



UNESP - Universidade Estadual Paulista
“Júlio de Mesquita Filho”
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Beatriz David Alves

Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de cimentos endodônticos

Araraquara
2025



UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara



Beatriz David Alves

Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de cimentos endodônticos

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Odontologia da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista, para a obtenção do grau de Cirurgião-dentista.

Orientador: Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho

Araraquara
2025

A474s Alves, Beatriz David
Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e
resistência de união de cimentos endodônticos / Beatriz
David Alves. -- Araraquara, 2025
27 p. : tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado -
Odontologia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP),
Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Mário Tanomaru Filho

1. Calcarea silicata. 2. Materiais dentários. 3.
Fenômenos físicos. I. Título.

**UNESP - Universidade Estadual Paulista
Faculdade de Odontologia de Araraquara**

Beatriz David Alves

**Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de
cimentos endodônticos**

Orientador: Prof (a) Dr (a) Mário Tanomaru Filho

Assinatura Orientador (a):

Assinatura Aluno (a):

Araraquara, 10 de outubro de 2025.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me sustentado ao longo desses anos e por me mostrar que Seus planos são bem maiores e melhores que os meus. Por me revelar que, antes mesmo de eu me apaixonar pela odontologia, Ele já havia preparado essa missão para mim. Mesmo diante dos medos, Ele sempre esteve ao meu lado, encorajando-me, fortalecendo-me e colocando em meu caminho pessoas especiais.

À minha mãe, Viviane Oliveira David, que desempenhou com excelência o seu papel em minha vida, sendo também pai e melhor amiga. O sonho de me ver formada está se concretizando, e logo estaremos comemorando juntas esta conquista. Serei eternamente grata por tudo que fez e continua fazendo para que eu seja feliz e realize os meus sonhos. Seu amor incondicional e suas orações me salvam e me fortalecem todos os dias. Espero, um dia, ter ao menos metade da força e da coragem que essa mulher tem. Ela é, e sempre será, minha maior inspiração.

À minha irmã e ao meu padrasto, Helena David Nascimento e Jociel dos Reis Nascimento, por estarem presentes em todos os momentos dessa trajetória, por seu amor incondicional e por sempre torcerem por mim.

Aos meus avós, Ana Maria Oliveira David e Antônio Soares David, que contribuíram para a minha formação e que se enchem de orgulho pelas conquistas que venho alcançando.

Ao meu noivo e melhor amigo, Thiago Rodrigues Montrazi, por aplaudir minhas vitórias, ser meu apoio constante e nunca medir esforços para me auxiliar em tudo o que preciso.

À minha dupla, Camila Aparecida Angeleli Florêncio, por dividir essa caminhada acadêmica comigo e por se tornar uma amiga que desejo levar para a vida inteira.

À Geovana Maria da Silva Santos, que, ao compartilhar o apartamento 56 comigo durante esses cinco anos, tornou-se minha família em Araraquara. Nossas conversas, conselhos, alegrias e até os momentos difíceis que vivemos juntas permanecerão na minha memória com muito carinho.

A todos os meus amigos e familiares que torceram por mim, me apoiaram e emanaram boas energias para que eu conquistasse esse sonho. Sua presença foi marcante e indispensável ao longo de toda essa caminhada.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário Tanomaru Filho, pela oportunidade de desenvolver esta e outras pesquisas sob sua orientação e por conduzi-las com tamanha dedicação e maestria.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), pelo financiamento da minha pesquisa, projeto número 9190, e pelo incentivo contínuo à produção científica e ao desenvolvimento acadêmico.

Alves BD. Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de cimentos endodônticos [Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2025.

RESUMO

Novos cimentos biocerâmicos são desenvolvidos. A interação com a dentina pode afetar suas propriedades. O objetivo deste estudo foi avaliar a solubilidade empregando dois modelos de avaliação (discos de cimento ou materiais inseridos em discos de dentina), pH e resistência de união dos cimentos biocerâmicos prontos para uso Bio-C Sealer (BCS, Angelus) ou Sealer Plus BC com estrôncio (SPBCSr, MK Life), em comparação com o cimento resinoso AH Plus (AHP, Dentsply). Discos de cimento com 2 mm de altura e 1,5 mm de diâmetro foram confeccionados (n=10) e armazenados em estufa a 37°C por 2 dias. Discos de dentina bovina foram confeccionados com 2 mm de altura. O preparo dos canais radiculares foi realizado com broca carbide tronco cônica (nº 702) acoplada à peça reta, empregando delineador (BioArt B2). Cada disco de dentina vazio hidratado e desidratado (n=30) foi pesado em balança de precisão HM-200. Em seguida, os discos de dentina foram preenchidos com BCS, SPBCSr ou AHP (n=10) e armazenados em estufa a 37°C por 2 dias. Após esse período, os espécimes foram novamente pesados. As amostras foram imersas em 7,5 mL de água destilada por 7 dias, mantidas em estufa a 37°C. O pH da solução de imersão foi avaliado por meio de pHmetro digital nos períodos de 1, 3 e 7 dias. A massa final foi determinada após o período de imersão. Discos de dentina vazios (n=10) foram usados como controle para pH. A diferença entre massa inicial e final foi calculada em porcentagem. Adicionalmente, teste de resistência de união (*push-out*) foi realizado. Raízes de dentes bovinos foram inseridas em resina automotiva e seccionadas, obtendo 30 discos de dentina/resina com 2 mm de altura. O preparo dos canais foi realizado com delineador e broca carbide tronco cônica dentada (nº 702). Após irrigação, os discos foram preenchidos com BCS, SPBCSr ou AHP (n=10) e armazenados em estufa a 37°C por 7 dias. A resistência de união foi avaliada usando uma máquina de teste Emic DL 2000 com célula de carga de 1 kN a 0,5 mm/min. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e, posteriormente, aos testes estatísticos adequados ($\alpha=5\%$). BCS e SPBCSr apresentaram maior pH após 1 dia. Aos 3 e 7 dias, BCS manteve maior pH ($p<0.05$). AHP apresentou menor solubilidade, seguido por BCS e SPBCSr. BCS e SPBCSr apresentaram maior solubilidade em corpos de prova do que inseridos em dentina. AHP apresentou maior resistência de união, seguido por BCS e, por último, SPBCSr ($p<0.05$). Conclui-se que SPBCSr proporciona potencial de alcalinização, mas apresenta maior solubilidade e menor resistência de união que BCS e AHP.

