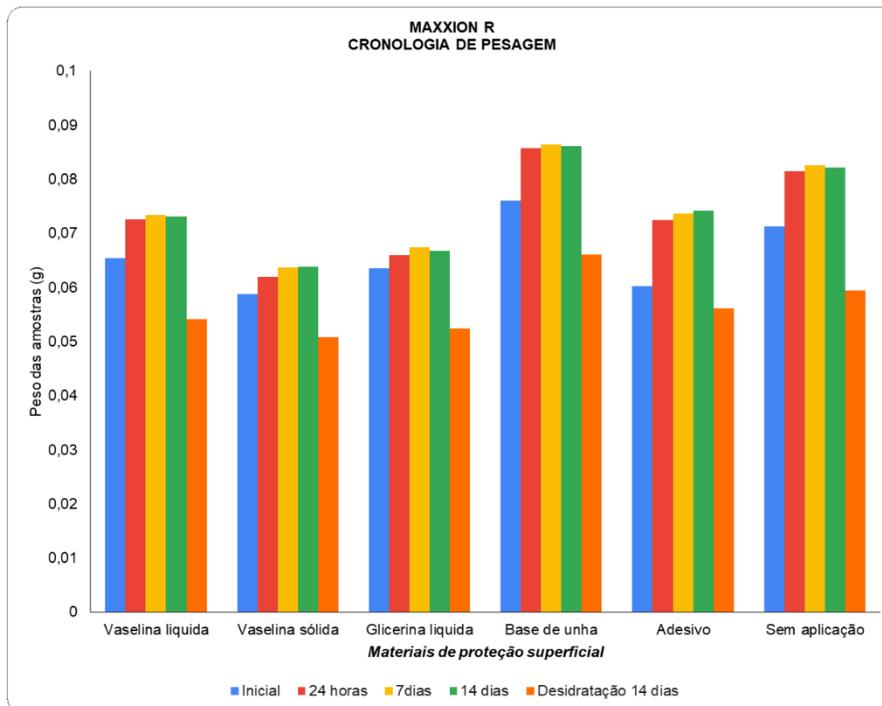


Gráfico 2. Cronologia de pesagem das amostras para os ensaios de sorção e solubilidade (n=10).

No ensaio de sorção o grupo sem aplicação não apresentou diferença do grupo vaselina líquida, base de unha e adesivo ($p > 0,05$) (Gráfico 3). Os grupos vaselina sólida e glicerina líquida não apresentaram diferença estatística ($p < 0,032$) e apresentaram menores valores de sorção percentuais.

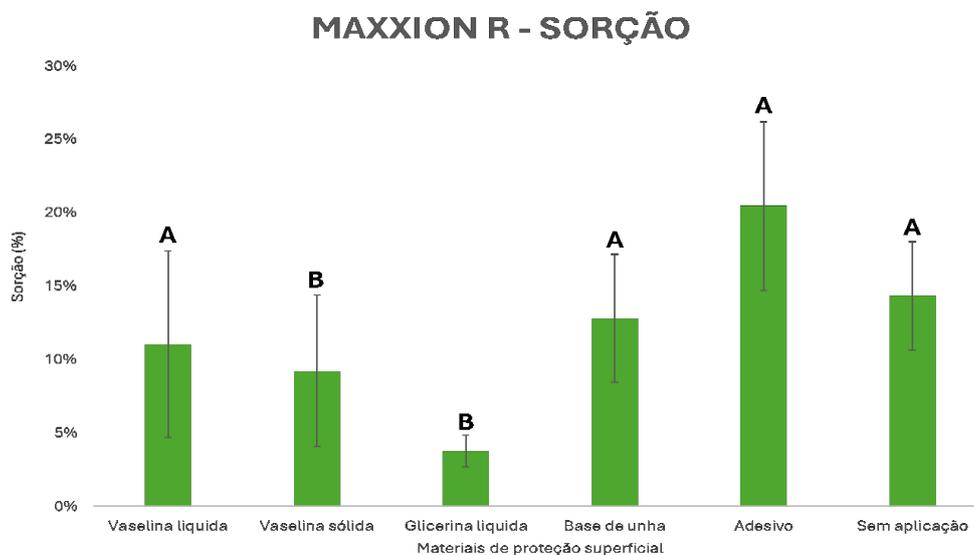


Gráfico 3. Valores (%) de sorção (n=10) das amostras após aplicação de diferentes materiais de proteção superficial. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa ANOVA *one-way* Tukey 5%.

No teste de solubilidade o grupo sem aplicação não apresentou diferença do grupo vaselina líquida, base de unha e adesivo ($p>0,06$). Os grupos vaselina sólida e glicerina líquida apresentaram diferença estatística significativa ($p<0,01$) (Gráfico 4).

