



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA
GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

PEDRO HENRIQUE MACHADO HASSE

**Efeito da temperatura de armazenamento nas propriedades físico-
químicas de um cimento biocerâmico.**

Palhoça
2021

PEDRO HENRIQUE MACHADO HASSE

**Efeito da temperatura de armazenamento nas propriedades físico-
químicas de um cimento biocerâmico.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Odontologia da
Universidade do Sul de Santa Catarina
como requisito parcial à obtenção do
título de bacharel.

Orientadora: Prof.^a Ma. Daniela Peressoni Vieira Schuldt

Palhoça

2021

PEDRO HENRIQUE MACHADO HASSE

**Efeito da temperatura de armazenamento nas propriedades
físico-químicas de um cimento biocerâmico.**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado à obtenção do título de Cirurgião-Dentista e aprovado em sua forma final pelo Curso de Odontologia, da Universidade do Sul de Santa Catarina.

Palhoça, 16 de junho de 2021.

Prof.^a e orientadora Ma. Daniela Peressoni Vieira Schuldt
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof.^a Dra. Beatriz Serrato Coelho Rosseto
Universidade do Sul de Santa Catarina

Prof.^a Dra. Josiane de Almeida Cava da Silveira
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedico este trabalho à minha família, à
minha namorada e aos meus amigos que,
com muito carinho me apoiaram ao
longo desta jornada.

AGRADECIMENTOS

À minha avó, **Frida Farias**, à minha mãe, **Flavia Machado**, à minha irmã, **Gabriella Machado** e minha madrinha **Fernanda Machado**, que tanto fizeram por mim, deste pequeno me mostraram as direções corretas em minha vida, sempre à postos para me ajudar em qualquer situação, minha eterna gratidão por todo carinho e confiança depositados em mim. Agradeço pelas orações e por sempre acreditarem que sou capaz, muito mais do que eu mesmo. Não seria possível sem vocês. Amo vocês infinitamente!

Agradeço ao meu pai, **Ricardo da Silva**(*in memorian*), e minha bisavó, **Olga Farias**(*in memorian*), que com suas bênçãos e misericórdias durante todos esses anos, por ter me dado forças para chegar até a conclusão do curso de odontologia.

À minha namorada, **Thais Cardoso**, que possui o dom de me fazer feliz. Muito obrigada por tornar minha vida melhor e sempre me fazer enxergar o lado bom de tudo. Seu incentivo foi essencial durante essa caminhada. Eu te amo muito!

À minha orientadora, **Daniela Peressoni**, por deste o começo acreditar em meu potencial. Por toda paciência, dedicação e carinho disponibilizados a minha pessoa. Muito obrigada por disponibilizar seu tempo e seu conhecimento para me direcionar em cada passo deste trabalho, e pela amizade que construímos.

Ao meu quarteto, **Jucielly Lesnik**, **Rodolfo Graciosa**, **Nicolas Maurell**, e à minha dupla **Luísa Machado**, que estiveram presentes no decorrer da graduação e dividiram comigo momentos de alegrias e desesperos. Muito obrigado por tornarem meus dias mais animados durante esses anos.

Aos meus amigos de longa data, **Bruno Martins**, **Emmanuel Simon**, **João Alberto**, **João Eduardo**, **João Gabriel**, **João Marcelo** por sempre estarem presentes e me renderem momentos de muita alegria, todos nossos encontros, amizade e carinho. Sempre estaremos juntos, muito do que somos hoje em dia parte de nossa amizade. Amo vocês.

À todos os integrantes da família **Machado**, **Silva**, **Carvalho**, **Cardoso** por sempre me ajudarem. Amo todos vocês, obrigado de coração!

À minha banca, **Josiane Almeida e Beatriz Serrato**, além de comporem minha banca, me fizeram entender a endodontia, sempre demonstrando amor pela profissão e não medindo esforços ao passar seus conhecimentos. Obrigado por aceitar meu convite e, principalmente, ter me dado a oportunidade de aprender com vocês.

Aos amigos e colegas da turma **2017.1**, em especial para **Isadora Gris, Paula Kleis, Lutiéllo Corrêa, Luccas Itioka, Érico Elias, Fernando Godinho**. Obrigado pela parceria.

Aos amigos, **Vitor Vill, Larissa Mendes, Ângelo Scremin, Manoela Corrêa, Vinícius Cústodio, Matheus Germano** obrigado por todos os momentos de risada, brincadeiras e compaixão.

À todos os professores que eu tive ao longo deste período da graduação, em especial para: **Flavia Pilatti, Daniela de Rossi, Guenther Filho, Paulo Gabriel** todos possuem uma porcentagem nesta conquista. Obrigado.

À todos os colaboradores da **RedMob** e **amigos** que fiz nesse recinto, um obrigado por melhorar a minha qualidade de vida.

Aos parceiros, **Alex Ciclick, Gabriel Santos, Gabriel Neno, Marcos Vinicius, Wesley Pereira**, obrigado por sempre estarem presente, de alguma forma, nossa amizade perpetuará pela vida.

Obrigado ao querido, **Yslann David**, por sempre se esforçar ao máximo em seu trabalho, sem você não teríamos nem condições de atender na clínica.

“Um dia você deixará este mundo para trás. Então, viva uma vida da qual você irá se lembrar”

(Tim Berling)

Hasse, P. H. M. **Efeito da temperatura de armazenamento nas propriedades físico-químicas de um cimento biocerâmico**. 2021. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça/SC, 2021.

RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas de armazenamento no cimento endodôntico Bio-C Sealer(Angelus, Londrina, PR, Brasil) quanto à sua solubilidade e pH. **Métodos:** O cimento avaliado foi dividido em três grupos de acordo com a temperatura, com 5 amostras cada. Grupo 1 (5°C); grupo 2 (20°C) e grupo 3 (35°C), onde foram mantidos por 30 dias, antes do início dos testes. O teste de solubilidade foi realizado seguindo metodologia descrita por Carvalho-Júnior et al. (2007), reproduzido em estudo de Bernardi et al. (2012). Após um período de imersão em água destilada, a solubilidade foi determinada pela diferença de massa entre os intervalos finais (24 horas e 7 dias) com o inicial, em porcentagem. O pH foi medido com o auxílio de um pHmetro, após 24 horas e 7 dias de imersão em água destilada. Os resultados obtidos foram submetidos à ANOVA two-way e post-hoc de Tukey ($p < 0.05$). **Resultados:** O maior valor de solubilidade foi encontrado no grupo 2 tanto após 24 horas, quanto após 7 dias, com percentual de -2,513 e -2,654, respectivamente ($p < 0.05$) entre os grupos do mesmo período. Com relação aos valores de pH, não houve diferença estatística entre os valores dos diferentes grupos, em cada um dos períodos investigados ($p > 0,05$). No entanto, quando foram comparados os valores de um mesmo grupo entre os dois diferentes períodos testados, o grupo 1 apresentou diminuição significativa no seu valor de pH ($p < 0.05$) após 7 dias. **Conclusão:** As diferentes temperaturas de armazenamento, testadas para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer, interferiram na solubilidade e pH.

Palavras chaves: propriedades físico-químicas; cimento obturador de canal radicular; silicato de cálcio; endodontia.

Hasse, P. H. M. **Effect of storage temperature on physical-chemical properties of a bioceramic sealer.** 2021. 47f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) – Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça/SC, 2021.

ABSTRACT

Objective: The current study aimed to evaluate the effect of different storage temperatures of a bioceramic sealer Bio-C ® Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) regarding on solubility and pH, and thus contribute to the study of physicochemical properties of this endodontic sealer. **Methods:** The sealer was divided into three groups regarding the temperature, with 5 sample each. Group 1(5°C); group two (20°C) and group 3 (35°C), where they were kept for 30 days, before the tests beginning. The solubility test was assessed according to methodology described by Carvalho-Júnior et al. (2007) performed again by Bernardi et al. (2012). After 24 hours and 7 days immersion in distilled water, the solubility was determined by the difference in mass between the final intervals, with the initial one, in percentage. The pH was measured with the assist of a pHmeter, after 24 hours and 7 days of immersion in distilled water. The results were evaluated using ANOVA two-way and Tukey`s post-hoc ($p < 0.05$). **Results:** The highest solubility value was found for the cellar group in both periods, -2,513 and -2,654 respectively ($p < 0.05$) on the groups of the same period. No difference was found between groups after 24hs and 7 days in the pH analysis ($p < 0.05$). However, group 1 showed statistically difference between periods ($p < 0.05$). **Conclusions:** The different storage temperatures, tested for the bioceramic sealer Bio-C Sealer, showed influence with the material`s solubility and pH.

