



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE FARMÁCIA, ODONTOLOGIA E ENFERMAGEM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA

SUYANE MARIA LUNA CRUZ DE VASCONCELOS

**CIMENTO ODONTOLÓGICO EXPERIMENTAL A BASE DE SILICATO
TRICÁLCICO: ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

FORTALEZA-CE

2023

SUYANE MARIA LUNA CRUZ DE VASCONCELOS

**CIMENTO ODONTOLÓGICO EXPERIMENTAL A BASE DE SILICATO
TRICÁLCICO: ANÁLISE DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Odontologia. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Sartori Mendonça

FORTALEZA-CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- V451c Vasconcelos, Suyane Maria Luna Cruz de.
Cimento odontológico experimental a base de silicato tricálcico : análise de propriedades físico-químicas / Suyane Maria Luna Cruz de Vasconcelos. – 2023.
67 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem, Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Fortaleza, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Juliano Sartori Mendonça.
1. Odontologia. 2. Materiais dentários. 3. Propriedades físico-químicas. 4. Descoloração de dente. I.
Título.

CDD 617.6

SUYANE MARIA LUNA CRUZ DE VASCONCELOS

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Odontologia da Faculdade de Farmácia, Odontologia e Enfermagem da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Odontologia. Área de concentração: Clínica Odontológica.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Sartori Mendonça

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Juliano Sartori Mendonça (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (FFOE-UFC)

Prof. Dr. Marco Antônio Húngaro Duarte
Universidade de São Paulo (FOB-USP)

Prof. Dr. Rodrigo Ricci Vivan
Universidade de São Paulo (FOB-USP)

Prof.a Dr.a Regina Glaucia Lucena Aguiar Ferreira
Universidade Federal do Ceará (FFOE-UFC)

Prof. Dr. Emanuel Arrais de Alencar Júnior
Universidade Federal do Ceará (FFOE-UFC)

A Deus, toda a gratidão pela oportunidade, pelo amor incondicional, pelo cuidado paternal e por colocar ao meu lado o companheiro de todas as horas, o parceiro de todos os sonhos.

“Ainda que eu tenha o dom de profecia, saiba todos os mistérios e todo o conhecimento e tenha uma fé capaz de mover montanhas, se não tiver amor, nada serei.”

(I Coríntios 13:2)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a **DEUS**, nosso Pai, pelo dom da vida, por estar sempre ao meu lado ao longo de todo o caminho; mas principalmente pelo meu maior presente, a minha família.

A **MARIA**, nossa mãezinha do céu, por seu amor maternal e por ser o maior exemplo de todos os tempos de esposa dedicada, de mãe amorosa, de mulher de fé, ser humano humilde e portadora de uma sabedoria real.

A você, **BRUNO CARVALHO DE VASCONCELOS**, não tenho palavras para expressar minha gratidão. Sem você, não seria possível. Começamos a sonhar juntos, já há bastante tempo, e temos seguido ao longo do caminho: subindo montanhas; pisando em espinhos; plantando sementes; colhendo frutos; ofertando rosas; encontrando verdes vales; às vezes, atravessando pequenos desertos, mas o importante é que permanecemos juntos e juntos a Deus. Obrigada pelo apoio incondicional; por acreditar, muitas vezes mais do eu, que daria certo; por me ajudar a encontrar o rumo nas várias vezes que me senti perdida. Obrigada por continuar sonhando ao meu lado! Obrigada por ser você!

Aos nossos filhos, **TIAGO E PEDRO**, maiores presentes de Deus em nossas vidas. Obrigada a vocês pela oportunidade de ser mãe, mãe de vocês. Obrigada pelos sorrisos todas as manhãs, pelo beijo de boa noite que não pode deixar de existir, pelas gargalhadas roubadas quando menos esperamos, pelo aprendizado diário. Obrigada, também, pela compreensão nos momentos ausentes, quando não pude parar para brincar, ou para ensinar uma tarefa, ou para levar ao futebol, ou à natação. Amo vocês! Simplesmente, obrigada!

Aos meus pais, **NEWTÁCIO E WELBA**, pelo incentivo ofertado gratuitamente sempre, pelo exemplo de retidão, de dedicação ao trabalho e exemplo de família. Pelos ensinamentos diários, aos quais tenho o privilégio, até hoje, de poder recebê-los. Obrigada por acreditarem sempre em mim, desde o início, desde meus primeiros passos.

A minha querida cunhada, **ALESSANDRA CARVALHO DE VASCONCELOS**, também da área docente e pesquisadora da Universidade Federal do Ceará, pelas palavras de apoio, confiança, incentivo e carinho.

