



CENTRO UNIVERSITÁRIO DO PARÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CLÍNICA ODONTOLÓGICA

ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS

IMPACTO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA SUSCETIBILIDADE À FRATURA DE
DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E COM LESÕES CERVICAIS NÃO
CARIOSAS.

Belém

2024

ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS

IMPACTO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA SUSCETIBILIDADE À FRATURA DE
DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E COM LESÕES CERVICAIS NÃO
CARIOSAS.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Mestrado Profissional em Clínica Odontológica do Centro Universitário do Pará, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica com ênfase em Endodontia.

Área de Concentração: Endodontia
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Patrícia de Almeida Rodrigues.

Belém -
2024

ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS

Impacto das Soluções Irrigadoras na Susceptibilidade à Fratura de Dentes Tratados Endodonticamente e com Lesões Cervicais Não Cariotas.

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia, Mestrado Profissional em Clínica Odontológica do Centro Universitário do Pará, para obtenção do título de Mestre em Clínica Odontológica com ênfase em Endodontia.

Data:

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Patrícia de Almeida Rodrigues - Orientadora
Centro Universitário do Pará (CESUPA)

Profa. Dra. Juliana Melo da Silva Brandão –
Universidade Federal do Pará (UFPA)

Prof. Dr. João Daniel Mendonça de Moura –
Centro Universitário do Pará (CESUPA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, por guiar a minha vida. Sem Ele esta jornada não seria cumprida.

Aos meus queridos pais, Ivone e David, pelo amor, apoio incondicional e incentivo. A eles dedico inteiramente este trabalho.

Agradeço também ao meu namorado e fiel companheiro de vida, Igor Soares. Viver mais uma etapa profissional juntos, compartilhando momentos e experiências únicas certamente deixou a caminhada mais leve.

Minha gratidão especial a minha orientadora, Profa. Dra. Patrícia Rodrigues, por ser uma grande inspiração profissional. Agradeço por toda confiança que depositou em mim, pela paciência, atenção e por cada momento de orientação que na verdade se transformaram em momentos de muita aprendizagem.

As professoras Dra. Cristiane Alencar e Dra. Mileide Brito, agradeço pela ajuda tão preciosa dada ao desenvolvimento desse trabalho. Obrigada pela gentileza, acolhimento e disponibilidade que tiveram em colaborar comigo.

Aos amigos do Mestrado, agradeço os momentos de alegria (e desespero coletivo rs), as boas discussões e experiências que o MPCO nos proporcionou.

A Doutoranda, Arianne Arraes, agradeço por toda ajuda para a realização dessa pesquisa. Palavras não medem a minha gratidão pelo seu apoio, generosidade e paciência incondicional.

À banca examinadora, por contribuir com este estudo e com minha formação profissional.

Ao Centro Universitário do Pará – CESUPA, seus docentes e seus colaboradores, que desde a graduação me acompanham nesse percurso acadêmico. Obrigada.

Aqui lhes explico a minha eterna gratidão a todos que colaboraram para a conclusão dessa etapa.

"Grandes conquistas só chegam depois dos grandes desafios."