Keywords: physicochemical properties; root canal filling material; calcium silicate, endodontics.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cimento endodôntico utilizado no estudo, número do lote, composição e fabricante.27

Tabela 2: Médias e desvios-padrão dos valores de pH obtidos, após 24h e 07 dias, das diferentes temperaturas de armazenamento, testados para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer27

Tabela 3: Médias e desvios-padrão dos resultados obtidos no teste de Solubilidade (%), após 24h e 7 dias, com as diferentes temperaturas de armazenamento, testadas para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer28

LISTA DE ABREVIATURAS

Bio-C- Bio-C Sealer

DP- Desvio-padrão

Hs- Horas

H0- Hipótese Nula

N- Número

UNISUL- Universidade do Sul de Santa Catarina

pH- potencial Hidrogeniônico

PS0- Peso seco inicial

PS24hs- Peso seco 24h

PS7d- Peso seco 7 dias

PU0- Peso úmido inicial

PU24hs- Peso úmido 24hs

PU7d- Peso úmido 7 dias

ANSI- American National Standards Institute

ADA- American Dental Association

ISO- International Organization of Standardization

LISTA DE SÍMBOLOS

% – porcentagem

°C – graus Celsius

< – menor

> – maior

= – igual

SUMÁRIO

1. CONTEXTUALIZAÇÃO	13
1.1 OBTURAÇÃO	13
1.2 CIMENTOS ENDODÔNTICOS	13
1.3 CIMENTOS À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO	15
1.4 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS	16
1.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - <i>pH</i>	17
1.6 SOLUBILIDADE	18
1.7 BIO-C SEALER	19
2. ARTIGO	21
2.1 RESUMO	21
2.2 ABSTRACT	22
2.3 INTRODUÇÃO	22
2.4 MATERIAIS E MÉTODOS	24
2.4.1 Solubilidade	24
2.4.2 <i>pH</i>	25
2.4.3 <i>Análise estatística</i>	25
2.5 RESULTADOS	26
2.6 DISCUSSÃO	29
2.7 CONFLITO DE INTERESSE	31
2.8 CONCLUSÃO	31
2.9 REFERÊNCIAS	31
3. CONCLUSÃO DO TCC	33
4. REFERÊNCIAS DA CONTEXTUALIZAÇÃO	34
5. ANEXO A	39

1. CONTEXTUALIZAÇÃO

1.1 OBTURAÇÃO

A obturação consiste na etapa final do tratamento endodôntico não cirúrgico oferecendo condições de regeneração aos tecidos perirradiculares. Essa fase apresenta-se como um grande desafio, principalmente relacionado à adesão do material obturador às paredes dentinárias. A falha do selamento nos sentidos apical, lateral e coronário pode permitir o acesso de microrganismos, resultando numa possível falha no tratamento. Com isso, o objetivo final da obturação é de preencher totalmente o espaço do canal radicular, no passado, ocupado pelo tecido pulpar¹.

Para esta fase ter sucesso é fundamental que o canal esteja limpo e instrumentado de forma que os restos pulpares e bacterianos sejam removidos e, com um material inerte, de forma permanente, mantenha-se no espaço do canal radicular sem ultrapassar os seus limites, ou seja, sem alcançar o periodonto².

Os materiais obturadores mais comuns, utilizados em diferentes técnicas, são a guta-percha e o cimento endodôntico. Inúmeros materiais foram propostos para a obturação dos canais radiculares. No entanto nenhum material foi capaz de substituir o cone de guta-percha, que é universalmente adotado como padrão ouro nas obturações endodônticas³.

A guta-percha é um material derivado de uma substância vegetal extraída sob a forma de látex de árvores classificadas como *Palagenicemgutta*, da família *sapotácea* (Gatah = goma e pertja = árvore). Possui grande capacidade de isolamento, não conduz bem calor e eletricidade, e é impermeável à água. Representa em torno de 19% a 20% da composição dos cones juntamente com 59% a 75% de óxido de zinco, responsável pela rigidez do material, e 1,5% a 15% de radiopacificadores, determinada pelo sulfato de bário⁴.

Apesar das suas inúmeras vantagens os cones de guta-percha apresentam pouca resistência mecânica, dificultando seu uso em canais curvos e atrésicos, e falta de adesividade à dentina do canal radicular. Para um adequado selamento do sistema de canais radiculares é necessário o uso de um cimento endodôntico para complementar a obturação⁵.

1.2 CIMENTOS ENDODÔNTICOS

O cimento endodôntico deve selar permanentemente e da forma mais hermética e tridimensional possível a interface entre o material obturador e as paredes dentinárias do canal radicular, promovendo uma barreira contra a penetração de microrganismos. Contudo, a passagem de microrganismos pode ser facilitada devido a alterações dimensionais que gerem sulcos e espaços ao longo da interface cimento/dentina ou

cimento/guta-percha. A propriedade seladora de um cimento depende principalmente da sua adesividade, solubilidade, resistência ao desgaste e estabilidade dimensional⁶.

Para Grossman⁷, o cimento endodôntico ideal deveria conter as seguintes propriedades: promover boa adesividade entre ele e as paredes do canal após a presa; estabelecer um bom selamento hermético; possuir uma radiopacidade que possa ser vista na radiografia; possuir um pó fino, de maneira que possa se misturar facilmente com o líquido; não sofrer contração ao tomar presa; não pigmentar as estruturas dentárias; ser bacteriostático ou, pelo menos, não estimular o crescimento bacteriano; exibir tempo de presa razoável; ser insolúvel nos fluidos teciduais; ser biocompatível, ou seja, não irritante aos tecidos perirradiculares; ser solúvel em solvente comum caso seja necessário a remoção do material obturador.

Os cimentos endodônticos são classificados de acordo com sua composição: óxido de zinco e eugenol, cimentos com hidróxido de cálcio, à base de ionômero de vidro, resinosos e biocerâmicos. O maior problema é que estes materiais ainda não alcançaram a totalidade das características ideais de um bom selador endodôntico, previamente descritas por Grossman⁷.

O óxido de zinco e eugenol, diante de todas as marcas, cada uma com suas características e propriedades, é o mais comum dos componentes desses cimentos endodônticos, entretanto a biocompatibilidade do componente eugenol é questionável, quando liberado no espaço periapical é conhecido por ser citotóxico e alergênico⁸.

Os cimentos à base de hidróxido de cálcio foram idealizados com o objetivo de reunir num cimento obturador as propriedades biológicas do hidróxido de cálcio puro, adequando-o às propriedades físico-químicas necessárias a um bom selamento radicular⁹. São biocompatíveis, tem ação antimicrobiana inicial, necessitam de pouco tempo de trabalho, tem baixo custo e boa aderência à dentina, porém, é necessário que ocorra a dissociação do hidróxido de cálcio em íons Ca^{++} e OH^- , ou seja, pressupõe que o cimento se dissolva podendo criar espaços no interior do canal obturado, facto que invalidaria o propósito do isolamento^{10,11,12}.

Os cimentos à base de ionômero de vidro têm sido utilizados pela sua adesividade dentinária, terem ação antimicrobiana, libertação e recarga de flúor, biocompatibilidade e radiopacidade. Como desvantagem o cimento ionômero de vidro apresenta dificuldade na sua remoção, caso seja necessário o retratamento^{10,12}.

Os cimentos de resina foram desenvolvidos para serem substitutos do óxido de zinco e eugenol, justamente, por não utilizar o eugenol na sua composição, melhorando assim o selamento dos canais radiculares e conferindo-lhes mais resistência, devido a sua forte união com a gutta-percha e dentina radicular¹³, quando comparados com os

materiais convencionais¹⁴.

Apesar de os materiais estarem em constante aperfeiçoamento, e de serem cada vez mais aceitáveis o número de técnicas de obturação como forma de aproveitar melhor as características dos materiais, em 2008, Asgary et al.¹⁴, citou em seu estudo que os materiais até então utilizados na obturação endodôntica apresentavam, diferentes níveis de fraquezas, como: na biocompatibilidade, infiltração, solubilidade, capacidade reparadora, propriedades de manuseamento e preço. Porém, com o avanço da nanotecnologia dentro da odontologia em geral, e pesquisas sobre os materiais, estes foram sendo melhorados e com o tempo foram introduzidos no mercado. Deste modo, recentemente os cimentos biocerâmicos foram introduzidos com o intuito de solucionar os insucessos da terapia endodôntica^{15,16}.

1.3 CIMENTOS À BASE DE SILICATO DE CÁLCIO

Os cimentos biocerâmicos foram introduzidos na área odontológica, principalmente pela sua elevada biocompatibilidade, sendo composto por: óxido de zircônio, silicato de cálcio, fosfato de cálcio monobásico, hidróxido de cálcio e outros compostos obturadores e espessantes¹⁷. Os cimentos a base de silicato de cálcio têm se tornado populares em endodontia devido às suas várias vantagens, como ser biocompatível com os tecidos periapicais, antimicrobiano, ter boa adesividade, escoamento e menor tempo de trabalho¹⁸.

Segundo Best et al.¹², os cimentos biocerâmicos podem ser classificados como bioinertes, bioativos e biodegradáveis. Os cimentos bioinertes não interagem com o organismo, os bioativos que interagem de alguma maneira com os tecidos e os biodegradáveis que eventualmente são substituídos ou incorporados ao tecido. Esta nova geração de cimentos é composta por materiais bioativos obtidos por vários processos químicos que além de um bom selamento, favorecem a função dos osteoblastos, viabilizando a formação de apatita carbonada e a indução de uma resposta regenerativa no corpo humano¹⁹.

O padrão ouro dos cimentos biocerâmicos, utilizado na maioria das pesquisas para comparação, é o cimento Endosequence BC Sealer (Brasseler, Savannah, GA, EUA), o qual é um cimento de silicato de cálcio com pH altamente alcalino (> 12) projetado para ser utilizado em contato com a umidade dos túbulos dentinários²⁰.

Valentim et al.²¹, realizou uma revisão de literatura, a qual buscava compreender as propriedades físico-químicas, biológicas, selamento, resistência de união e resistência à fratura do cimento endodôntico Endosequence BC Sealer, e concluíram que o mesmo apresentou propriedades físico-químicas, biológicas, resistência de união, selamento e resistência à fratura adequadas ao uso na prática clínica.

Outro cimento a base de silicato de cálcio, o Sealer Plus BC (MK Life, Rio Grande do Sul, Brasil) foi desenvolvido e introduzido no mercado. Esse material é insolúvel, radiopaco e não apresenta alumínio na sua composição, ele apresenta silicato de cálcio, o qual necessita da presença de umidade para iniciar o processo de presa²³.

Mendes et al.¹³, após comparar o Sealer Plus BC com um cimento de base resinosa, chegou a conclusão, que o referido cimento biocerâmico apresentou propriedades físico-químicas de tempo de presa, pH, liberação de íons cálcio, escoamento, radiopacidade de acordo com as normas exigidas, porém maior solubilidade que aquelas previstas pela ISO 6876/2012⁵².

1.4 PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Esses cimentos têm como base silicatos de cálcio, e as propriedades que tornam o uso dos cimentos biocerâmicos promissor na odontologia são: biocompatibilidade, pH elevado, não reabsorção, facilidade de manuseio no interior dos canais radiculares, aumento da resistência radicular, baixa citotoxicidade, além de não sofrerem contração e serem quimicamente estáveis^{9,21}.