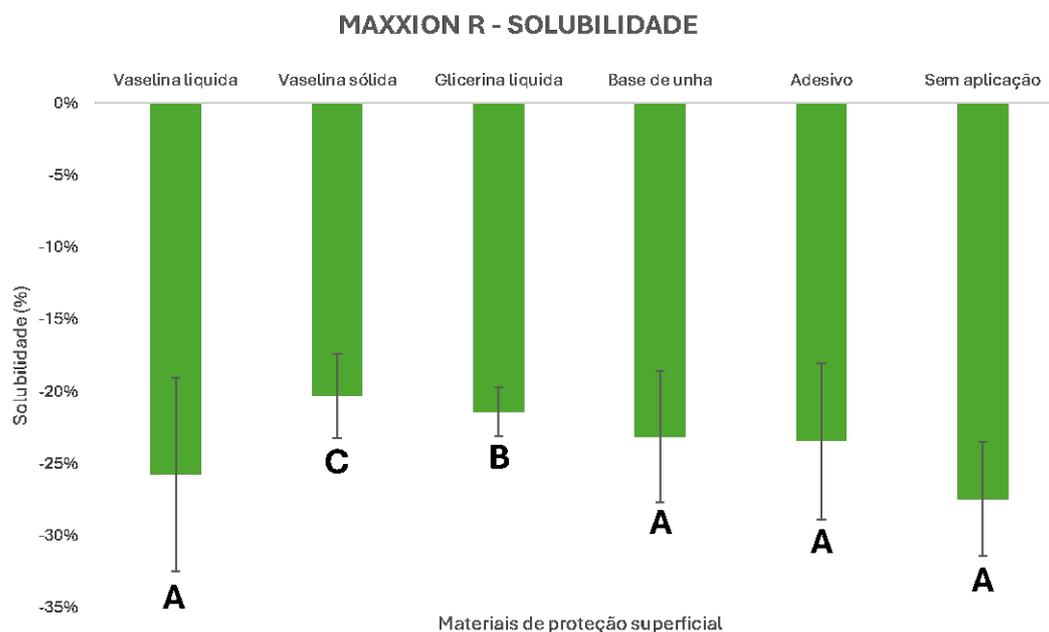


Gráfico 4. Valores (%) de solubilidade (n=10) das amostras após aplicação de diferentes materiais de proteção superficial. Letras diferentes indicam diferença estatística significativa ANOVA *one-way* Tukey 5%.

5. DISCUSSÃO

O pH influencia diretamente a solubilidade dos íons de cálcio e fosfato, componentes do esmalte e da dentina, influenciando na adesão, selamento marginal e a resistência do material (HAJMIRAGHA, 2008). Materiais com pH ácido podem aumentar a desmineralização, enquanto materiais com pH neutro ou alcalino podem favorecer a remineralização, promovendo um ambiente mais estável e resistente à degradação (AMARAL, 2012).

Estudos destacam que conhecer o pH dos materiais de um protocolo restaurador é fundamental para a sobrevida das restaurações, minimizando a solubilidade do CIVc e obtendo suas propriedades adesivas e mecânicas (MESQUITA, 2020). A seleção de materiais de proteção superficial com pH que otimize a restauração é determinante na manutenção mineral possibilitando um melhor desempenho clínico (LIMA, 2018).

A embebição pelo CIVc é um fator crítico que pode afetar significativamente a durabilidade e a integridade das restaurações, podendo levar a alterações dimensionais, que resultam em expansão do material e conseqüente estresse nas interfaces da restauração. Esse processo pode comprometer a adesão entre o CIVc e a estrutura dental, aumentando o risco de infiltração marginal e falhas na restauração (TOLEDANO, 2003). Além disso, a absorção de água pode comprometer as ligações iônicas do CIVc, reduzindo sua resistência mecânica e tornando mais suscetível a desgaste e fratura sob cargas mastigatórias (MARAKBY, 2017). O controle da umidade na cavidade bucal e o uso de revestimentos superficiais apropriados pode mitigar esses efeitos adversos, preservando as propriedades mecânicas e a estabilidade dimensional do CIV, e, assim, prolongando sobrevida das restaurações (NICHOLSON, 2020).

A sinérese do CIVc, uma das reações químicas que pode fragilizar o material, resultando na contração do material, o que pode levar a fissuras e microfraturas na estrutura do CIVc, além de aumentar a susceptibilidade à infiltração bacteriana (XIE, 2000). Restaurações com CIVc em pacientes com xerostomia, a perda de água pelo CIVc é exacerbada, levando a um maior risco de desadaptação marginal e falhas restauradoras precoces (DE MOOR, 2011). Estudos sugerem que o uso de materiais de proteção superficial pode contribuir

para minimizar a sinérese, preservando as propriedades do material (FERREIRA, 2018).

As informações obtidas pelos estudos *in vitro* acerca de protocolos restauradores ionoméricos, são necessárias para que protocolos clínicos sejam estudados com mais evidências científicas. Este tipo de estudo auxilia os pesquisadores e dentistas a conhecerem o comportamento do material em diferentes condições. Nosso estudo apresenta algumas limitações. Embora apresente achados importantes, o estudo não reproduz a dinâmica mastigatória, como suas alterações de pH, térmicas e presença de microorganismos, para reduzir as limitações, os pesquisadores buscaram reproduzir a temperatura bucal e presença de umidade nos ensaios.