Ao meu orientador, **PROF. DR. JULIANO SARTORI MENDONÇA**, também meu professor de graduação. Exemplo de pessoa, exemplo de professor, exemplo de profissional. Suas mãos habilidosas, seu conhecimento rebuscado e sempre embasado, seu carinho com os pacientes, sua atenção com os alunos, um dia me cativaram, envolveram-me e motivaram-me a seguir por este caminho da docência na Odontologia. Obrigada, professor, por tantos ensinamentos ao longo de minha trajetória, obrigada pela confiança até o final.

Ao **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**, em nome de seu Coordenador, **PROF. DR. VICENTE DE PAULO SABOIA ARAGÃO**, pela compreensão, pelo apoio incondicional e pela disponibilidade.

À **CAPES**, pela concessão de bolsa de estudos e incentivo à pesquisa.

Ao funcionário **RAFAEL MAIA**, pela disponibilidade e, mais do que isso, pela vontade de ajudar, pelo auxílio nas resoluções burocráticas e pelo carinho sempre dispensado.

À funcionária **JOANA KARLA**, pelo apoio e pela disponibilidade sempre que necessário.

Aos técnicos do Laboratório de Pesquisa, **KARINE NOJOSA** e **FLORINDO JÚNIOR**, pelo auxílio prestado durante a execução dos ensaios, pela disponibilidade e presença sempre solícita e competente.

À **FACULDADE DE ODONTOLOGIA DA UNIFAMETRO**, em nome do professor e coordenador Dr. Paulo André Carvalho, pelo incentivo, apoio e compreensão.

Aos meus amigos e colegas, **PROFESSORES DO CURSO DE ODONTOLOGIA DA UNIFAMETRO**, companheiros de trabalho e de disciplina, em especial, às professoras **PAULA VENTURA**, **JAMILLA RICARTE**, **NAYANE CAVALCANTE** e **DÉBORA TÁVORA**, pelas palavras de incentivo, pela confiança, mas, principalmente, pela amizade.

RESUMO

A demanda por tratamentos menos invasivos, capazes de manter maior volume de estrutura dental, assim como protetores da vitalidade pulpar e reparadores, responsáveis por evitar tratamentos mais radicais, vem aumentando nos últimos anos. Tal fato tem levado a comunidade científica e as empresas do setor a desenvolverem protocolos e materiais que correspondam a essa necessidade. No caso dos materiais protetores do complexo dentino-pulpar e reparadores endodônticos, o desenvolvimento de compostos à base de silicato tem levado os tratamentos a um patamar superior de efetividade, todavia, ainda existem limitações. Desta forma, o presente estudo teve por objetivo avaliar as propriedades físico-químicas de um cimento experimental à base de silicato tricálcico (CExp), com sugestão de emprego como capeador pulpar direto, indireto e reparador endodôntico, comparando-as com as dos cimentos comerciais Biodentine (BD) e MTA-Angelus branco (MTA). Foram avaliados tempo de presa, radiopacidade, sorção e solubilidade, resistência compressiva, pH e capacidade de liberação de íons cálcio. Determinou-se, ainda, a descoloração dentária proporcionada pelos materiais ao longo de 150 dias, seguindo os parâmetros *CIELab*. Em função de sua natureza paramétrica ou não paramétrica, os dados foram avaliados pelos testes ANOVA e Tukey, Kruskal-Wallis e Dunn, aplicando-se significância quando $p < 0,05$. Os menores tempos de presa iniciais foram apresentados pelos cimentos BD (15 min) e CExp (17,3 min), significativamente inferiores ao do MTA (33,3 min). O mesmo BD ofereceu o menor tempo de presa final (29 min), seguido pelo CExp (48,3 min) e pelo MTA (70 min). Quanto à radiopacidade, os maiores valores foram observados no CExp (6,1 mm Al), seguido pelo MTA (5,67 mm Al) e pelo BD (3,0 mm Al). Os maiores valores de resistência compressiva foram oferecidos pelo BD (88,78 MPa), significativamente superior aos demais. O cimento BD apresentou os menores valores de sorção em 24 horas (0,12%) e 28 dias (0,48%), assim como de solubilidade aos 28 dias (0,52%); os menores valores de solubilidade em 24 horas foram do CExp (0,26%). No que se refere à análise do pH e da liberação de íons cálcio, os melhores resultados, na maioria dos períodos avaliados, foram observados para o CExp e BD, respectivamente; os maiores valores foram de 10,1 (CExp/3 h) e 5,26 mg/dl (BD/24 h). Quanto à análise de alteração de cor (ΔE) proporcionada pelos materiais, as avaliações realizadas aos 14, 30, 120 e 150 dias apontaram que todos os materiais induziram ΔE . O CExp foi o material que proporcionou a menor variação ao final do experimento (4,08). Em função dos resultados observados ao longo das avaliações, nas condições do presente estudo, pode-se concluir que o CExp apresentou propriedades físico-químicas similares, quando não superiores aos cimentos comerciais testados, exceção feita à resistência compressiva. Tais achados, apesar da necessidade de mais estudos, sugerem sua possível indicação como material de proteção da vitalidade pulpar e/ou reparador endodôntico.