Tatiana Cordeiro

RESUMO

Os dentes tratados endodonticamente são mais suscetíveis a fraturas devido à perda de tecido, redução de umidade e mudanças estruturais resultantes de irrigantes e medicações intracanal. As lesões cervicais não cariosas (LCNCs) também elevam a fragilidade dentária, tornando os dentes mais propensos à fratura quando tratados endodonticamente. **Objetivo:** Avaliar o impacto de diferentes soluções irrigadoras na resistência à fratura (RFR) de dentes humanos com LCNCs tratados endodonticamente. **Materiais e métodos:** LCNCs artificiais em formato de cunha foram criadas em quarenta e cinco pré-molares humanos com raiz única e dois canais. Os dentes foram instrumentados com sistema reciprocante Wave One Gold “Medium” e divididos conforme a solução irrigante: LCNC+NaCl 0,9% (controle), LCNC+NaOCl 2,5% e LCNC+Solução Teste (detergente). Ao final, todos os grupos receberam irrigação final com Protocolo de Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) com NaOCl 2,5% e EDTA 17%. Os canais foram obturados e restaurados, e os espécimes submetidos a ensaio de compressão. Modos de fratura foram categorizados como favoráveis e desfavoráveis. A análise estatística utilizou Shapiro-Wilk para normalidade, ANOVA e Tukey para comparações intergrupos ($p < 0,05$) no software Jamovi 1.8.4. **Resultados:** A maior média de RFR foi observada no grupo controle (LCNC+NaCl 0,9%) com 697 N, seguido pelo grupo LCNC+Solução Teste com 601 N, enquanto o grupo LCNC+NaOCl 2,5% apresentou a menor média de RFR, com 585 N. Os percentuais de fraturas favoráveis foram maiores nos grupos LCNC+NaCl (40%) e LCNC+Solução Teste (26%), enquanto o grupo LCNC+NaOCl apresentou uma elevada taxa de fraturas desfavoráveis (93%). Não houve diferença estatística significativa entre os grupos testes quanto à RFR ou aos tipos de fratura observados. **Conclusão:** Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, tanto o NaOCl 2,5% quanto a solução detergente apresentaram-se como alternativas viáveis ao controle salino, sem comprometimento significativo da RFR em dentes com LCNCs tratados endodonticamente.

Palavras-chave: Erosão Dental. Hipoclorito de sódio. Irrigantes do Canal Radicular. Resistência à flexão. Tratamento do canal radicular.

ABSTRACT

Endodontically treated teeth are more susceptible to fractures due to tissue loss, moisture reduction, and structural changes caused by intracanal irrigants and medications. Non-carious cervical lesions (NCCLs) also increase dental fragility, making teeth more prone to fracture when treated endodontically. Objective: To evaluate the impact of different irrigating solutions on the fracture resistance (FR) of human teeth with NCCLs treated endodontically. Materials and Methods: Artificial wedge-shaped NCCLs were created on forty-five human premolars with a single root and two canals. Teeth were instrumented using the Wave One Gold "Medium" reciprocating system and divided according to the irrigating solution used: LCNC+NaCl 0.9%, LCNC+NaOCl 2.5%, and LCNC+Test Solution (detergent). All groups received final irrigation using Passive Ultrasonic Irrigation (PUI) with 2.5% NaOCl and 17% EDTA. The canals were obturated and restored, and specimens underwent a compression test. Fracture modes were categorized as favorable and unfavorable. Statistical analysis included the Shapiro-Wilk test for normality, ANOVA, and Tukey's post hoc test for intergroup comparisons ($p < 0.05$) using Jamovi 1.8.4 software. Results: The highest mean FR was observed in the control group (LCNC+NaCl 0.9%) at 697 N, followed by the LCNC+Test Solution group at 601 N, while the LCNC+NaOCl 2.5% group showed the lowest mean FR at 585 N. Favorable fracture percentages were higher in the LCNC+NaCl (40%) and LCNC+Test Solution (26%) groups, while the LCNC+NaOCl group had a high rate of unfavorable fractures (93%). No significant statistical difference was found between tests groups regarding FR or fracture types observed. Conclusion: Within the limitations of this *in vitro* study, both 2.5% NaOCl and the detergent solution were viable alternatives to saline control, with no significant compromise in FR in endodontically treated teeth with NCCLs.

Keywords: Dental Erosion. Fracture resistance. Root canal irrigants. Root canal treatment. Sodium hypochlorite