Palavras – chave: Calcareia silicata; Materiais dentários; Fenômenos físicos.

Alves BD. Solubility in different evaluation models, pH, and bond strength of endodontic cements [Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Odontologia]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2025.

ABSTRACT

New bioceramic sealers are being developed. Their interaction with dentin can affect their properties. The aim of this study was to evaluate solubility using two assessment models (cement discs or materials inserted into dentin discs), pH, and bond strength of ready-to-use bioceramic sealers Bio-C Sealer (BCS, Angelus) or Sealer Plus BC with strontium (SPBCSr, MK Life), compared to the resin-based sealer AH Plus (AHP, Dentsply). Cement discs measuring 2 mm in height and 1.5 mm in diameter were fabricated (n=10) and stored in an incubator at 37°C for 2 days. Bovine dentin discs were prepared with 2 mm in height. Root canal preparation was performed using a tapered carbide bur (No. 702) attached to a straight handpiece, using a canal guide (Bio Art B2). Each empty hydrated and dehydrated dentin disc (n=30) was weighed on a precision scale (HM-200). Then, the dentin discs were filled with BCS, SPBCSr, or AHP (n=10) and stored at 37°C for 2 days. After this period, specimens were weighed again. Samples were immersed in 7.5 mL of distilled water for 7 days and kept in an incubator at 37°C. The immersion solution pH was evaluated using a digital pH meter at 1, 3, and 7 days. Final mass was measured after the immersion period. Empty dentin discs (n=10) were used as pH controls. The difference between initial and final mass was calculated as a percentage. Additionally, a bond strength (push-out) test was performed. Bovine tooth roots were embedded in auto-curing resin and sectioned to obtain 30 dentin/resin discs with 2 mm in height. Canal preparation was carried out using a guide and dentated tapered carbide bur (No. 702). After final irrigation, the discs were filled with BCS, SPBCSr, or AHP (n=10) and stored at 37°C for 7 days. Bond strength was evaluated using a universal testing machine (Emic DL 2000) with a 1 kN load cell at a constant speed of 0.5 mm/min. Data were submitted to normality testing, followed by appropriate statistical tests ($\alpha=5\%$). BCS and SPBCSr showed higher pH after 1 day. At 3 and 7 days, BCS maintained the highest pH ($p<0.05$). AHP showed the lowest solubility, followed by BCS and SPBCSr. BCS and SPBCSr had greater solubility in material specimens than when inserted into dentin. AHP showed the highest bond strength, followed by BCS, and the lowest was observed for SPBCSr ($p<0.05$). It is concluded that SPBCSr has alkalization potential, but presents higher solubility and lower bond strength than BCS and AHP.

Keywords: Calcareo silicatos; Materiais dentários; Fenômenos físicos.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	8
2 PROPOSIÇÃO.....	11
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	12
4 MATERIAL E MÉTODO.....	14
4.1 Cálculo amostral.....	14
4.2 Preparo dos espécimes	15
4.3 Preparo dos discos de dentina	15
4.4 Determinação da massa de dentina.....	15
4.5 Preenchimento dos espécimes	16
4.6 Análise de massa inicial e imersão dos espécimes	16
4.7 Análise do pH e determinação da massa final dos espécimes	16
4.8 Resistência de união por meio de teste <i>push-out</i>	17
4.9 Análise estatística	17
5 RESULTADO.....	18
6 DISCUSSÃO.....	20
7 CONCLUSÃO.....	22
REFERÊNCIAS.....	23
ANEXO A	27

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho de conclusão de curso é baseado em pesquisa de iniciação científica aprovada e financiada pelo CNPq/PIBIC, projeto nº 9190. Tal pesquisa foi apresentada no XXXVI Congresso de Iniciação Científica da Unesp: “Ciência em tempos de crise climática e social”, publicada nos anais do evento (ISSN 2178-860X)* e possui certificado de aprovação (ANEXO A).

A obturação dos canais radiculares visa promover selamento tridimensional, prevenindo a re-infecção por microrganismos sobreviventes aos procedimentos de limpeza e desinfecção^{1,2}. Cimentos obturadores biocerâmicos ganharam notório espaço na Endodontia especialmente por suas excelentes propriedades biológicas, como biocompatibilidade e potencial bioativo^{3,4}. No entanto, altos valores de solubilidade são relatados para materiais biocerâmicos^{2,5-9} com base nas normativas da International Organization for Standardization (ISO) 6876/2012 e American National Standards Institute (ANSI) / American Dental Association (ADA) nº 57/2000^{10,11}.

Bio-C Sealer (BCS, Angelus, Londrina, Paraná, Brasil) é um cimento endodôntico biocerâmico pré-misturado e pronto para uso. BCS apresenta tempo de presa, pH, radiopacidade e escoamento adequados^{5,12,13}, bem como biocompatibilidade e potencial bioativo^{3,13}. Sealer Plus BC com estrôncio (SPBCSr, MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil) é um novo cimento biocerâmico à base de silicato de estrôncio disponível na apresentação pronto para uso. O estrôncio apresenta papel importante na remodelação óssea, estando associado tanto à estimulação da atividade de osteoblastos quanto à diminuição da ação de osteoclastos. Dessa forma, espera-se que a incorporação de estrôncio nos materiais promova maior bioatividade aos cimentos¹⁴. Os novos materiais devem ser estudados, uma vez que são observados para cimentos biocerâmicos valores de solubilidade superiores ao proposto pelas diretrizes ISO⁵. Por outro lado, AH Plus (AHP, Dentsply Sirona, Alemanha) é um cimento à base de resina epóxi considerado padrão-ouro e tem sido usado como referência para investigações de materiais endodônticos, devido às

* Parte desta pesquisa foi publicada nos anais do XXXVI Congresso de Iniciação Científica da Unesp: “Ciência em tempos de crise climática e social”. Alves BD, Nogueira MLG, Ramos MC, Tanomaru-Filho M, Gueirro-Tanomaru JM. Solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de cimentos endodônticos. Águas de Lindóia (SP) Hotel Bendito Cacao Family Resort, 2024. Disponível em: <https://eventos.reitoria.unesp.br/anais/xxxviciunesp/1015787-solubilidade-em-diferentes-modelos-de-avaliacao-ph-e-resistencia-de-uniao-de-cimentos-endodonticos>

suas excelentes propriedades físico-químicas, incluindo baixa solubilidade^{7,8}. Desta forma, avaliações das propriedades de BCS e SPBCSr em comparação com AHP são necessárias para melhor entendimento do comportamento de materiais à base de silicato de cálcio.