A sua biocompatibilidade está atrelada à sua similaridade com o processo biológico de formação de apatita carbonatada e à capacidade de induzir uma resposta regenerativa no corpo humano²², isto também impede a rejeição pelos tecidos periapicais²³. A sua capacidade de selamento se deve ao fato de formar uma ligação química com a estrutura do dente, devido ao processo de criação de hidroxiapatita durante a sua reação de presa^{24,25}. Além disso, a propriedade antimicrobiana é dada pela sua capacidade de elevar o pH e liberar cálcio no meio, apresentando propriedades semelhantes ao MTA²⁶.

Segundo Barros et al.²⁷ a escolha de um cimento endodôntico com substancial atividade antimicrobiana pode ter a capacidade de reduzir a contagem de micro-organismos remanescentes, particularmente, em casos de necrose pulpar e periodontite apical.

Sobre a bioatividade, Giacomino et al.²⁸, relatou que os cimentos biocerâmicos podem ser coadjuvantes no processo de cicatrização por fornecerem sinais bioativos, o que representa uma nova geração de materiais que além da sua capacidade de selamento atuam favorecendo a sobrevivência, diferenciação e função dos osteoblastos.

Cvek et al.,²⁹ verificou em seu estudo que apenas um breve contato dos íons de cálcio com os tecidos era suficiente para induzir o reparo cálcico, sendo que a permanência desta substância na região, por um período de tempo prolongado, apenas promovia um ambiente estéril propício para o prosseguimento do processo de cura tecidual.

O potencial bioativo dos selantes à base de silicatos de cálcio é consequência da

ligeira solubilidade desses materiais mesmo após a presa, mas a solubilidade do selante também pode comprometer a qualidade do selamento de um canal radicular contra a reinfecção desse canal radicular. Com isso outras investigações clínicas são necessárias para avaliar a relevância clínica entre a bioatividade e a solubilidade⁷.

1.5 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

O pH de um cimento obturador deve ser o mais alcalino possível, afim de permitir um ambiente favorável para o reparo e manutenção dos tecidos periapicais³⁰. Um pH alcalino pode contribuir para o potencial osteogênico, biocompatibilidade e capacidade antibacteriana dos cimentos endodônticos.^{32,33}.

Segundo Silva et al.³¹ foi sugerido o uso do MTA-Fillapex, o qual é um cimento biocerâmico, devido à sua alta alcalinidade, sendo capaz de liberar uma alta quantidade de íons Ca^{2+} . Segundo Zhou et al (2010)³² esse comportamento alcalino pode contribuir para a formação de tecido duro ao ativar a fosfatase alcalina, neutralizando o ácido láctico dos osteoclastos e prevenindo a dissolução dos componentes mineralizados dos dentes, onde acaba prevenindo a destruição óssea e permite a reparação do tecido com a formação de hidroxiapatita.

A ação antibacteriana de cimentos endodônticos à base de hidróxido de cálcio podem estar atrelada à liberação de íons hidroxila e pH mais alcalino, segundo Slutzky-Goldberget al. 2008³³. Em um pH alcalino, maior que 9, as enzimas bacterianas podem ser irreversivelmente inativadas, resultando na perda de sua atividade biológica, segundo Estrela et al.³⁴

Ao utilizar um cimento com um pH elevado, este é capaz de induzir o cimento à um tempo de presa prolongado e um efeito de longa duração de atividade antimicrobiana, o qual tem extrema importância em eliminar os microorganismos residuais que sobreviveram ao longo das paredes dentinárias ou dos canalículos dentinários. A bioatividade de um cimento obturador também é baseado na capacidade de liberação de íons de cálcio³⁵, esta característica pode ser atribuída à sua capacidade de manter um pH alto devido a alta liberação de íons hidroxila em ambiente aquoso, mantendo o pH alto por longo tempo³⁵.

Nair et al. (2005)³⁶, descreveu em seu estudo que a persistência de microorganismos no sistema de canal radicular após o tratamento do canal radicular está associada a problemas relacionados ao pós-operatório, portanto a escolha de um cimento endodôntico com boas qualidades físico-químicas, em especial, o pH é de extrema importância clínica, para evitar problemas futuros.

Em um estudo, Lee et al.³² estudaram o valor do pH de três diferentes cimentos endodônticos à base de biocerâmica, os valores permaneceram significativamente mais alto do que os cimentos à base de epóxi resina por 24 horas, com o pH alcalino mais

alto medido pelo BC Sealer para todo o período de avaliação. Já em um estudo de Zordan-Bronzel et al.³⁷ sobre o novo cimento biocerâmico, Bio-C Sealer, obteve-se um valor de 9.65 após 24 horas, um valor alcalino, porém, nem próximo do que divulga seu fabricante, o que deveria ser em torno de 12.5¹³.

1.6 SOLUBILIDADE

A solubilidade está diretamente associada com a integridade e a estabilidade dimensional do cimento e da guta-percha com as paredes do canal após a sua presa³⁸. A solubilidade é relacionada com a perda de massa do material quando imersa em água. Segundo as normas padrão, por conveniência, um material deve apresentar uma solubilidade menor do que 3%^{2,39}, a fim de que, o cimento mantenha o seu selamento e impeça uma nova infecção¹⁰.

Jafari & Jafari⁴⁰, em sua revisão sistemática sobre os cimentos obturadores à base de silicato de cálcio, descreveram um grande problema, a alta solubilidade. Mesmo que os cimentos à base de silicato de cálcio possuam propriedades físicas adequadas, entretanto, eles foram descritos por terem uma alta solubilidade quando imerso em meio aquoso. Essa alta solubilidade pode ser explicada pela presença de partículas hidrofílicas, as quais aumentam o tamanho total da área do cimento e, conseqüentemente, atraem mais moléculas de água para o cimento⁴².

Apesar de a alta solubilidade dos cimentos à base de silicato de cálcio ser considerada uma desvantagem, o potencial bioativo desse material só é atingido, em conseqüência, desta propriedade, mesmo após a presa¹⁰.

Segundo Zordan-Bronzel et al.³⁷ corroboram com outros autores e, em seu estudo avaliaram que o Bio-C Sealer não obteve os resultados que se adequam as normas da ADA⁶⁰ e ISO³⁹. Esse resultado foi avaliado após manterem o corpo de prova do cimento em uma temperatura de 37°C e umidade relativa ambiente por 3 vezes o tempo da presa final, o corpo de prova foi pesado com uma balança de precisão até estabilização do peso para comparação no estudo final. Após, foi mantida em uma estufa à 37°C por 30 dias dentro de um copo de plástico com 7.5 mL de água destilada. A solubilidade do cimento foi calculada igual ao peso perdido após a sua imersão. Entretanto, os selantes biocerâmicos necessitam de umidade para realizar sua reação de presa durante a hidratação⁴¹. Com isso, o resultado de seu estudo pode ter sido alterado. Considerando que no processo de pesagem da massa final, pode-se ter ocorrido a evaporação da água, interferindo no processo de hidratação do material, comprometendo a sua presa e, conseqüentemente o resultado do estudo⁴⁰.

1.7 BIO-C SEALER

O Bio-C ® Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) é um cimento endodôntico biocerâmico pronto para uso. Sua composição é dada por:

COMPONENTES	FUNÇÃO
Silicato Tricálcico	Resistência mecânica inicial Liberação de íons Cálcio
Silicato Dicálcico	Resistência mecânica ao longo do tempo Liberação de íons Cálcio
Aluminato Tricálcico	Presa inicial
Óxido de Cálcio	Liberação de íons Cálcio
Óxido de Zircônio	Radiopacidade
Óxido de Silício	Agente de reometria
Polietilenoglicol	Agente de dispersão
Óxido de Ferro	Pigmentação

Quadro 1 - Componentes e Função – Fonte: Perfil Técnico Científico do Bio-C ® Sealer (2019)

Em sua apresentação técnica, elaborada pelo fabricante, é citado os benefícios da formulação biocerâmico, como: indução de regeneração tecidual, ação bactericida e inibição da infiltração bacteriana, além de apresentar uma grande vantagem em relação aos cimentos obturadores tradicionais, não exigindo manipulação. O material possui uma apresentação específica, com uma seringa idealizada especialmente para este cimento biocerâmico, evitando o contato do material com a umidade do ambiente, minimizando o risco de endurecimento do material. Possui também pontas aplicadoras específicas, as quais permitem levar o material até a região mais apical do conduto, podendo ser auto clavadas antes do uso.

No quadro, os dados técnicos desse material, detalhado pelo fabricante:

Tempo de presa	≤ 240 minutos
Radiopacidade	≥ 7,0 mm Al
pH	= ~12
Fluidez	23,46 mm
Tamanho de partículas	< 2 µm
Espessura de partículas	21 µm
Solubilidade	2,86%

Quadro 2- Dados Técnicos - Fonte: Perfil Técnico Científico do Bio-C ® Sealer (2019)

As indicações desse cimento obturador são para casos de reabsorção radicular interna, e de obturação de canais radiculares em dentes permanentes.

A forma de uso do Bio-C ® Sealer , consiste na aplicação do cimento obturador diretamente no terço apical do canal radicular com a ponta aplicadora, posteriormente à secagem do conduto com cones de papel absorvente, porém sem provocar o ressecamento excessivo, o que prejudicaria a sua reação de presa. Este material só pode ser utilizado após controlar a infecção, pois nesta fase a presa do material não ocorre devido ao pH

ácido do meio. Quanto a técnica de uso, este material pode ser utilizado em diversas técnicas além da convencional e de cone único.

O armazenamento desse cimento obturador, necessita de um local seco e arejado, o qual esteja entre a temperatura de 15 e 30°C, com uma umidade relativa do ar abaixo de 60%. O fabricante descreve que necessariamente este cimento não deve ser armazenado em geladeira.

2. ARTIGO

Artigo formatado conforme as diretrizes da revista *Journal of Endodontics* (ANEXO A).