LISTA DE FIGURAS TABELAS E GRÁFICOS

- Figura 1** - A) Visão ilustrativa vestibulo-lingual do desenho da lesão cervical. B) Visão ilustrativa méσιο-distal do desenho da lesão cervical.p. 17
- Figura 2** - Soluções irrigantes utilizadas para instrumentação dos sistemas de canais radiculares de acordo com os respectivos grupos avaliados– A) Grupo LCNC + NaCl 0,9%, B) Grupo LCNC + NaOCl 2,5% e C) Grupo LCNC + S.Teste.....p. 19
- Figura 3** - Protocolo de Irrigação Ultrassônica Passiva utilizado para irrigação final dos sistemas de canais radiculares realizado em todos os grupos avaliados A) Irrigação com NaOCl 2,5% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; B) Irrigação com EDTA 17% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; C) Novamente, Irrigação com NaOCl 2,5% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; D) Irrigação final com 5 ml de soro fisiológico NaCl 0,9%.....p. 20
- Figura 4** – Imagem ilustrativa do corpo de prova, demarcando linha acrílica 2 mm abaixo da JCE.....p. 22
- Tabela 1** - Estatística descritiva das forças máximas (N) de fratura nos diferentes grupos experimentais: média, desvio-padrão, erro padrão e intervalo de confiança de 95%.....p. 23
- Gráfico 1** - Valores médios de carga de fratura (N) dos diferentes grupos experimentais.....p. 24
- Tabela 2** - Distribuição percentual e absoluta de fraturas favoráveis e desfavoráveis nos grupos experimentais com diferentes soluções irrigantes.....p. 24
- Figura 5** - Exemplo de amostra demonstrando padrão de fratura desfavorável (A) e favorável (B).....p. 25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CESUPA – Centro Universitário do Pará

CT – Comprimento de trabalho

DET – Dentes tratados endodonticamente

EDTA – Ácido etilenodiamino tetra-acético

JEC – Junção cimento-esmalte

LCNC - Lesão cervical não cariiosa

NaCl – Cloreto de Sódio

NaOCl – Hipoclorito de Sódio

RFR – Resistência à Fratura

S.Teste – Solução Teste

PQM – Preparo químico-mecânico

PUI – Protocolo de Irrigação Ultrassônica Passiva

TCFC – Tomografia computadorizada de feixe cônico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 HIPÓTESE	13
3 OBJETIVOS	14
3.1 GERAL	14
3.2 ESPECÍFICO	14
4 MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1 Soluções.....	15
4.2 Seleção das Amostras	16
4.3 Preparação das LCNCs Artificiais	16
4.4 Acesso Endodôntico	18
4.5 Instrumentação, Irrigação e Obturação dos Canais Radiculares	18
4.6 Restauração das Amostras	21
4.7 Preparação para o Teste Mecânico	21
4.8 Análise Estatística.....	23
5 RESULTADOS	23
5.1 Resistência à Fratura	23
5.2 Padrão de Fratura	24
6 DISCUSSÃO	25
7 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30
ANEXOS	38

1 INTRODUÇÃO

As lesões cervicais não cariosas (LCNCs) são caracterizadas por uma perda gradual e irreversível da estrutura dental, localizada ao redor da junção cimento-esmalte (JEC) e não associada a presença de cárie (WALTER et al., 2014; GOODACRE et al., 2023) frequentemente se estendendo em direção à raiz do dente (PATANO et al., 2023). Essas lesões são mais comuns na região cervical devido a uma menor espessura do esmalte nessa área, tornando a ligação esmalte-dentina mais fraca (WALTER et al., 2014).

A etiologia dessas lesões é multifatorial e pode ocorrer através de fatores mecânicos, como escovação traumática, estresse oclusal evidenciado em casos de apertamento dental e bruxismo do sono, bem como variáveis químicas ou de biocorrosão a exemplo do consumo de bebidas e alimentos ácidos (GOODACRE et al., 2023); (SAKKARIA et al., 2023). Esses fatores estão diretamente ligados ao estilo de vida e as condições sistêmicas do paciente (CRISÓTOMO et al., 2021), o que indica que hábitos de saúde oral e práticas de autocuidado desempenham papel central no desenvolvimento das LCNCs.

Estudos como o de *Teixeira et al.* (2020), estimam que a prevalência global de LCNCs seja de 46,7%, sendo mais comum em indivíduos acima de 30 anos (54,1%). Além disso, a presença de LCNCs graves associadas a terapia endodôntica elevam em mais de 50% o enfraquecimento da resistência dentária (OPASATIAN et al., 2018). Isso ocorre porque os dentes tratados endodonticamente (DET) são mais propensos a fraturas devido a perda de dentina, alterações na estrutura anatômica e redução da umidade (SEDGLEY & MESSER, 1992).

A literatura aponta que a perda significativa da estrutura cervical reduz a resistência à fratura (RFR) dos dentes, principalmente frente a forças de carga lateral (JUREMA et al., 2023). Estudos indicam que a concentração de tensão indevida na região cervical está associada a profundidade da cavidade (ZEOLA et al., 2016), o que contribui para uma maior suscetibilidade à fratura em DET com lesões cervicais (INTARAPRASONG et al., 2024).