Baixa solubilidade está relacionada com menor possibilidade de infiltração por fluidos teciduais no interior do material obturador⁷. De acordo com as normas ISO e ANSI/ADA, cimentos endodônticos devem apresentar valores inferiores a 3% de solubilidade. A avaliação da solubilidade é realizada pela diferença de massa, em gramas, antes e após a imersão em água destilada após um período de 24h. No entanto, diretrizes ISO e ANSI/ADA apresentam limitações para avaliar corretamente a solubilidade de cimentos com natureza hidrofílica, como cimentos biocerâmicos^{2,15}. Dentre essas limitações, destacam-se a possibilidade de ocorrer perda de massa para esses cimentos após imersão em água destilada em função da desidratação dos espécimes durante a secagem, bem como pela captação de água do meio devido sua característica hidrofílica¹⁶, podendo não refletir os reais valores de solubilidade. Além disso, o período de avaliação da solubilidade por 24h pode não fornecer informações sobre esses materiais ao longo do tempo⁶. Desta forma, o uso de novas abordagens metodológicas para avaliação da solubilidade de cimentos biocerâmicos pode representar alternativas importantes^{6,17}. O emprego da dentina para avaliação da solubilidade dos biocerâmicos torna-se relevante uma vez que sua interação com o cimento induz a formação de uma camada mineralizada na interface material/dentina, o que pode melhorar as propriedades mecânicas e físicas dos materiais¹⁸. Estudo prévio demonstrou pouca influência na solubilidade de cimentos biocerâmicos usando modelos de polietileno ou dentina bovina após imersão em água destilada ou PBS¹⁷. No entanto, ainda não existem estudos avaliando a solubilidade de BCS ou SPBCSr após imersão em água destilada por 7 dias usando corpos de prova segundo padrão ISO ou discos de dentina bovina.

Materiais à base de silicato de cálcio demonstram pH alcalino por meio de liberação de íons cálcio (Ca^{2+}) e hidroxila (OH^-)¹³. Esta alcalinidade pode contribuir na biocompatibilidade, potencial osteogênico e atividade antimicrobiana desses materiais, desempenhando papel fundamental no reparo dos tecidos periapicais¹³. BCS apresenta adequada capacidade de alcalinização^{5,13,19}, mesmo após exposição a temperatura de 100 °C²⁰.

Teste mecânico *push-out* é empregado para avaliar a resistência de união de materiais biocerâmicos à dentina radicular²¹⁻²⁴. Adequada adesão de materiais endodônticos as paredes do canal minimiza a ocorrência de espaços vazios, contribuindo para melhor prognóstico²⁵. Resistência de união similar foi demonstrada para BCS e Sealer Plus BC (MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil) no terço apical de pré-molares inferiores²³. Por outro lado, menor resistência de união foi relatada para canais ovais obturados com BCS em comparação com AHP²¹. No entanto, a resistência de união de SPBCSr é desconhecida, bem como não existem dados disponíveis sobre a resistência de união de BCS utilizando discos de dentina bovina.

Desta forma, o desenvolvimento de metodologias alternativas empregando dentina bovina para avaliação de propriedades de materiais biocerâmicos podem permitir avaliações mais aproximadas de um cenário clínico.

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo tem como objetivo avaliar a solubilidade empregando diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união dos cimentos endodônticos biocerâmicos pronto para uso Bio-C Sealer ou Sealer Plus BC com estrôncio em comparação ao cimento resinoso AH Plus.

3 REVISÃO DA LITERATURA

Para a revisão de literatura deste projeto foram selecionados artigos que abrangem propriedades de cimentos endodônticos biocerâmicos, como solubilidade, pH e resistência de união, com foco para o Bio-C Sealer (BCS) e Sealer Plus BC com estrôncio (SPBCSr), comparando-os com cimento resinoso AH Plus (AHP), que é considerado padrão ouro. Além disso, também foram analisadas as características que o estrôncio (Sr) pode agregar aos cimentos de uso odontológico.

Pradelli JA *et al.*²⁶ avaliaram propriedades físico-químicas e antibiofilme dos cimentos biocerâmicos NeoSalerFlo (NSF) e NeoMTA2 (NMTA2), comparando-os com o Bio-C Sealer e o AH Plus Jet. A solubilidade foi avaliada a partir de discos seladores com 7,75 mm de diâmetro interno e 1,5mm de altura (n=6), em que foram mantidos em estufa a 37°C por 24h para obtenção da massa inicial através da pesagem em balança de precisão. Após essa etapa, as amostras foram mantidas a 37°C por 7 dias em 7,5ml de água destilada. Para obtenção da massa final, após esse período, as amostras foram retiradas da água destilada, secas com papel absorvente e levadas a um desumidificador para estabilização da massa e então, nova pesagem foi realizada. Já o pH foi avaliado a partir de tubos de polietileno preenchidos com os cimentos (n=10) imersos em 10ml de água deionizada, mantidos em 37°C. As medições do pH foram realizadas através de pHmetro digital após 1, 3, 7 e 14 dias. Para o teste de resistência de união foram utilizados espécimes obtidos a partir de incisivos bovinos incluídos em resina de laminação seccionados transversalmente com 2mm de espessura. Esses espécimes passaram por teste *push out* após 7 dias armazenados em 37°C e 95% de umidade. Como resultado, obteve-se que o NSF e o BCS apresentaram maior solubilidade, e o AHP a menor solubilidade. BCS apresentou maior pH que o AHP, mas a resistência de união do AHP foi maior comparado ao BCS.