Efeito da temperatura de armazenamento nas propriedades físico-químicas de um cimento biocerâmico.

Effect of storage temperature on physical-chemical properties of a bioceramic sealer.

Pedro Henrique Machado Hasse¹

Daniela Peressoni Vieira Schuldt²

1 Aluno do curso de Odontologia, Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL, Palhoça, Santa Catarina, Brasil.

2 Mestra em Endodontia. Professora de Odontologia na Universidade do Sul de Santa Catarina – UNISUL.

Endereço para correspondência:

Pedro Henrique Machado Hasse

Avenida Pedra Branca, 25

Cidade Universitária, Pedra Branca

CEP 88137-272, Palhoça, SC

E-mail: pedromachadohasse@gmail.com

2.1 RESUMO

Objetivo: O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes temperaturas de armazenamento no cimento endodôntico Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) quanto à sua solubilidade e pH. **Métodos:** O cimento avaliado foi dividido em três grupos de acordo com a temperatura, com 5 amostras cada. Grupo 1 (5°C); grupo 2 (20°C) e grupo 3 (35°C), onde foram mantidos por 30 dias, antes do início dos testes. O teste de solubilidade foi realizado seguindo metodologia descrita por Carvalho-Júnior et al. (2007), reproduzido em estudo de Bernardi et al. (2012). Após um período de imersão em água destilada, a solubilidade foi determinada pela diferença de massa entre os intervalos finais (24 horas e 7 dias) com o inicial, em porcentagem. O pH foi medido com o auxílio de um pHmetro, após 24 horas e 7 dias de imersão em água destilada. Os resultados obtidos foram submetidos a ANOVA two-way e post-hoc de Tukey ($p < 0.05$). **Resultados:** O maior valor de solubilidade foi encontrado no grupo 2 tanto após 24 horas, quanto após 7 dias, com percentual de -2,513 e -2,654, respectivamente ($p < 0.05$) entre os grupos do mesmo período. Com relação aos valores de pH, não houve diferença estatística entre os valores dos diferentes grupos, em cada um dos períodos investigados ($p > 0,05$). No entanto, quando foram comparados os valores de um mesmo grupo entre os dois diferentes períodos testados, o grupo 1

apresentou diminuição significativa no seu valor de pH ($p < 0.05$) após 7 dias.

Conclusão: As diferentes temperaturas de armazenamento, testadas para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer, interferiram na solubilidade e pH.

Palavras chaves: Propriedades físico-químicas; Cimento obturador de canal radicular; Silicato de cálcio; Endodontia.

2.2 ABSTRACT

Objective: The current study aimed to evaluate the effect of different storage temperatures of a bioceramic sealer Bio-C ® Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) regarding on solubility and pH, and thus contribute to the study of physicochemical properties of this endodontic sealer. **Methods:** The sealer was divided into three groups regarding the temperature, with 5 sample each. Group 1(5°C); group two (20°C) and group 3 (35°C), where they were kept for 30 days, before the tests beginning. The solubility test was assessed according to methodology described by Carvalho-Júnior et al. (2007) performed again by Bernardi et al. (2012). After 24 hours and 7 days immersion in distilled water, the solubility was determined by the difference in mass between the final intervals, with the initial one, in percentage. The pH was measured with the assist of a pHmeter, after 24 hours and 7 days of immersion in distilled water. The results were evaluated using ANOVA two-way and Tukey's post-hoc ($p < 0.05$). **Results:** The highest solubility value was found for the cellar group in both periods, -2,513 and -2,654 respectively ($p < 0.05$) on the groups of the same period. No difference was found between groups after 24hs and 7 days in the pH analysis ($p < 0.05$). However, group 1 showed statistically difference between periods ($p < 0.05$). **Conclusions:** The different storage temperatures, tested for the bioceramic sealer Bio-C Sealer, showed influence with the material's solubility and pH.

Keywords: physicochemical properties; root canal filling material; calcium silicate, endodontics.

2.3 INTRODUÇÃO

O tratamento endodôntico tem como objetivo a máxima redução de micro-organismos e seus subprodutos do interior dos canais radiculares e suas ramificações, a fim de regredir ou prevenir patologias pulpare e periapicais¹. Um dos objetivos da obturação é impedir a reinfecção de microrganismos para os tecidos perirradiculares^{2,3}. A obturação radicular é tradicionalmente realizada com a combinação de guta-percha aliada a um cimento obturador para promover um adequado selamento do canal⁴, onde os cimentos endodônticos são necessários para selar a interface do material obturador principal com a parede dentinária. Além disso, busca-se, alcançar propriedades físicas e

químicas, bem como biológicas, favoráveis nos cimentos obturadores para, que além de promover um ótimo selamento, haja a regeneração de defeitos ósseos periapicais^{5,6}. Com isso, é importante o estudo das propriedades de cada material disponível, em ordem, de estabelecer parâmetros apropriados para novos produtos e qualificar aqueles que já estão no mercado⁷.

Os cimentos obturadores de canais radiculares são classificados de acordo com sua composição: óxido de zinco e eugenol, cimentos com hidróxido de cálcio, à base de ionômero de vidro, resinosos e biocerâmicos⁸. Os cimentos à base de silicato de cálcio, geralmente conhecidos como cimentos biocerâmicos, foram introduzidos no meio odontológico como mais uma alternativa na terapia endodôntica⁹. Estes foram desenvolvidos como materiais que oferecem biocompatibilidade, bioatividade e baixa citotoxicidade¹⁰. Os materiais à base de silicato de cálcio, vêm sendo associados à uma boa capacidade de penetração em tubúlos dentinários¹¹. Com isso, ocorre um aumento na capacidade de selamento desse conduto, o que é muito favorável durante a obturação¹².

Recentemente, o Bio-C Sealer (Angelus, Londrina, PR, Brasil) foi lançado no mercado brasileiro e, de acordo com seu fabricante, é um cimento injetável, com ação antibacteriana e bacteriostática devido à sua alta alcalinidade (pH ~12,5), o qual possui alta radiopacidade, devido à presença de óxido de zircônio, e tem seu processo de presa iniciado com a umidade, oriunda dos tecidos apicais e canalículos dentinários. Sua composição inclui silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silício e agente de dispersão¹³.

Os materiais obturadores do canal radicular devem ter baixa solubilidade, a fim de evitar a dissolução por fluídos corporais¹⁵. Além disso, a existência de lacunas dentro dos cimentos podem afetar a qualidade do preenchimento¹⁶, com isso é necessário um cimento com alto pH, onde terá papel essencial em eliminar microorganismos residuais ao longo das paredes dentinárias ou canalículos dentinários. Entretanto, os cimentos biocerâmicos tem como qualidade, seu potencial bioativo, o qual é baseado na capacidade de liberação de íons de cálcio¹⁷. Esta característica tem o potencial de manter um pH alto devido a esta alta liberação de íons hidroxila, principalmente em ambiente aquoso, influenciando diretamente na sua solubilidade, pois seu potencial só é atingido, em consequência desta propriedade¹⁸.

De acordo com o fabricante, O Bio-C Sealer deve ser armazenado em local seco arejado, com umidade relativa menor que 60% e temperatura entre 15°C e 30°C, não podendo ser armazenado em geladeira, devido a umidade gerada pela mesma, podendo assim iniciar o processo de presa do material, antes mesmo de seu uso. Segundo o fabricante, esse cimento possui a fluidez adequada para obturação de canais

radiculares, além de ser pronto para o uso. Entretanto, foi observado que há uma escassez de estudos na literatura sobre as propriedades desse material e nenhuma pesquisa sobre a influência na temperatura de armazenamento deste material foi encontrada.

Uma vez que as análises das propriedades físico-químicas ainda são necessárias para avaliar o impacto dos cimentos à base de silicato de cálcio no resultado do tratamento do canal radicular¹⁰ e, a obturação tridimensional dos condutos é importante para a qualidade do tratamento endodôntico, o objetivo desse estudo foi investigar a solubilidade e o pH do Bio-C Sealer após armazenagem em diferentes temperaturas de armazenamento.

2.4 MATERIAIS E MÉTODOS

O cimento endodôntico usado nesse estudo, sua respectiva fabricação, e sua composição estão disponíveis na Tabela 1.

A propriedade de pH foi avaliada conforme as Normas ANSI/ADA no. 5714 e ISO 6876:2012¹⁹, enquanto os testes de solubilidade foram realizados conforme a metodologia descrita por Carvalho-Júnior et al.²⁰ e avaliados conforme as mesmas normas acima descritas^{14,19}.

Para cada um dos testes realizados, o cimento foi avaliado em 3 grupos, com 5 amostras cada. No grupo 1 o cimento foi mantido à 5°C (em geladeira), no grupo 2 foi mantido à 20°C (em adega), e no grupo 3 o cimento foi mantido à 35°C (em estufa), simulando temperaturas médias durante o ano no território brasileiro. Todos os grupos foram mantidos por 30 dias em seu armazenamento. Ao serem retirados do ambiente de armazenamento, permaneceram por 20 minutos em temperatura ambiente de 24°C controlada por ar-condicionado, ligado meia hora antes do experimento. Após esses 20 minutos, os testes foram iniciados e a mesma temperatura foi mantida.

2.4.1 Solubilidade

Para cada grupo, foram utilizados 5 anéis de teflon medindo 1,5 mm de espessura e 7,75 mm de diâmetro interno, seguindo metodologia descrita por Carvalho-Júnior et al.²⁰, reproduzido em estudo de Bernardi et al.²¹. Em cada anel foi realizada uma perfuração com broca esférica carbide no. 2 para passagem de um fio de nylon, que serviu para a sua suspensão dentro de um tubo plástico de tamanho 15 mL contendo 7,5 mL de água destilada.