Palavras-chave: Odontologia, Materiais dentários, Propriedades físico-químicas, Descoloração de dente.

ABSTRACT

The demand for less invasive treatments aiming at the preservation of the tooth structure and the use of pulp protection and endodontic repair materials, which helps avoid more radical treatments, have increased in recent years. This has led the scientific community and companies to develop protocols and materials that meet this requirement. In this context, the development of silicate-based compounds has led to a higher level of effectiveness of dentin-pulp complex protective and repair materials, albeit not exempt from limitations. Thus, the present study aimed to evaluate the physical-chemical properties of an experimental cement based on tricalcium silicate (CExp), with suggested use for direct and indirect pulp capping and as an endodontic repair material, compared to commercial cements (Biodentine [BD] and white MTA-Angelus [MTA]). Setting time, radiopacity, sorption and solubility, compressive strength, pH, and calcium ion release were evaluated. Tooth discoloration induced by the materials was also evaluated over 150 days, according to *CIE* parameters. The data were evaluated, based on their parametric or non-parametric nature, by ANOVA and Tukey, Kruskal-Wallis and Dunn tests, considering significance when $p < 0.05$. The shortest initial setting times were presented by the BD (15 min) and CExp (17.3 min) cements, which were significantly lower than MTA (33.3 min). BD exhibited the shortest final setting time (29 min), followed by CExp (48.3 min) and MTA (70 min). As for radiopacity, the highest values were observed in CExp (6.1 mm Al), followed by MTA (5.67 mm Al) and BD (3.0 mm Al). The highest values of compressive strength were presented by BD (88.78 MPa), which was significantly higher than the others. The BD presented the lowest sorption values at 24 hours (0.12%) and 28 days (0.48%), as well as solubility at 28 days (0.52%), whereas the lowest solubility values at 24 hours were observed in the CExp cement (0.26%). Regarding the pH and calcium ion release analysis, the best results in majority of evaluated periods were observed for CExp and BD, respectively; the highest values were 10.1 mg/dl (CExp/3 hours) and 5.26 mg/dl (BD/24 hours). As for the analysis of color change (ΔE), the evaluations performed at 14, 30, 120, and 150 days pointed out that all materials induced ΔE variations. CExp was the material that yielded the lowest variation at the end of the experimental phase (4.08). Considering the results observed throughout the evaluations, under the conditions of this study, it can be concluded that CExp showed similar physical-chemical properties, sometimes superior, to the commercial materials tested, except for compressive strength. Despite the need for further studies, these findings suggest the use of this experimental tricalcium silicate-based cement as a potential pulp protection and/or endodontic repair material.

Keywords: Dentistry, Dental materials, Physicochemical properties, Tooth discoloration.

LISTA DE ABREVIATURAS

CExp – Cimento Experimental
BD – Biodentine
MTA – Agregado Trióxido Mineral
CIE – Comissão Internacional de Iluminação
min – Minuto
mm – Milímetro
Al – Alumínio
MPa – Mega Pascal
 ΔE – Alteração de cor
ISO – Organização Internacional de Standardização
g – Grama
kV – Kilovolts
mA – Miliampere
cm – Centímetro
ANSI – Instituto Americano de Standardização
ADA – Associação Americana de Odontologia
mL – Mililitro
nm – Nanômetro
mg – Miligrama
dl – Decilitro
L – Luminosidade
a – Medida do eixo vermelho-verde
b – Medida do eixo amarelo-azul
s – Segundos
°C – Grau Celcius
d - Dias

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2 PROPOSIÇÃO.....	15
3 CAPÍTULOS.....	16
3.1 Capítulo 1 - Cimento a Base de Silicato Tricálcico para Emprego como Capeador Pulpar e Reparador Endodôntico: Análise de Propriedades Físico-Químicas.....	17
3.2 Capítulo 2 - Descoloração Dentária Induzida por Cimentos a Base de Silicato Tricálcico: Análise de um Cimento Experimental.....	33
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	43
REFERÊNCIAS.....	44
ANEXO 1 - Trecho do Regimento Interno do PPGO.....	47
ANEXO 2 - Normas de submissão do periódico <i>Materials Research</i>.....	48
ANEXO 3 - Normas de submissão do periódico <i>Brazilian Dental Journal</i>.....	57