Inada RNH *et al.*²⁷ realizaram experimento *in vivo*, a partir da utilização de modelos de tubo de dentina implantados no tecido subcutâneo de ratos. O pH foi avaliado nesse estudo para os cimentos Sealer Plus BC (SP), Bio-C Sealer (BIOC), TotalFill BC Sealer (TF) e AH Plus (AHP), sendo n=6 por grupo/período e os períodos foram 7, 15, 30 e 60 dias. O pH foi medido através da análise da reação inflamatória ocorrida em cada grupo e período. BIOC apresentou a maior quantidade de células inflamatórias no 7º e 15º dia, comparado ao SP e TF, exibindo o maior

pH. Essa quantidade de células inflamatórias reduziu com o tempo, mostrando a biocompatibilidade dos biocerâmicos, diferente do que se observou com o AHP, que apesar de diminuído o infiltrado inflamatório ao longo dos dias, apresentou a maior quantidade de infiltrado em todos os períodos, o que pode estar relacionado à sua composição à base de resina epóxi que atrapalha a cicatrização e presença de aminas que aceleram a polimerização²⁸. Sendo assim, o estudo de Inada RNH *et al.*²⁷ aponta que o Sealer Plus BC apresenta poder de alcalinização, apesar do pH do BIOC ser superior.

Pelepenko LE *et al.*²⁹, descreveram propriedades do estrôncio (Sr) para uso em materiais odontológicos, com grande impacto para substituir o cálcio (Ca) no âmbito dos materiais bioativos. A metodologia do estudo em questão usa de modelos *in vivo*, ou seja, ratos machos separados por grupos de 5 animais por material em cada período de teste, fato que traz mais confiabilidade ao comparar com o cenário clínico. Os materiais testados foram: silicato tricálcico, silicato tricálcico dopado com 50% ou 100% de estrôncio substituindo o cálcio, hidroxiapatita, hidroxiapatita dopada com 50% ou 100% de estrôncio substituindo o cálcio, vidro bioativo, vidro bioativo dopado com 50% ou 100% de estrôncio substituindo o cálcio, cimento de ionômero de vidro livre de estrôncio e ionômero de vidro dopado com estrôncio. Foi avaliada a lixiviação dos íons Ca e Sr após 30 e 180 dias, notando que a dopagem com Sr garante uma menor liberação desses íons. Também foi avaliada a resposta inflamatória tecidual através da histologia dos tecidos em contato com os materiais testes após implantação subcutânea, tendo como resultado uma inflamação moderada após 30 dias para o silicato tricálcico, a hidroxiapatita, o vidro bioativo e grupos dopados com Sr, em contrapartida, uma inflamação intensa foi observada para ionômeros de vidro. Mas, aos 180 dias, houve uma redução dessa inflamação, porém com evidência desse quadro ainda presente para materiais dopados com 100% de Sr e ionômeros de vidro. Em outra análise, a migração de íons Ca para tecidos periféricos após 30 e 180 dias da implantação foi observada, enquanto o Sr permaneceu estável e sem soltura do material estudado.

4 MATERIAL E MÉTODO

Os cimentos endodônticos utilizados no estudo e a subdivisão dos grupos estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1- Grupos experimentais, materiais com seus respectivos fabricantes, tipo de amostra, solução de imersão e teste e períodos de avaliação

Grupo	Material/ Fabricante	Tipo de amostra	Solução de Imersão	Teste/ Períodos
1 BCS/CP	Bio-C Sealer Angelus, Londrina, PR, Brasil	Corpos de prova (n=10)	Água destilada	Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias
2 BCS/DDR		Discos de dentina bovina (n=10)		Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias
3 SPBCSr/CP	Sealer Plus BC com estrôncio MK Life, Porto Alegre, RS, Brasil	Corpos de prova (n=10)	Água destilada	Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias
4 SPBCSr/DDR		Discos de dentina bovina (n=10)		Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias
5 AHP/CP	AH Plus Dentsply Sirona, Alemanha	Corpos de prova (n=10)	Água destilada	Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias
6 AHP/DDR		Discos de dentina bovina (n=10)		Solubilidade por 7 dias pH 1, 3, 7 dias

BCS: Bio-C Sealer, SPBCSr: Sealer Plus BC com estrôncio, AHP: AH Plus, CP: Corpo de prova, DDR: Disco de dentina.

Fonte: Elaboração própria.

4.1 Cálculo amostral

O programa G * Power 3.1.7 para Windows (Heinrich-Heine-Universität Dusseldorf, Dusseldorf, Alemanha) foi utilizado para o cálculo amostral. O teste ANOVA foi utilizado com um erro do tipo Alpha de 0.05 e poder Beta de 0.95 para todas as variáveis. O tamanho de efeito para cada variável foi calculado: solubilidade 0,79¹⁷, pH 1,13³⁰ e resistência de união 0,80³¹. Um total de 10 espécimes por grupo foi indicado como sendo o tamanho ideal necessário.

4.2 Preparo dos espécimes

Corpos de prova isolados e em discos de dentina foram empregados neste estudo. Para a confecção dos corpos de prova, moldes circulares com 2 mm de altura e 1,5 mm de diâmetro interno foram preparados empregando silicone de condensação Oranwash L Fluido e silicone de condensação com catalizador Indurent gel (Zetaplus, Zhermack, Badia Polesine, Itália). Para a confecção dos discos de dentina, dentes incisivos bovinos extraídos (n=10) foram utilizados. Exames radiográficos, por meio de sistema digital (Kodak RVG 6100, Marne-la-Vallée, France), foram realizados para confirmação de ausência de anomalias. Posteriormente, as coroas e os 2 mm apicais foram seccionados transversalmente empregando máquina de corte Isomet 1000 (Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA).

4.3 Preparo dos discos de dentina

As raízes foram seccionadas transversalmente por meio de máquina de corte Isomet 1000 (Buehler Ltda, Lake Bluff, IL, EUA), obtendo 40 discos de dentina com 2 mm de altura. Posteriormente, cada disco foi posicionado sobre a base de um delineador (BioArt B2; BioArt Equipamentos Odontológicos, São Carlos, SP, Brasil) e com uma broca carbide tronco cônica dentada (nº 702, Vortex Equipamentos, São Paulo, SP, Brasil) acoplada à peça reta (kavo, Moema, SP, Brasil) foi realizado o preparo dos canais radiculares. Após preparo, os espécimes foram imersos em 30 mL de NaOCl 2,5%, 30 mL de EDTA 17%, seguidos de 30 mL de água destilada, por 3 minutos em cada solução.