Após o preenchimento dos anéis de teflon com o cimento endodôntico, os conjuntos foram colocados entre duas lâminas de vidro separados por papel celofane. O cimento biocerâmico exige umidade para tomar presa, com isso foram colados 2 pedaços

de papel toalha úmidos entre o molde e as placas de vidro, como descrito por Tanomaru et al. Com isso, as amostras foram armazenadas em uma estufa à 37°C e umidade relativa de 95%, por tempo igual a três vezes o tempo de presa do cimento (verificado em teste piloto, realizado anteriormente). Após este período, foi realizada a remoção dos resíduos com uma lixa d'água 600 (3M, Brasil) e os anéis foram pesados (P_{U0}) em uma balança de precisão (Mettler PE 160, Mettler-Toledo, Barueri, Brasil), conferindo o peso úmido inicial (P_{U0}). Após a pesagem úmida, os moldes contendo os cimentos foram colocados em um dessecador (Polybras, São Paulo, Brasil) com sílica por 24hs. Decorridas as 24hs em dessecador com sílica, cada anel foi submetido à nova pesagem obtendo-se o peso seco inicial (P_{S0}).

Em seguida, cada anel foi suspenso pelo fio de nylon, e colocados no interior de recipientes plásticos individualizados contendo 7,5 mL de água destilada e reconduzidos à estufa à 37°C, onde permaneceram por 24hs. O fio de nylon previne que a amostra contida no anel de teflon toque as paredes do recipiente plástico. Passadas 24hs, as amostras foram pesadas novamente (P_{U24hs}). Em seguida, permaneceram 24hs novamente em dessecador com sílica e foram novamente pesados (P_{S24hs}).

O mesmo procedimento de pesagem úmida (P_{U7d}) e pesagem seca (P_{S7d}) foi seguido, valor após imersão de 7 dias em água destilada à 37°C.

A solubilidade foi calculada através da fórmula $[(P_{FINAL} - P) / P] \times 100$, onde P_{FINAL} = peso úmido/seco das amostras decorridos os períodos experimentais de 24h e 7 dias e P = peso úmido/seco inicial da amostra após a presa.

2.4.2 pH

A medição do pH foi realizada em paralelo e com base na configuração experimental do teste de solubilidade, seguindo as normas preconizadas pela ISO 6876:2012¹⁹. O valor de pH foi determinado utilizando um pHmetro (Micronal, PH-1700, São Paulo, Brasil). Antes de iniciar a medição do pH, o equipamento foi calibrado utilizando soluções tampão pH 4 e 7 (Digimed, São Paulo, Brasil). Além disso, a cada amostra medida, o eletrodo era limpo com água destilada. A primeira medida de pH foi realizada após 24 horas, e depois, após 7 dias. A média de pH para cada grupo experimental foi calculada após cada período de medição.

2.4.3 Análise estatística

Os dados foram compilados e organizados em uma planilha no Microsoft Excel e, exportados para o software SPSS 21.00 (SPSS Inc., Chicago, EUA). A normalidade dos

dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk e a análise da distribuição das variáveis pelo teste de Levene. Com a confirmação da distribuição normal, o teste de análise de variância, ANOVA two way, foi utilizado para determinar a diferença entre os grupos e o teste “t” de Tukey para encontrar diferenças significativas entre os grupos. O nível de significância foi fixado em 5% ($p < 0.05$).

2.5 RESULTADOS

Para o teste de solubilidade, as médias e os desvio-padrão dos grupos estão apresentados na tabela 1. Em relação ao teste de solubilidade, na pesagem das amostras úmidas não houve diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p > 0.05$), contudo, na pesagem seca, houve diferença estatística significativa ($p < 0.05$). Após 24hs, o grupo da adega foi o que apresentou maior perda de massa, ou seja, apresentou maior solubilidade (2,513%), seguido do grupo da estufa (-1,833%) e por último, o grupo da geladeira (1,278%).

Após 7 dias de imersão em água destilada, na pesagem seca, também foi encontrado diferença estatística significativa ($p < 0.05$) entre os grupos. O grupo da adega foi também o que apresentou maior perda de massa, ou seja, apresentou maior solubilidade (2,654%), seguido do grupo da estufa (-1,984%) e por último, o grupo da geladeira (1,441%). Quando foram comparados os períodos, não houve diferença estatisticamente significativa na solubilidade dentro das amostras de um mesmo grupo ($p > 0.05$).

Os resultados da análise do pH estão dispostos na tabela 3. Com relação aos valores de pH, não foi encontrada diferença estatística entre os valores dos diferentes grupos, em cada um dos períodos investigados ($p > 0.05$). No entanto, quando foram comparados os valores de um mesmo grupo entre os dois diferentes períodos testados, o grupo da geladeira apresentou diminuição significativa no seu valor de pH ($p < 0.05$).

TABELA 1. Cimento endodôntico utilizado no estudo, número do lote, composição e fabricante.

Cimento	Número do Lote	Composição	Fabricante
Bio-C Sealer	54288	Silicato de cálcio, aluminato de cálcio, óxido de cálcio, óxido de zircônio, óxido de ferro, dióxido de silicone, agentes de dispersão	Angelus, Londrina, Brasil

TABELA 2. Médias e desvios-padrão (DP) dos valores de pH obtidos, após 24h e 07 dias, nas diferentes temperaturas de armazenamento, testados para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer.

	pH 24h Média ± dp	pH 07 dias Média ± dp
Adega	11,31 ± 0,12 ^{aA}	11,20 ± 0,25 ^{aA}
Estufa	11,18 ± 0,11 ^{aA}	11,29 ± 0,17 ^{aA}
Geladeira	11,33 ± 0,25 ^{aB}	11,17 ± 0,33 ^{aC}

*Em cada período avaliado, letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre grupos no mesmo período e, letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística no mesmo grupo nos diferentes períodos. (ANOVA e teste de Tukey, $P < 0,05$).

TABELA 3. Médias e desvios-padrão (DP) dos resultados obtidos no teste de Solubilidade (%), após 24h e 7 dias, nas diferentes temperaturas de armazenamento, testadas para o cimento biocerâmico Bio-C Sealer.

	Solubilidade Úmido		Solubilidade Seco	
	24h % ± dp	7 dias % ± dp	24h % ± dp	07 dias % ± dp
Adega	0,115 ± 0,194 ^{aA}	0,580 ± 0,564 ^{aA}	-2,513 ± 0,149 ^{aA}	-2,654 ± 0,229 ^{aA}
Estufa	0,502 ± 0,364 ^{aA}	1,042 ± 0,614 ^{aA}	-1,833 ± 0,207 ^{bA}	-1,984 ± 0,194 ^{bA}
Geladeira	0,609 ± 0,576 ^{aA}	0,881 ± 0,801 ^{aA}	-1,278 ± 0,221 ^{cA}	-1,441 ± 0,197 ^{cA}

*Em cada momento avaliado (úmido ou seco), letras minúsculas diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre grupos no mesmo período e, letras maiúsculas diferentes na mesma linha indicam diferença estatística no mesmo grupo nos diferentes períodos. (ANOVA e teste de Tukey, $P < 0,05$).

2.5 DISCUSSÃO

As propriedades dos materiais endodônticos estão diretamente relacionadas com o sucesso do tratamento de canal radicular²². O Bio-C é um novo cimento endodôntico biocerâmico pronto para o uso, com poucos estudos publicados a seu respeito. O Bio-C foi desenvolvido com intuito de promover agilidade para o profissional e eficiência por suas excelentes características físico-químicas¹³. Portanto, o presente estudo teve como objetivo analisar duas propriedades físico-químicas, pH e solubilidade, após armazenamento em diferentes temperaturas.

Em um estudo atual, realizado por Zordan-Bronzel et al. (2020) que avaliou algumas propriedades físico-químicas de cimentos à base de silicato de cálcio, a mesma metodologia empregada neste estudo para o teste de solubilidade e análise do pH foram utilizadas²³. Além disso, o tempo experimental de 24 horas e 7 dias também foram investigados pelos autores. Massi et al (2011), investigaram o pH e a liberação de íons cálcio ao desenvolver um novo MTA, a mesma norma foi seguida, no entanto, houve troca da água destilada durante os períodos, para possibilitar a análise dos íons liberados²⁴. No presente estudo, assim como no estudo de Zordan-Bronzel²³, não houve análise de íons, portanto, a água destilada contida nos recipientes plásticos não foi trocada.

Zordan-Bronzel et al. (2019), encontraram após 30 dias de imersão em água, o Bio-C obteve uma perda de massa de -17.9%²⁷. O maior valor de solubilidade encontrado neste estudo para o cimento Bio-C após 7 dias foi de -2,65%, do grupo que foi armazenado em adega. Essa diferença pode ter sido encontrada pela diferença no tempo de imersão em água destilada, pois Jafari e Jafari et al. (2017), em sua revisão sistemática sobre os cimentos obturadores à base de silicato de cálcio, relatou que esta nova classe apresenta alta solubilidade²². Essa alta solubilidade pode ser explicada pela presença de partículas hidrofílicas nanométricas, as quais aumentam o tamanho total da área do cimento e, conseqüentemente, permite que mais moléculas de água entrem em contato com o cimento, aumentando a sua hidratação²⁸.

Embora a alta solubilidade dos cimentos a base de silicato de cálcio possa ser considerada uma desvantagem, seu potencial bioativo é uma consequência da solubilidade destes materiais mesmo após a presa¹⁰. Entretanto, esta solubilidade deve ser a menor possível, a fim de manter sua capacidade de selamento e evitar a reinfecção^{26,27}. Neste estudo, todos os cimentos testados permaneceram dentro da norma encontrada na especificação ANSI/ADA 57¹⁴, a qual diz que ao final de cada período analisado, o cimento deve apresentar um valor menor do que 3% de diferença de massa.