Durante a terapia endodôntica, soluções químicas são empregadas para potencializar a ação dos instrumentos endodônticos no processo de limpeza,

descontaminação e modelagem do sistema de canais radiculares. A associação de diferentes soluções com capacidade de dissolver componentes orgânicos e inorgânicos é fundamental para a completa remoção da smear layer e desestruturação do biofilme bacteriano. Na endodontia, tem sido recomendado como protocolo de irrigação padrão o uso do hipoclorito de sódio (NaOCl) que pode ser encontrado em concentrações de 0,5% - 5,25% e 17% de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) (MOSTAFA et al., 2020).

Idealmente, as características da dentina não devem ser adversamente afetadas após o uso de uma solução irrigadora no canal radicular e nos túbulos dentinários (QIAN et al., 2011). Todavia, evidências mostram que as soluções irrigadoras afetam as propriedades mecânicas da dentina através da degradação de seus componentes orgânicos, alterando o seu módulo de elasticidade, promovendo menor resistência à flexão e redução significativa na dureza da dentina humana (COCHRANE & PARASHOS, 2019); (ZHANG et al., 2010)

Esses danos causados às propriedades mecânicas acontecem devido a ação das moléculas de NaOCl ao penetrar na matriz de colágeno encapsulada em apatita, causando a oxidação da matriz orgânica e desnaturando o colágeno (ZHANG et al., 2010). A degradação do colágeno limitaria principalmente as propriedades viscoelásticas da dentina, com resistência à flexão reduzida e conseqüentemente maior suscetibilidade a fraturas radiculares (BARÓN et al., 2020). Resultados similares também foram observados por *Domínguez et al.* (2018) sugerindo que o uso de irrigantes pode aumentar a suscetibilidade à fratura dentária. *Arul et al.* (2021) também relataram que o volume e a técnica de irrigação influenciam o risco de fraturas radiculares.

Wagner et al. (2017) demonstraram que o NaOCl causa alterações ultraestruturais no colágeno da dentina, potencializadas pelo uso do EDTA e pela irrigação ultrassônica passiva (PUI), resultando em erosão da dentina peritubular e intertubular. Estudos indicam que o EDTA atua na desmineralização da dentina, por meio da quelação dos íons cálcio da hidroxiapatita, promovendo alterações na dureza e na rugosidade (COBANKARA et al., 2011; TARTARI et al., 2013). A extensão dessas alterações depende da capacidade de quelação do agente desmineralizante utilizado, conforme reforçado por *Nogueira et al.* (2018).

A despeito da eficácia do NaOCl como agente antimicrobiano e sua capacidade de dissolução tecidual, pesquisas recentes destacam a necessidade de irrigantes alternativos que sejam menos agressivos à estrutura dentinária, mantendo, ao mesmo tempo, uma eficácia comparável (GEOGI et al., 2024). Alternativas ao NaOCl, como agentes detergentes e soluções com propriedades surfactantes, têm sido investigadas por sua capacidade de penetração nos túbulos dentinários e por apresentarem menor impacto negativo na matriz colágena (PALAZZI et al., 2016). Estudos sugerem que esses irrigantes alternativos possibilitam uma limpeza eficaz do canal radicular com menor risco de fragilização do tecido dentinário (KHANGWAL et al., 2024), oferecendo uma solução promissora para tratamentos endodônticos em dentes com LCNCs, onde a preservação estrutural é crucial. Neste estudo, uma solução detergente foi aplicada como irrigante teste para avaliar seu impacto específico na resistência à fratura de dentes tratados endodonticamente e acometidos por LCNCs.

Dessa forma, dada a incerteza sobre se diferentes soluções irrigadoras afetam significativamente a resistência à fratura em dentes com LCNCs tratados endodonticamente, este estudo buscou explorar como essas soluções influenciam a integridade estrutural de pré-molares com LCNCs artificiais. O objetivo foi avaliar a segurança e a efetividade dessas soluções na preservação da estrutura dentinária em dentes estruturalmente comprometidos, fornecendo evidências relevantes para otimizar o protocolo de irrigação endodôntica.