4.4 Determinação da massa de dentina

Após o preparo, os discos de dentina vazios (n=30) foram imersos em água destilada e armazenados em estufa a 37°C por 24h. Após esse período, cada disco foi pesado em balança de precisão HM-200 (A & D Enginerring, Inc., Bradford, MA, EUA) para determinar a massa de dentina hidratada. Em seguida, as amostras foram colocadas no dessecador com sílica e pesadas a cada 24h até estabilização da massa para obtenção da massa de dentina desidratada, que nesse estudo foi observada após 72h. Posteriormente, os discos de dentina foram novamente imersos em água destilada e armazenados em estufa a 37°C por 24 horas.

4.5 Preenchimento dos espécimes

Os modelos circulares e cavidades de dentina foram preenchidos com BCS, SPBCSr ou AHP (n=10) utilizando um kit de condensadores (Ref.: 324501, nº 2, 3 e 4; Golgran; São Caetano do Sul, SP, Brasil). Na sequência, as amostras foram mantidas em estufa a 37°C e 95% de umidade por 2 dias.

4.6 Análise da massa inicial e imersão dos espécimes

Decorridos 2 dias em estufa, os espécimes foram pesados em balança de precisão HM-200 (A & D Engineering, Inc., Bradford, MA, EUA) para determinação da massa inicial de cada amostra. Na sequência, os espécimes foram imersos em 7,5 mL de água destilada e mantidos em estufa em temperatura de 37°C e 95% de umidade por 7 dias.

4.7 Análise do pH e determinação da massa final dos espécimes

O pH das soluções de imersão foi avaliado em diferentes períodos (1, 3 e 7 dias). O pH das soluções foi aferido por meio de pHmetro digital (Mettler Toledo, Columbus, Ohio, EUA) previamente calibrado. Discos de dentina vazios (n=10) foram usados como grupo controle para avaliação de pH.

Decorridos os 7 dias de imersão, as amostras foram pesadas em balança de precisão a cada 24h até estabilização da massa final sendo armazenadas em dessecador com sílica. No estudo, a estabilização da massa final ocorreu após 4 dias para os corpos de dentina e após 7 dias para os corpos de prova.

A porcentagem de perda de massa do material foi determinada pelas seguintes fórmulas:

Fórmula para os corpos de prova:

$$\% \text{Solubilidade do material} = \frac{(\text{Massa Final}) * 100}{(\text{Massa inicial})}$$

Fórmula para os discos de dentina baseada em estudo piloto do grupo de pesquisa:

$$\% \text{Solubilidade do material} = (\text{Massa Final preenchida em dessecador} - \text{Massa Inicial preenchida hidratada}) * 100$$

4.8 Resistência de união por meio de teste *push-out*

Dentes bovinos extraídos (n=10) foram radiografados e inseridos em resina automotiva (Resina Poliéster automotiva – Natrielli Química LTDA, São Paulo, Brasil) empregando tubos de PVC, posicionados sobre uma lâmina de cera utilidade (Ceras Wilson; Polidental, Cotia, SP, Brasil). Após o tempo de endurecimento da resina (48h), os cilindros de PVC foram removidos e o conjunto (dentina/resina) foi seccionado transversalmente por meio de máquina de corte Isomet 1000, obtendo 30 discos de dentina/resina com 2 mm de altura. Posteriormente, cada disco foi posicionado sobre a base de um delineador (BioArt B2) e com uma broca carbide tronco cônica dentada (nº 702) acoplada à peça reta (kavo) foi realizado o preparo dos canais radiculares. Após irrigação final, os discos de dentina/resina foram preenchidos com BCS, SPBCSr ou AHP (n=10) e armazenados em estufa a 37°C por 7 dias.

O teste *push-out* foi realizado empregando máquina de teste Emic DL 2000 com uma célula de carga de 1 kN operando a uma velocidade constante de 0,5 mm/min e punção cilíndrica de aço inoxidável com diâmetro de 1,2 mm. Carga constante foi aplicada para avaliar o deslocamento do material obturador. A carga máxima foi registrada em Newton (N) e depois convertida para Megapascal (MPa) usando a seguinte fórmula:

$$\text{MPa} = N / A$$

N = carga máxima (N), A = área da superfície de união (mm²).

A área de superfície de união de cada amostra foi calculada como:

$$(\pi r_1 + \pi r_2) \times L$$

$L = \sqrt{(r_1 - r_2)^2 + h^2}$; p é a constante 3.14, r1 e r2 são os raios menores e maiores do canal radicular, respectivamente, e h é a espessura de cada seção, em mm, medida com um paquímetro digital (Mitutoyo, Suzano, SP, Brasil).

4.9 Análise estatística

Os dados obtidos nos diferentes ensaios foram submetidos à análise estatística para determinar a normalidade da distribuição amostral e em seguida aos testes estatísticos complementares com nível de significância de 5%.

5 RESULTADO

AHP apresentou menor solubilidade quando comparado aos demais cimentos nos discos de dentina e em corpos de prova ($p<0.05$), seguido por BCS e SPBCSr. Na análise dos corpos de prova segundo a Norma ISO, houve diferença entre as solubilidades de BCS e SPBCSr ($p<0.05$). AHP apresentou maior valor de solubilidade em tubos de dentina em comparação aos corpos de prova, segundo a Norma ISO ($p<0.05$), enquanto BCS e SPBCSr apresentaram menores valores de solubilidade nos tubos de dentina em comparação aos corpos de prova ($p<0.05$) (Tabela 1). BCS e SPBCSr apresentaram maior pH após 1 dia. Aos 3 e 7 dias, BCS mostrou maior pH ($p<0.05$) (Tabela 2). AHP apresentou maior RU, seguido por BCS e a menor RU foi observada para SPBCSr ($p<0.05$) (Tabela 3).

Tabela 1- Média e $\pm$ desvio padrão da solubilidade dos cimentos AH Plus, Bio-C Sealer e Sealer Plus BC com estrôncio avaliados pelos tubos de dentina e pelas normas ISO

	Tubos de Dentina	Corpos de Prova ISO
AHP	0.374 (± 0.17) ^{aA}	0.035 (± 0.03) ^{aB}
BCS	3.673 (± 1.29) ^{bA}	5.156 (± 0.44) ^{bB}
SPBCSr	4.205 (± 0.50) ^{bA}	6.396 (± 1.37) ^{cB}

Letras minúsculas sobrescritas na mesma coluna indicam diferença estatística para a média da solubilidade entre os materiais para um mesmo método de avaliação. Letras maiúsculas sobrescritas na mesma linha indicam diferença estatística para a média da solubilidade do mesmo material avaliado pelos dois métodos.