A capacidade de alcalinização (aumento de pH), é uma importante propriedade química, pois pode contribuir para o potencial osteogênico, biocompatibilidade e

capacidade antibacteriana²⁹. Segundo o fabricante, o cimento Bio-C Sealer apresenta valor aproximado de pH de 12,5. Em nosso estudo, os valores de pH de todas as amostras foram altamente alcalinos, porém, não foram encontrados os mesmos resultados do fabricante. Neste experimento, o maior valor de pH para 24 horas foi obtido para a amostra da geladeira, com uma média de 11,33 e, para o período de 7 dias, foi verificado como maior média a amostra da estufa, com uma média de 11,29. Zordan- Bronzel et al. (2019) e, em seu teste sobre pH com o Bio-C Sealer obteve uma média de 9.65 para 24 horas e de 9.74 para 7 dias, não encontrando tampouco, o valor atribuído pelo fabricante²⁷.

Urban et al. (2018), ao analisar a solubilidade e o pH para 3 diferentes cimentos endodônticos, encontrou em seu estudo, após 14 dias, uma média de 11.9 para o cimento endodôntico BioRoot RCS (Septodont, Saint-Maur-des-Fossés, France), seguido por MTA Fillapex (Angelus, Londrina, Brasil) com média de 10.1 e por último, AH Plus (Dentsply DeTrey GmbH, Konstanz, Germany), com média 8.9¹⁵. Poggio et al. (2017), ao analisar a solubilidade e pH de diferentes cimentos endodônticos *in vitro*, realizou o teste de pH para o cimento BioRoot RCS, um cimento biocerâmico e, após 24 horas, encontrou uma média de 11.43, entretanto, encontraram uma solubilidade significativamente maior ($p < 0.05$), extrapolando a norma ISO 6876. Os autores concluíram que está alcalinidade está diretamente relacionada à solubilidade, porém, a mesma pode impactar em uma possível infiltração bacteriana¹⁸. O presente estudo, obteve dados aproximados de pH e solubilidade em comparação aos estudos sobre o BioRoot RCS.

A hipótese nula (H_0) de que os grupos não apresentariam alterações significativas nas propriedades físico-químicas ao serem armazenados em diferentes temperaturas foi rejeitada pelos resultados obtidos. Até o presente momento, não foram encontrados na literatura, artigos que investigaram a influência do armazenamento do cimento Bio-C Sealer e outros cimentos endodônticos, em diferentes temperaturas, em suas propriedades físico-químicas.

Tendo em vista que os resultados desse estudo foram obtidos *in vitro*, é importante serem interpretados e analisados com cautela para futuras aplicações clínicas³¹. Além disso, com os avanços tecnológicos, é necessário novo estudo a cerca da influência de diferentes temperaturas de armazenamento sobre os cimentos à base de silicato de cálcio, tendo em vista que não foram encontrados estudos sobre este tema na literatura.

2.7 CONFLITO DE INTERESSE

Os autores negam quaisquer conflitos de interesse relacionados a este estudo.

2.8 CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo, pode-se concluir que as diferentes temperaturas de armazenamento influenciaram na solubilidade e pH do cimento biocerâmico Bio-C Sealer, porém novos estudos devem ser feitos para elucidar melhor essa influência.

2.9 REFERÊNCIAS

1. Walton, R. E., Torabinejad, M. Endodontics: principles and practice. St. Louis, Missouri, Elsevier. 2015.
2. Cohen, S., Hargreaves, K. M. Caminhos da Polpa. 11^a. ed.; Rio de Janeiro, Ed. Elsevier Editora Ltda. 2017.
3. McElroy DL. Physical properties of root canal filling materials. J Am Dent Assoc 1955;50:433-440.
4. Camilleri, Josette. Sealers and Warm Gutta-percha Obturation Techniques. Journal of Endodontics. 2015; 41:1 72-78.
5. Gandolfi, M. G.; Siboni, F.; Prati, C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. Dental Materials. 2016; 32:2 113-26.
6. Vertuan, GC, Duarte MAH, Moraes IG, Piazza, B. et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. Journal of Endodontics. 2018; 44:3 501–505.
7. Sousa-Neto, M. D., Passarinho-Neto, J. G., Carvalho-Júnior, J. R. et al. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. Brazilian Dental Journal. 2002; 13:123-128.
8. Zhou H. M., Shen Y., Zheng W. et al. Physical properties of 5 root canal sealers. Journal of Endodontics. 2013; 39:1281-6.
9. Koch K, Brave D. Bioceramic technology: the game changer in endodontics. Endodontic Practice. 2009; 2:17-21.
10. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. Odontology. 2018; 107: 421-436.
11. Balguerie E, SLUIS L, Vallaëys K. et al. Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: a scanning electron microscopic study. Journal of Endodontics. 2011; 37: 1576-1579.
12. Uzunoglu-Özyürek E, Erdoğan Ö; Türker S. Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Dentinal Tubule Penetration of 2 Different Root Canal Sealers: a confocal laser scanning microscopic study. Journal of Endodontics. 2018; 44: 1018-1023.
13. Angelus. Perfil Técnico Científico do Bio-C ® Sealer. Londrina, Brasil. 2019; 1-20

14. American National Standards/American Dental Association. ANSI/ADA Specification No. 57: Endodontic Sealing Material. Chicago: American National Standards/American Dental Association; 2000.
15. Urban K, Neuhaus J; Donnermeyer D, et al. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: a long-term investigation. *Journal of Endodontics*. 2018; 44:1736-1740.
16. Kim S, Malek M, Sigurdsson A, et al. Endodontics: a comprehensive review. *International Endodontic Journal*. 2018;12: 1376-1388.
17. Sarkar N, Caicedo R, et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 2005; 31: 97–100.
18. Poggio C, Dagna A, Ceci M, et al. Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: a comparative study. *Journal Of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017; 1189-1194.
19. International Organization for Standardization. International Standard ISO 6876:2012: Dental Root Canal Sealing Materials. Geneva: International Organization for Standardization;2012.
20. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, et al. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod*. 2007;33:1110-6.
21. Bernardi A, Bortoluzzi EA, Felipe WT, et al. Effects of the addition of nanoparticulate calcium carbonate on setting time, dimensional change, compressive strength, solubility, and pH of MTA. *Int Endod J*. 2017;50:97-105.
22. Jafari, F; Jafari, S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate-based sealers: a review article. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017;1249-1255.
23. Zordan-bronzel C, Tanomaru-filho M, Chávez-andrade G. Calcium Silicate-Based Experimental Sealers: physicochemical properties evaluation. *Materials Research*. 2021; 24:1-6.
24. Massi, S. et al. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Journal of Endodontics*. 2011; 37:844-6.
25. Orstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Materials*. 2001;17: 512-9.
26. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological, and clinical testing. *Endodontic Topics*. 2005;12: 25-38.
27. Zordan Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru Filho M, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *Journal of Endodontics*. 2019;45: 1248-1252.
28. Al-Haddad, Afaf; Aziz, Zeti A. Che Ab. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: a review. *International Journal of Biomaterials*. 2016:1-10.
29. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, et al. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;10: 1281-6.
30. Lee JK, Kwak SW, Ha JH, et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2017: 1-8.
31. Silva EJ, Perez R, Valentim RM, Belladonna FG, De-Deus GA, Lima IC, et al. Dissolution, dislocation, and dimensional changes of endodontic sealers after a solubility challenge: a micro-CT approach. *Int Endod J*. 2017;50:407-14.

3. CONCLUSÃO DO TCC

Dentro das limitações desse estudo, pôr os testes terem sido conduzidos *in vitro*, deve-se ter cautela nas aplicações dos resultados desse trabalho à prática clínica. Portanto, neste trabalho pode-se concluir que as diferentes temperaturas de armazenamento influenciaram nos valores de solubilidade das amostras desidratadas e, também influenciaram no pH das amostras da geladeira nos diferentes períodos. Contudo, novos estudos devem ser feitos para elucidar melhor esta diferença.

4. REFERÊNCIAS DA CONTEXTUALIZAÇÃO

1. Lima M. et al. Evaluation of Three Obturations Techniques in Endodontics. *Revista Gaúcha de Odontologia*. 2004; 52: 13-18.
2. Castelluci A, West J. *Endodontics*. Florença, Il Tridente; 2005.
3. Vidotto APM, Kamachi JT, Bueno CES. et al. Contaminação bacteriana dos cones de guta-percha utilizados nas clínicas odontológicas da Faculdade de Odontologia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas. *Revista Ciência Médica*. 2006; 15:41-6.
4. Tanomaru F, Mario-Torres F, Pinto J. et al. Flow, Filling Ability and Apical Extrusion of New Calcium Silicate-Based Sealers: a micro-computed tomographic study. *Dental Oral Biology and Craniofacial Research*. 2020;1-6. 1-6.
5. Marques, K. T., et al. Selamento apical proporcionado por diferentes cimentos endodônticos. *Stomatos*. 2011;17(32).
6. Grossman, L. I. An improved root canal cement. *American Dental Association / Journal of the American Dental Association*. 1958; 56: 381-5.
7. Faria-Júnior N. B. et al. Antibiofilm activity, pH, and solubility of endodontic sealers. *International Endodontic Journal*. 2013;46: 755-762.
8. Topçuoglu, H. et al. In Vitro Fracture Resistance of Roots Obturated with Epoxy Resin-based, Mineral Trioxide Aggregated-based, and Bioceramic Root Canal Sealers. *Journal of Endodontics*. 2013;39:1630-1633.
9. Johnson, W. T. e Gutmann, J. L. Obturação do sistema de canais radiculares limpos e modelados. Em: Cohen, S. e Hargreaves, Ed. Elsevier Editora Ltda 10º Ed. Cap. 10. *Caminhos da Polpa*. Rio de Janeiro. 2011:324-358.
10. Teles A. Estudo Comparativo da capacidade de selamento de três técnicas de obturação de canais radiculares. Tese de Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto; 2002.
11. Freires I, Cavalcanti Y. Proteção do complexo dentinho pulpar: indicações, técnicas e materiais para uma boa prática clínica. *Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde*. 2011;13: 69:80.
12. Best SM, Porter AE, Thian ES, Huang J. Bioceramics: past, present and for the future. *Journal of the European Ceramic Society*. 2008; 28:1319–1327.
13. Mendes A. et al. Evaluation of Physicochemical Properties of New Calcium Silicate-Based Sealer. *Brazilian Dental Journal*. 2018; 29:536-540.
14. Asgary S, Parirokh M, Eghbal MJ, Brink F. Chemical differences between white and gray mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 2005; 31: 101-3.
15. Koch KA, Brave DG. Bioceramics, part I: the clinician's viewpoint. *Dent Today*. 2012; 31: 130-5.
16. Koch KA, Brave DG. Bioceramics, Part II: The clinician's viewpoint. *Dent Today*. 2012; 31:122-5.
17. Utneja S, Nawal RR, Talwar S, Verma M. Current perspectives of bio-ceramic technology in endodontics: Calcium enriched mixture cement- review of its