6. CONCLUSÃO

Em conclusão, o uso da glicerina líquida promoveu menores resultados de sorção, enquanto a vaselina sólida apresentou resultados melhores no controle da solubilidade.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. R. M. DE 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**, v. 46, n. 6, p. 330–335, 2017.

AMARAL, S., et al. Lesões não cariosas: o desafio do diagnóstico multidisciplinar. **Arquivos Internacionais De Otorrinolaringologia**, v 16, n 1, p. 96–102, 2012.

AMARAL JÚNIOR, O. L. DO et al. A atuação da odontologia hospitalar em uma unidade cardiovascular intensiva. **Revista Eletrônica de Extensão**, v. 17, n. 36, p. 33–40, 2020.

AUSIELLO, P. et al. CAD-FE modeling and analysis of class II restorations incorporating resin-composite, glass ionomer and glass ceramic materials. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 33, n. 12, p. 1456–1465, 2017.

BECCI, A. C. D. O. et al. Resistência de união de uma resina composta a cimentos de ionômeros de vidro utilizando diferentes sistemas adesivos. **Revista de Odontologia da UNESP**, v. 46, n. 4, p. 214–219, 2017.

BORGES, S. X. et al. Material Restaurador Utilizado Nas Unidades Básicas De Saúde De Um Município De Pequeno Porte Na Região Alto Paranaíba Do Estado De Minas Gerais. **Psicologia e Saúde em debate**, v. 3, n. 1, p. 22–33, 2017.

DAVIDSON C. L. Advances in glass-ionomer cements. **Journal of applied oral science**, v. 14 n. 1, p. 3–9, 2006.

DE MOOR, R. J. G. et al. Two-year clinical performance of glass ionomer and resin composite restorations in xerostomic head- and neck-irradiated cancer patients. **Clinical oral investigations**, v. 15, n. 1, p. 31–38, 2011

FERREIRA, M. S., et al. Avaliação dos agentes protetores para restaurações com cimento de ionômero de vidro. **Clínica e Pesquisa em Odontologia-UNITAU**, v 9, n 1, p 25-9, 2018.

HAJMIRAGHA, H., et al. Solubility of three luting cements in dynamic artificial saliva. **Journal of Dentistry of Tehran University of Medical Sciences**, v 5, p. 95–98, 2008.

LIMA, R. B. W. E. et al. Water sorption and solubility of glass ionomer cements indicated for atraumatic restorative treatment considering the time and the pH of the storage solution. **Revista Gaúcha de Odontologia**, v. 66, n. 1, p. 29–34, 2018.

LINS-CANDEIRO, C. L., et al. Therapeutic management of cavitated caries lesion in a patient with sensory processing disorder : Manejo terapêutico de lesão cavitada por cárie em paciente com transtorno de processamento sensorial. **Concilium**, v. 24, n. 11, p. 77–87, 2024.

MARAKBY A.M.E., et al. Evaluation of Anti-Cariogenic Properties among Four Types of Glass Ionomer Cements. **Journal of Oral Dental Health**, v. 1, n. 1, p. 1-5, 2017.

MENEZES-SILVA R., et al. Mechanical and optical properties of conventional restorative glass-ionomer cements - a systematic review. **Journal of Applied Oral Science** v. 27, n. 1, p. e2018357, 2019.

MESQUITA, D. C. M., et al. Perfilometria dimensional do cimento de ionômero de vidro frente aos diferentes ph e tempos de armazenamento. **Revista Ciências e Odontologia**, v 4, n. 2, p. 44-50, 2020.

MICKENAUTSCH, S.; MOUNT, G. J.; YENGOPAL, V. Therapeutic effect of glass ionomers: An overview of evidence. **Australian Dental Journal**. J, v. 56, p. 10–15, 2011.

MUNIZ, A. B. et al. Cimento de ionômero de vidro em odontopediatria: revisão narrativa. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 12, n. 10, p. e3853, 2020.

NICHOLSON J.W, SIDHU S.K, CZARNECKA B. Improving the mechanical properties of glass-ionomer dental cements. **Materials**, v. 13, n.11 p. 2510, 2020

NICHOLSON, J. W., et al. Enhancing the mechanical properties of glass-ionomer dental cements: a review. **Materials**, v 13, n 11, p. 2510, 2020.

SILVA, D. O. C. et al. Cimento de ionômero de vidro e sua aplicabilidade na Odontologia: Uma revisão narrativa com ênfase em suas propriedades. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. e20110514884, 2021

SINGER, L. et al. Evaluation of the flexural strength, water sorption, and solubility of a glass ionomer dental cement modified using phytomedicine. **Materials**, v. 13, n. 23, p. 5352, 2020.

TOLEDANO, M. et al. Sorption and solubility of resin-based restorative dental materials. **Journal of dentistry**, v. 31, n. 1, p. 43–50, 2003.

XIE, D. et al. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. **Dental materials: official publication of the Academy of Dental Materials**, v. 16, n. 2, p. 129–138, 2000.