Fonte: Elaboração própria

Tabela 2 - Média e $\pm$ desvio padrão dos valores de pH de Bio-C Sealer, Sealer Plus BC com estrôncio e AH Plus imersos em água destilada (AD) em diferentes períodos experimentais

	BCS	SPBCSr	AHP	Controle
	AD	AD	AD	AD
1d	10.3($\pm$ 0.6) ^a	10.5($\pm$ 0.2) ^a	7.6($\pm$ 0.2) ^b	7.6($\pm$ 0.2) ^b
3d	10.3($\pm$ 0.6) ^a	8.9($\pm$ 0.1) ^b	7.5($\pm$ 0.1) ^c	7.7($\pm$ 0.2) ^c
7d	9.9($\pm$ 0.5) ^a	8.2($\pm$ 0.3) ^b	7.3($\pm$ 0.2) ^c	7.4($\pm$ 0.1) ^c

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatisticamente significativa entre os tempos dentro de cada meio e grupo investigados ($p < 0.05$).

Fonte: Elaboração própria

Tabela 3 - Média e $\pm$ desvio padrão da resistência de união (MPa) ao *push-out* dos cimentos Sealer Plus com estrôncio, Bio-C Sealer e AH Plus após tratamento com AD

	AD
AHP	8.351 ($\pm$ 2.589) ^a
BCS	3.928 ($\pm$ 1.123) ^b
SPBCSr	1.031 ($\pm$ 0.4315) ^c

Letras minúsculas sobrescritas indicam diferença estatística para resistência de união (MPa) entre os cimentos endodônticos avaliados.

Fonte: Elaboração própria

6 DISCUSSÃO

O estudo avaliou a solubilidade em diferentes modelos, pH e resistência de união de dois cimentos endodônticos biocerâmicos (BCS e SPBCSr), prontos para uso, em comparação ao cimento resinoso (AH Plus) após imersão em água destilada por 7 dias. O emprego de discos da dentina para avaliação da solubilidade dos cimentos biocerâmicos é importante, haja vista que a interação entre a dentina e o cimento induz formação de uma camada mineralizada na interface dentina/material, podendo resultar em melhores propriedades mecânicas e físicas para esses materiais¹⁸.

A avaliação da solubilidade de cimentos biocerâmicos é realizada baseando em um padrão não específico para tais materiais, que é a diretriz denominada ISO 68769, desenvolvida para avaliar outros materiais de natureza não hidrofílica³², e segundo essa diretriz os valores para solubilidade devem ser inferiores à 3%. Entretanto, estudos relataram valores de solubilidade superior a 3% para materiais biocerâmicos quando avaliados pelo método convencional³³. Logo, avaliar a solubilidade de cimentos hidráulicos de acordo com as normas ISO apresenta limitações, uma vez que por serem materiais à base de silicato de cálcio, ocorre a partir da reação de hidratação e da reação de presa, formação de sais de cálcio solúveis e hidróxido de cálcio que passam pelo processo de lixiviação, o que tem como consequência, resultados imprecisos^{2,15}. O estudo realizado teve como resultado maior solubilidade para o SPBCSr, seguido do BCS e AHP após 7 dias de imersão em água destilada, além do SPBCSr e do BCS apresentarem maior solubilidade nos corpos de prova que nos discos de dentina, enquanto que o AHP apresentou maior solubilidade nos discos de dentina que nos corpos de prova. Isso pode ser explicado pela interação dos cimentos hidráulicos com a água destilada do meio, ou seja, esse não é meio adequado para testar a solubilidade desses materiais, já que os fluidos teciduais que correspondem a uma situação clínica mais próxima do real contêm sais e proteínas³².

Já quando avaliado os valores de pH, nota-se que cimentos à base de silicato de cálcio que apresentam caráter hidrofílico, apresentam pH alcalino, justificado pela reação de hidratação que provoca liberação de íons cálcio (Ca^{2+}) e hidroxila (OH^-), que contribuem para a reparação dos tecidos periapicais¹³. Esse ambiente alcalino está relacionado com a atividade antimicrobiana dos cimentos, inclusive sua

atividade contra o microorganismo resistente *Enterococcus faecalis*³³. No estudo em questão, foi observado maior potencial de alcalinização para o BCS e para o SPBCSr após 1 dia ($p<0.05$). Após os dias 3 e 7, o BCS apresentou o maior potencial de alcalinização ($p<0.05$).

A resistência de união (RU) é importante para o sucesso do tratamento endodôntico. A análise da RU visa avaliar a adesão do material endodôntico as paredes dos canais radiculares³⁴, com a finalidade de minimizar a ocorrência de espaços vazios, o que terá como resultado um melhor selamento e, consequentemente, melhor prognóstico³⁵. Os resultados obtidos através do teste de *push-out* para os três cimentos analisados após tratamento com água destilada, indicaram menor RU para o SPBCSr, seguido do BCS e o AHP apresentando a maior RU ($p<0.05$). Estudos relataram que apesar dos cimentos biocerâmicos de natureza hidráulica apresentarem bom vedamento do sistema de canais radiculares, as soluções irrigadoras podem interferir na adesão dos cimentos à base de silicato de cálcio prejudicando sua resistência de união³⁶, o que justifica a menor RU dos cimentos biocerâmicos em comparação ao cimento endodôntico resinoso AH Plus no estudo.