- composition, properties, and applications. *Restorative Dental Endodontics*. 2015; 40:1-13.
18. Jitaru S, Hodisan I, Timis L. et al. The use of bioceramics in endodontics – literature review. *Clujul Med*. 2016; 89:470-473.
 19. Zhao Y, Zhang Y, Ning F. et al. Synthesis, and cellular biocompatibility of two kinds of HAP with different nanocrystal morphology. *Journal of Biomedical Materials Research*. 2007; 83:121-126.
 20. R. et al. Revisão de literatura das propriedades físico-químicas e biológicas de um cimento à base de silicato de cálcio. *Revista Brasileira de Odontologia*. 2016; 73: 237-141.
 21. Loushine BA, Bryan TE, Looney SW. et al. Setting properties and cytotoxicity evaluation of a premixed bioceramic root canal sealer. *Journal Of Endodontics*. 2011; 37:673-677.
 22. Nasseh A. The rise of bioceramics. *Endodontic Practice*. 2019;2: 17-22.
 23. Lima PRNS, Santos PRN, Pedrosa MS, Delboni MG. Cimentos biocerâmicos em endodontia: revisão de literatura. *Revista Federal de Odontologia*. 2017; 22:2448-254.
 24. AL-HADDAD A, CHE AB AZIZ ZA. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: A Review. *International Journal of Biomaterials*. 2016;1-10.
 25. Prati C, Gandolfi MG. Calcium silicate bioactive cements: Biological perspectives and clinical applications. *Dental Materials*. 2016; 31; 351-370.
 26. Candeiro GT, Moura-Netto C, D’Almeida-Couto RS. et al. Cytotoxicity, genotoxicity, and antibacterial effectiveness of a bioceramic endodontic sealer. *International Endodontic Journal*. 2015; 449:858-64.
 27. Barros J, Silva R, Gonçalves L. et al. Antibiofilm effects of endodontic sealers containing quaternary ammonium polyethylenimine nanoparticles. *Journal of Endodontics*. 2014; 40:1167-71.
 28. Giacomino CM, Wealleans JA, Kuhn N, Diogenes A. Comparative biocompatibility and osteogenic potential of two bioceramic sealers. *Journal of Endodontics*. 2019; 45:51-56.
 29. Cvek M, Granath, L, Cleaton-Jones P, et al. Hard tissue barrier formation in pulpotomized monkey teeth capped with cyanoacrilate or calcium hydroxide for 10 and 60 minutes. *Journal of Dentistry*. 1987; 66:1166-1174.
 30. Stuart CH, Schwartz SA, Besson TJ. et al. *Enterococcus faecalis*: Its Role in Root Canal Treatment Failure and Current Concepts in Retreatment. 2006;32 93-98.
 31. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, et al. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;10: 1281-6.
 32. Lee JK, Kwak SW, Ha JH, et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2017: 1-8.
 33. Slutzky-Goldberg I, Slutzky H, Solomanov M. et al. Antibacterial Properties of Four Endodontic Sealers. *J Endod*. 2008;34:735–738.

34. Estrela et al: Mechanism of Action of Calcium and Hydroxyl Ions of Calcium Hydroxide on Tissue and Bacteria. *Braz Dent J.* 1995; 6:85-90.
35. Liu C, Shao H, Chen F, Zheng H. Effects of the granularity of raw materials on the hydration and hardening process of calcium phosphate cement. *Biomaterials.* 2003;24: 4103:13.
36. Nair PNR, Henry S; Cano V. et al. Microbial status of apical root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one-visit” endodontic treatment. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology.* 2005; 99: 231-252.
37. Zordan Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru Filho M. et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *Journal of Endodontics.* 2019; 45:1248-1252.
38. Carvalho-Junior JR, Guimarães LF, Correr-Sobrinho L. et al. Evaluation of solubility, disintegration, and dimensional alterations of a glass ionomer root canal sealer. *Brazilian Dental Journal.* 2003; 14:114 – 8.
39. ISO 6876: dental root canal sealing materials. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization. 2012:1-4
40. Jafari, F; Jafari, S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate-based sealers: a review article. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry.* 2017:1249-1255.
41. Al-Haddad, Afaf; Aziz, Zeti A. Che Ab. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: a review. *International Journal of Biomaterials.* 2016;1-10.
42. Walton, R. E., Torabinejad, M. *Endodontics: principles and practice.* St. Louis, Missouri, Elsevier. 2015.
43. Cohen, S., Hargreaves, K. M. *Caminhos da Polpa.* 11^a. ed.; Rio de Janeiro, Ed. Elsevier Editora Ltda. 2017.
44. McElroy DL. Physical properties of root canal filing materials. *J Am Dent Assoc* 1955;50:433-440.
45. Camilleri, Josette. Sealers and Warm Gutta-percha Obturation Techniques. *Journal Of Endodontics.* 2015; 41:1 72-78.
46. Gandolfi, M. G.; Siboni, F.; Prati, C. Properties of a novel polysiloxane-guttapercha calcium silicate-bioglass-containing root canal sealer. *Dental Materials.* 2016; 32:2 113-26
47. Vertuan, G. C., Duarte, M. A. H., Moraes, I. G. de, Piazza, B., Vasconcelos, B. de C., Alcalde, M. P., & Vivan, R. R. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Root Canal Sealer. *Journal of Endodontics.* 2018; 44:3 501–505.
48. Sousa-Neto, M. D., Passarinho-Neto, J. G., Carvalho-Júnior, J. R. et al. Evaluation of the effect of EDTA, EGTA and CDTA on dentin adhesiveness and microleakage with different root canal sealers. *Brazilian Dental Journal.* 2002; 13:123-128.

49. Zhou H. M., Shen Y., Zheng W. et al. Physical properties of 5 root canal sealers. *Journal of Endodontics*. 2013; 39:1281-6.
50. Koch K, Brave D. Bioceramic technology: the game changer in endodontics. *Endodontic Practice*. 2009; 2:17-21.
51. Donnermeyer D, Bürklein S, Dammaschke T, Schäfer E. Endodontic sealers based on calcium silicates: a systematic review. *Odontology*. 2018; 107: 421-436.
52. Balguerie E, SLUIS L, Vallaey K. et al. Sealer Penetration and Adaptation in the Dentinal Tubules: a scanning electron microscopic study. *Journal of Endodontics*. 2011; 37: 1576-1579.
53. Uzunoglu-Özyürek E, Erdoğan Ö; Türker S. Effect of Calcium Hydroxide Dressing on the Dentinal Tubule Penetration of 2 Different Root Canal Sealers: a confocal laser scanning microscopic study. *Journal of Endodontics*. 2018; 44: 1018-1023.
54. Angelus. Perfil Técnico Científico do Bio-C ® Sealer. Londrina, Brasil. 2019; 1-20.
55. American National Standards/American Dental Association. ANSI/ADA Specification No. 57: Endodontic Sealing Material. Chicago: American National Standards/American Dental Association; 2000.
56. Urban K, Neuhaus J; Donnermeyer D, et al. Solubility and pH Value of 3 Different Root Canal Sealers: a long-term investigation. *Journal of Endodontics*. 2018; 44:1736-1740.
57. Kim S, Malek M, Sigurdsson A, et al. Endodontics: a comprehensive review. *International Endodontic Journal*. 2018;12: 1376-1388.
58. Sarkar N, Caicedo R, et al. Physicochemical basis of the biologic properties of mineral trioxide aggregate. *Journal of Endodontics*. 2005; 31: 97–100.
59. Poggio C, Dagna A, Ceci M, et al. Solubility and pH of bioceramic root canal sealers: a comparative study. *Journal Of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017; 1189-1194.
60. International Organization for Standardization. International Standard ISO 6876:2012: Dental Root Canal Sealing Materials. Geneva: International Organization for Standardization;2012.
61. Carvalho-Junior JR, Correr-Sobrinho L, Correr AB, et al. Solubility and dimensional change after setting of root canal sealers: a proposal for smaller dimensions of test samples. *J Endod*. 2007;33:1110-6.
62. Bernardi A, Bortoluzzi EA, Felipe WT, et al. Effects of the addition of nanoparticulate calcium carbonate on setting time, dimensional change, compressive strength, solubility, and pH of MTA. *Int Endod J*. 2017;50:97-105.

63. Jafari, F; Jafari, S. Composition and physicochemical properties of calcium silicate-based sealers: a review article. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*. 2017;1249-1255.
64. Zordan-bronzel C, Tanomaru-filho M, Chávez-andrade G. Calcium Silicate-Based experimental Sealers: physicochemical properties evaluation. *Materials Research*. 2021; 24:1-6.
65. Massi, S. et al. pH, calcium ion release, and setting time of an experimental mineral trioxide aggregate-based root canal sealer. *Journal of Endodontics*. 2011; 37:844-6.
66. Orstavik D, Nordahl I, Tibballs JE. Dimensional change following setting of root canal sealer materials. *Dent Materials*. 2001;17: 512-9.
67. Orstavik D. Materials used for root canal obturation: technical, biological, and clinical testing. *Endodontic Topics*. 2005;12: 25-38.
68. Zordan Bronzel CL, Esteves Torres FF, Tanomaru Filho M, et al. Evaluation of Physicochemical Properties of a New Calcium Silicate-based Sealer, Bio-C Sealer. *Journal of Endodontics*. 2019;45: 1248-1252.
69. Al-Haddad, Afaf; Aziz, Zeti A. Che Ab. Bioceramic-Based Root Canal Sealers: a review. *International Journal of Biomaterials*. 2016:1-10.
70. Zhou HM, Shen Y, Zheng W, et al. Physical properties of 5 root canal sealers. *J Endod*. 2013;10: 1281-6.
71. Lee JK, Kwak SW, Ha JH, et al. Physicochemical Properties of Epoxy Resin-Based and Bioceramic-Based Root Canal Sealers. *Bioinorganic Chemistry and Applications*. 2017: 1-8.
72. Silva EJ, Perez R, Valentim RM, Belladonna FG, De-Deus GA, Lima IC, et al. Dissolution, dislocation, and dimensional changes of endodontic sealers after a solubility challenge: a micro-CT approach. *Int Endod J*. 2017;50:407-14.

Original Research Article Guidelines

Title Page

The title describes the major emphasis of the paper. It must be as short as possible without loss of clarity. Avoid abbreviations in the title because this may lead to imprecise coding by electronic citation programs such as PubMed (eg, use sodium hypochlorite rather than NaOCl). The author list must conform to published standards on authorship (see authorship criteria in the Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals at www.icmje.org). Include the manuscript title; the names and affiliations of all authors; and the name, affiliation, and full mailing address (including e-mail) of the corresponding author. This author will be responsible for proofreading page proofs and ordering reprints when applicable. Also highlight the contribution of each author in the cover letter.

Abstract

The Abstract concisely describes the purpose of the study in 250 or fewer words. It must be organized into sections: Introduction, Methods, Results, and Conclusions. The hypothesis is described in the Abstract Introduction. The Abstract describes the new contributions made by this study. The Abstract word limitation and its wide distribution (eg, PubMed) make it challenging to write clearly. This section is written last by many authors. Write the abstract in past tense because the study has been completed. Provide 3-5 keywords.

Introduction

The introduction briefly reviews the pertinent literature to identify the gap in knowledge that the study is intended to address and the limitations of previous studies in the area. Clearly describe the purpose of the study, the tested hypothesis, and its scope. Many successful manuscripts require no more than a few paragraphs to accomplish these goals; therefore, do not perform extensive literature review or discuss the results of the study in this section.

Materials and Methods

The Materials and Methods section is intended to permit other investigators to repeat your experiments. There are 4 components to this section: (1) detailed description of the materials used and their components, (2) experimental design, (3) procedures employed, and (4) statistical tests used to analyze the results. Most manuscripts should cite prior studies that used similar methods and succinctly describe the essential aspects used in the present study. A "methods figure" will be rejected unless the procedure is novel and requires an illustration for comprehension. If the method is novel, then you must carefully describe the method and include validation experiments. If the study used a commercial product, the manuscript must either state that you followed manufacturer's protocol or specify any changes made to the protocol. If the study used an in vitro model to simulate a clinical outcome, describe either experiments made to validate the model or previous literature that proved the clinical relevance of the model. The statistical analysis section must describe which tests were used to analyze which dependent measures; P values must be specified. Additional details may include randomization scheme, stratification (if any), power analysis as a basis for sample size computation, dropouts from clinical trials, the effects of important confounding variables, and bivariate versus multivariate analysis.

Results

Only experimental results are appropriate in this section; do not include methods, discussion, or conclusions. Include only those data that are critical for the study, as defined by the aim(s). Do not include all available data without justification; any repetitive findings will be rejected from publication. All Figures, Charts, and Tables must be cited in the text in numerical order and include a brief description of the major findings. Consider using Supplemental Figures, Tables, or Video clips that will be published online. Supplemental material often is used to provide additional information or control experiments that support the results section (eg, microarray data).

Figures

There are 2 general types of figures: type 1 includes photographs, radiographs, or micrographs; type 2 includes graphs. Type 1: Include only essential figures and use composite figures containing several panels of photographs, if possible. Each panel must be clearly identified with a letter (eg, A, B, C), and the parts must be defined in the figure legend. A figure that contains many panels counts as 1 figure. Type 2: Graphs (ie, line drawings including bar graphs) that plot a dependent measure (on the Y axis) as a function of an independent measure (usually plotted on the X axis). One example is a graph

depicting pain scores over time. Use graphs when the overall trend of the results is more important than the exact numeric values of the results. A graph is a convenient way to report that an ibuprofen-treated group reported less pain than a placebo-treated group over the first 24 hours, but pain reported was the same for both groups over the next 96 hours. In this case, the trend of the results is the primary finding; the actual pain scores are not as critical as the relative differences between the NSAID and placebo groups.

Tables

Tables are appropriate when it is critical to present exact numeric values; however, not all results need be placed in either a table or figure. Instead of a simple table, the results could state that there was no inhibition of growth from 0.001%-0.03% NaOCl, and a 100% inhibition of growth from 0.03%-3% NaOCl (N=5/group). If the results are not significant, then it is probably not necessary to include the results in either a table or as a figure.

Acknowledgments

All authors must affirm that they have no financial affiliation (eg, employment, direct payment, stock holdings, retainers, consultantships, patent licensing arrangements, or honoraria), or involvement with any commercial organization with direct financial interest in the subject or materials discussed in this manuscript, nor have any such arrangements existed in the past 3 years. Disclose any potential conflict of interest. Append a paragraph to the manuscript that fully discloses any financial or other interest that poses a conflict. Disclose all sources and attribute all grants, contracts, or donations that funded the study. Specific wording: "The authors deny any conflicts of interest related to this study."

References

The reference style can be learned from reading past issues of JOE. References are numbered in order of citation. Please use superscripts at the end of a sentence or at the end of a clause that requires a literature citation. Original reports are limited to 35 references. There are no limits in the number of references for review articles.

Other Article Types and Guidelines

Manuscripts submitted to JOE that are not Original Articles must fall into one of the following categories. Abstract limit: 250 words. Note that word limits, listed by type, do not include figure legends or References. If you are not sure whether your manuscript

falls within one of the categories listed or if you would like to request pre-approval to submit additional figures, contact the Editor at JEndodontics@uthscsa.edu.

CONSORT Randomized Clinical Trial

Must strictly adhere to the Consolidated Standards of Reporting Trials—CONSORT—minimum guidelines for publication of randomized clinical trials (<http://www.consortstatement.org>). Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4

Review Article

Either narrative articles or systemic reviews/meta-analyses. Case Report/Clinical Techniques articles, even when they include an extensive review of the literature, are categorized as Case Report/Clinical Techniques. Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Clinical Research

Prospective or retrospective studies of patients or patient records, research on biopsies excluding the use of human teeth for technique studies. Word limit: 3500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Basic Research—Biology

Animal or culture studies of biological research on physiology, development, stem cell differentiation, inflammation, or pathology. Primary focus is on biology. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Basic Research—Technology

Focus primarily on research related to techniques and materials used, or on potential clinical use, in endodontics. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Material and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 3. Maximum number of tables: 3

Case Report/Clinical Techniques

Reports of an unusual clinical case or use of a cutting-edge technology in a clinical case. Word limit: 2500. Headings: Abstract, Introduction, Materials and Methods, Results, Discussion, Acknowledgments. Maximum number of figures: 4. Maximum number of tables: 4.

Formatting of funding sources

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

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

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

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence: This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

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

Artwork

Electronic artwork

General points

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

- Size the illustrations close to the desired dimensions of the published version.
- Submit each illustration as a separate file.
- Ensure that color images are accessible to all, including those with impaired color vision.

A detailed guide on electronic artwork is available.

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

If your electronic artwork is created in a Microsoft Office application (Word, PowerPoint, Excel) then please supply 'as is' in the native document format. Regardless of the application used other than Microsoft Office, when your electronic artwork is finalized, please 'Save as' or convert the images to one of the following formats (note the resolution requirements for line drawings, halftones, and line/halftone combinations given below):

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

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

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

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

Please do not:

- Supply files that are optimized for screen use (e.g., GIF, BMP, PICT, WPG); these typically have a low number of pixels and limited set of colors;
- Supply files that are too low in resolution;
- Submit graphics that are disproportionately large for the content.

Color artwork

Please make sure that artwork files are in an acceptable format (TIFF (or JPEG), EPS (or PDF) or MS Office files) and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. Further information on the preparation of electronic artwork.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used.

Tables

Please submit tables as editable text and not as images. Tables can be placed either next to the relevant text in the article, or on separate page(s) at the end. Number tables consecutively in accordance with their appearance in the text and place any table notes below the table body. Be sparing in the use of tables and ensure that the data presented in them do not duplicate results described elsewhere in the article. Please avoid using vertical rules and shading in table cells.

References

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not allowed in the reference list, but they may be mentioned in the text. Citation of a reference as "in press" implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of*

Geophysical Research, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Web References

As a minimum, the full URL should be given and the date when the reference was last accessed. Any further information, if known (DOI, author names, dates, reference to a source publication, etc.), should also be given. Web references are included in the reference list.

Data references

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

References in a special issue

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

Reference management software

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

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

<http://open.mendeley.com/use-citation-style/journal-of-endodontics>

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

Reference style

Text: Indicate references by Arabic numerals in parentheses, numbered in the order in which they appear in the text. List: Number the references in the list in the order in which they appear in the text. List 3 authors then et al. Examples:

Journal article:

1. Van der Geer J, Hanraads JAJ, Lupton RA. The art of writing a scientific article. J Sci Commun. 2010;163:51–59. Book:

2. Strunk W Jr, White EB. The Elements of Style, 4th ed. New York: Longman; 2000. Chapter in an edited book:

3. Mettam GR, Adams LB. How to prepare an electronic version of your article. In: Jones BS, Smith RZ, eds. Introduction to the Electronic Age. New York: E-Publishing; 2009:281–304.

Journal abbreviations source

Journal names are abbreviated according to Index medicus.