A interação dos cimentos biocerâmicos com a dentina pode provocar alterações nas suas propriedades³⁷. Com isso, o desenvolvimento de metodologias alternativas que fazem estudos a partir de dentina bovina para analisar as propriedades desses materiais biocerâmicos, podem contribuir para o sucesso da terapia endodôntica, uma vez que propõem uma realidade mais próxima ao cenário clínico, podendo ser mais promissora de resultados confiáveis. Nessa medida, o estudo realizado foi proposto para avaliar a solubilidade em diferentes modelos de avaliação, pH e resistência de união de materiais endodônticos à base de silicato de cálcio com o objetivo de possibilitar conhecimentos sobre essas propriedades, tornando viável o emprego *in vivo*. Além disso, os resultados apresentados nesse estudo poderão ser usados como base para comparação em outros estudos que visam o aperfeiçoamento das investigações acerca dos cimentos endodônticos biocerâmicos, haja vista que o estudo a partir de discos de dentina para avaliação da solubilidade apresenta-se como uma alternativa mais próxima da realidade, o que em consequência trará mais veracidade para a aplicação clínica.

7 CONCLUSÃO

Conclui-se que o cimento resinoso AHP apresentou menor solubilidade quando comparado aos cimentos biocerâmicos nos discos de dentina e em corpos de prova ($p<0.05$), seguido por BCS e SPBCSr. BCS e SPBCSr apresentaram menores valores de solubilidade nos tubos de dentina em comparação aos corpos de prova ($p<0.05$).

No primeiro dia os cimentos biocerâmicos, SPBCSr e BCS, apresentaram maior potencial de alcalinização. Mas, a partir do terceiro dia, maior pH é observado para o BCS, seguido pelo SPBCSr e o menor pH para AHP.

Na análise da resistência de união os cimentos biocerâmicos foram os que obtiveram os menores valores, sendo o SPBCSr o que apresentou a menor resistência, seguido pelo BCS e o AHP com maior resistência.

REFERÊNCIAS*

1. Siqueira Jr JF, Rôças IN. Present status and future directions: microbiology of endodontic infections. *Int Endod J*. 2022; 55 Suppl 3: 512-30.
2. Souza LC, Neves GST, Kirkpatrick T, Letra A, Silva R. Physicochemical and biological properties of AH plus biocerâmico. *J Endod*. 2023; 49(1): 69-76.
3. Alves Silva EC, Tanomaru-Filho M, da Silva GF, Delfino MM, Cerri PS, Guerreiro-Tanomaru JM. Biocompatibility and bioactive potential of new calcium silicate-based endodontic sealers: Bio-C Sealer and Sealer Plus BC. *J Endod*. 2020; 46(10): 1470-7.
4. Sanz JL, López-García S, Rodríguez-Lozano FJ, et al. Cytocompatibility and bioactive potential of AH plus bioceramic sealer: an in vitro study. *Int Endod J*. 2022; 55(10): 1066-80.
5. Zordan-Bronzel CL, Torres FFE, Tanomaru-Filho M, Chávez-Andrade GM, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM. Evaluation of physicochemical properties of a new calcium silicate-based sealer, Bio-C Sealer. *J Endod*. 2019; 45(10): 1248-52.
6. Torres FFE, Zordan-Bronzel CL, Guerreiro-Tanomaru JM, Chávez-Andrade GM, Pinto JC, Tanomaru-Filho M. Effect of immersion in distilled water or phosphate-buffered saline on the solubility, volumetric change and presence of voids within new calcium silicate-based root canal sealers. *Int Endod J*. 2020; 53(3): 385-91.
7. Silva EJNL, Cardoso ML, Rodrigues JP, De-Deus G, Fidalgo TKDS. Solubility of bioceramic- and epoxy resin-based root canal sealers: a systematic review and meta-analysis. *Aust Endod J*. 2021; 47(3): 690-702.
8. Silva EJNL, Ferreira CM, Pinto KP, Barbosa AFA, Colaço MV, Sassone LM. Influence of variations in the environmental pH on the solubility and water sorption of a calcium silicate-based root canal sealer. *Int Endod J*. 2021; 54(8): 1394-402.
9. Zordan-Bronzel CL, Tanomaru-Filho M, Torres FFE, Chávez-Andrade GM, Rodrigues EM, Guerreiro-Tanomaru JM. Physicochemical properties, cytocompatibility and antibiofilm activity of a new calcium silicate sealer. *Braz Dent J*. 2021; 32(4): 8-18.
10. International Organization for Standardization. Dentistry – root canal sealing materials. ISO 6876. London: British Standards Institution; 2002.
11. American National Standards Institute/American Dental Association. Laboratory testing methods: endodontic filling and sealing materials: endodontic sealing materials. ANSI/ADA specification no. 57. Chicago: ANSI/ADA; 2000.

* De acordo com o Guia de Trabalhos Acadêmicos da FOAr, adaptado das Normas Vancouver. Disponível no site da Biblioteca: <http://www.foar.unesp.br/Home/Biblioteca/guia-de-normalizacao-atualizado.pdf>

- 12.Saavedra FM, Pelepenko LE, Boyle WS, et al. In vitro physicochemical characterization of five root canal sealers and their influence on an ex vivo oral multi-species biofilm community. *Int Endod J*. 2022; 55(7): 772-83.
- 13.Janini ACP, Pelepenko LE, Boldieri JM, et al. Biocompatibility analysis in subcutaneous tissue and physico-chemical analysis of pre-mixed calcium silicate-based sealers. *Clin Oral Investig*. 2023; 27(5): 2221-34.
- 14.Zhang W, Shen Y, Pan H, Lin K, Liu X, Darvell BW, et al. Effects of strontium in modified biomaterials. *Acta Biomater*. 2011; 7(2): 800-8.
- 15.Gandolfi MG, Siboni F, Botero T, Bossu M, Riccitiello F, Prati C. Calcium silicate and calcium hydroxide materials for pulp capping: biointeractivity, porosity, solubility and bioactivity of current formulations. *J Appl BiomaterFunct Mater*. 2015; 13(1): 43-60.
- 16.Elyassi Y, Moinzadeh AT, Kleverlaan CJ. Characterization of leachates from 6 root canal sealers. *J Endod*. 2019; 45(5): 623-7.
- 17.Gonçalves AA, Santos-Junior AO, Tavares KIMC, Pinto JC, Guerreiro-Tanomaru JM, Tanomaru-Filho M. Influence of immersion solution and dentin interaction on the solubility of ready-to-use or powder-liquid bioceramic endodontic sealers. *Res Soc Dev*. 2023; 12(3): e5512340216.
- 18.Reyes-Carmona JF, Felipe MS, Felipe WT. A phosphate-buffered saline intracanal dressing improves the biomineralization ability of mineral trioxide aggregate apical plugs. *J Endod*. 2010; 36(10): 1648-52.
- 19.Silva IA, Só GB, Weissheimer T, et al. Does the ultrasonic activation of calcium silicate-based sealers affect their physicochemical properties? *Braz Dent J*. 2022; 33(6): 20-7.
- 20.Antunes TBM, Janini ACP, Pelepenko LE, et al. Heating stability, physical and chemical analysis of calcium silicate-based endodontic sealers. *Int Endod J*. 2021; 54(7): 1175-88.
- 21.Peña Bengoa F, Magasich Arze MC, Macchiavello Noguera C, Moreira LFN, Kato AS, Bueno CEDS. Effect of ultrasonic cleaning on the bond strength of fiber posts in oval canals filled with a premixed bioceramic root canal sealer. *Restor Dent Endod*. 2020; 45(2): e19.
- 22.Veeramachaneni C, Aravelli S, Dundigalla S. Comparative evaluation of push-out bond strength of bioceramic and epoxy sealers after using various final irrigants: an in vitro study. *J Conserv Dent*. 2022; 25(2): 145-50.
- 23.Frasquetti KS, Piasecki L, Kowalczyk A, Carneiro E, Westphalen VPD, Neto UXDS. Effect of different root canal drying protocols on the bond strength of two bioceramic sealers. *Eur J Dent*. 2022; [Epubaheadof print, 2022 Dec 19].
- 24.Nesello R, Silva IA, Bem IA, et al. Effect of bioceramic root canal sealers on the bond strength of fiber posts cemented with resin cements. *Braz Dent J*. 2022; 33(2): 91-8.

25. Retana-Lobo C, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM, Benavides-García M, Hernández-Meza E, Reyes-Carmona J. Push-out bond strength, characterization, and ion release of premixed and powder-liquid bioceramic sealer with or without gutta-percha. *Scanning*. 2021; 2021: 6617930.
26. Pradelli JA, Jampani JLA, Santos-Junior AO, Tanomaru-Filho M, Guerreiro-Tanomaru JM. Physicochemical and antibiofilm properties of new ready-to-use and powder/gel bioceramic endodontic sealers. *Braz Oral Res*. 2025; 39: e076.
27. Inada RNH, Silva ECA, Lopes CS, Queiroz MB, Torres FFE, da Silva GF, et al. Biocompatibility, bioactivity, porosity, and sealer/dentin interface of bioceramic ready-to-use sealers using a dentin-tube model. *Sci Rep*. 2024; 14(1): 16768.
28. Benetti F, de Azevedo Queiroz ÍO, de Oliveira PHC, Conti LC, Azuma MM, de Oliveira SHP, et al. Cytotoxicity and biocompatibility of a new bioceramic endodontic sealer containing calcium hydroxide. *Braz Oral Res*. 2019; 33: e042.
29. Pelepenko LE, Marciano MA, Francati TM, Bombarda G, Antunes TBM, Sorrentino F, et al. Can strontium replace calcium in bioactive materials for dental applications? *J Biomed Mater Res A*. 2022; 110(12): 1892-1911.
30. Ochoa-Rodríguez VM, Tanomaru-Filho M, Rodrigues EM, Guerreiro-Tanomaru JM, Spin-Neto R, Faria G. Addition of zirconium oxide to Biodentine increases radiopacity and does not alter its physicochemical and biological properties. *J Appl Oral Sci*. 2019; 27: e20180429.
31. Lucas CP, Viapiana R, Bosso-Martelo R, Guerreiro-Tanomaru JM, Camilleri J, Tanomaru-Filho M. Physicochemical properties and dentin bond strength of a tricalcium silicate-based retrograde material. *Braz Dent J*. 2017; 28(1): 51-6.
32. Camilleri J, Wang C, Kandhari S, Heran J, Shelton RM. Methods for testing solubility of hydraulic calcium silicate cements for root-end filling. *Sci Rep*. 2022; 12(1): 7100.
33. Quintana RM, Jardine AP, Grechi TR, Grazziotin-Soares R, Ardenghi DM, Scarparo RK, et al. Bone tissue reaction, setting time, solubility, and pH of root repair materials. *Clin Oral Investig*. 2019; 23(3): 1359-66.
34. Sfeir G, Bukiet F, Hage W, El Hachem R, Zogheib C. Impact of final irrigation protocol on the push-out bond strength of two types of endodontic sealers. *Materials*. 2023; 16(5): 1761.
35. Pompermayer A, Váz Rosa KF, Matoso FB, Quintana RM, Grazziotin-Soares R, Kopper PMP. Marginal gaps and internal voids after root-end filling using three calcium silicate-based materials: A Micro-CT analysis. *Braz Dent J*. 2021; 32(4): 1-7.
36. Karobari MI, Batul R, Snigdha NTS, Al-Rawas M, Noorani TY. Evaluation of push-out bond strength, dentinal tubule penetration and adhesive pattern of bio-ceramic and epoxy resin-based root canal sealers. *PLoS One*. 2023; 18(11): e0294076.

37. Reis BO, Silva LA, Silva GR, Souza EM, Carvalho NK, Gomes BPFA. Adhesion of bioceramic endodontic sealers to dentin: influence of smear layer and final irrigation protocol. *J Endod*. 2021; 47(3): 441-446.

ANEXO A – Certificado de pesquisa, no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unesp 2023/2024

Documento emitido às 10:55:30 do dia 27/09/2025 pelo sistema SISPROPE-IC - Unesp
A consulta da autenticidade deste documento pode ser realizada por meio do e-mail piic@unesp.br

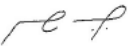


unesp
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

Certificado

Certifico que **Beatriz David Alves**, portador(a) do CPF número 093.205.856-60, desenvolveu a pesquisa **"Solubilidade, pH e resistência de união de cimentos endodônticos biocerâmicos em diferentes modelos de avaliação"** no âmbito do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica da Unesp 2023/2024, na modalidade **Bolsa PIBIC CNPq**, no período de 01/03/2024 a 31/08/2024, na(o) Faculdade de Odontologia de Araraquara da Unesp, sob a supervisão do(a) Professor(a) Mario Tanomaru Filho.

São Paulo, 27 de setembro de 2025


Edson Cocchieri Botelho
Pró-Reitor de Pesquisa
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"