2 HIPÓTESE

A Hipótese nula (H0) testada foi de que não há diferença significativa na resistência a fratura radicular para dentes que apresentam LCNCs em decorrência dos diferentes regimes de irrigantes utilizados.

3 OBJETIVOS

3.1 GERAL

Avaliar o impacto de diferentes soluções irrigadoras na resistência à fratura de dentes com lesões cervicais não cariosas (LCNCs).

3.2 ESPECÍFICO

3.2.1 Comparar a resistência à fratura de dentes com LCNCs irrigados com diferentes soluções, incluindo hipoclorito de sódio (NaOCl), soro fisiológico e uma solução teste.

3.2.2 Analisar a solução teste

3.2.3 Analisar os padrões de fratura associados a cada agente de irrigação.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Para este experimento, foram utilizados dentes humanos, com aprovação prévia do Comitê de Ética e Pesquisa em Seres Humanos do Centro Universitário do Pará (CEP/CESUPA), conforme parecer nº 6.622.087 (ANEXO).

4.1 Soluções

As substâncias utilizadas no presente estudo foram: solução salina (cloreto de sódio 0,9%, NaCl), Hipoclorito de sódio (NaOCl) a 2,5%, "Solução teste" e EDTA a 17%. A solução de EDTA 17% foi preparada pela dissolução de EDTA dissódico (Sigma Aldrich, St. Louis, MO, USA) em água destilada com o auxílio de hidróxido de sódio (Sigma Aldrich) para favorecer a dissolução; o pH foi ajustado para 7 por adição de ácido clorídrico (HCl; Sigma Aldrich).

A solução estoque de NaOCl (Sigma-Aldrich, St. Louis, MO, EUA) foi titulada iodometricamente para determinar seu conteúdo de cloro disponível. Em seguida, a solução foi diluída para 2,5% de NaOCl utilizando água destilada.

A Solução Teste foi preparada em farmácia de manipulação do laboratório da instituição de Ensino do CESUPA, composta por dois surfactantes principais associados na formulação e adquiridas em uma farmácia de manipulação: o Olivem 400® – (INCI: *Sodium PEG-7 Olive Oil Carboxylate*) e Olivem 300® (INCI: *Olive Oil PEG-7 Esters*). Ambos são de origem vegetal, desenvolvidos a partir do óleo de oliva. Somado a outros componentes que formaram a solução final avaliada nesse estudo.

Como solução controle, NaCl 0,9% foi adquirido em farmácia de manipulação. Todas as soluções foram armazenadas em recipientes escuros a 5°C entre os experimentos; antes de serem utilizadas, as substâncias foram retiradas da geladeira e deixadas por 60 min em temperatura ambiente, antes do início da fase de instrumentação.

4.2 Seleção das Amostras

O cálculo amostral foi realizado com o auxílio do software G*Power (Versão 3.1.9.7 – Düsseldorf, Alemanha), considerando um nível de significância de 5% e poder estatístico de 80%. Foram utilizados como parâmetros a média da força máxima e o respectivo desvio-padrão obtidos a partir de dados do estudo piloto que incluía 3 grupos principais, cada um com 5 amostras. Para a elaboração deste estudo foi determinado um tamanho amostral de 15 dentes por grupo, totalizando 45 amostras.

Foram selecionados 56 pré-molares superiores humanos com uma raiz e dois canais radiculares. Os dentes foram limpos com curetas periodontais (Gracey, SS White, Duflex, Brasil), seguidos de profilaxia com escova Robinson e pedra-pomes em micromotor de baixa rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil). Todas as amostras permaneceram imersas em solução fisiológica e armazenadas em criotubos e mantidas sob refrigeração a 5°C, até o momento do uso. Dentes que apresentaram ápice incompleto, cárie radicular, curvaturas acentuadas, fraturas radiculares, trincas, dilacerações, reabsorções, calcificações do canal e tratamento endodôntico foram excluídos.

Para padronizar a morfologia das amostras, **realizou-se tomografia computadorizada de feixe cônico (TCFC)** com o equipamento Carestream® CS 8100 3D (Kodak, Carestream, Rochester, NY, EUA).

Um suporte padronizado foi confeccionado para o posicionamento dos dentes, permitindo visualização uniforme dos planos anatômicos. Os dentes eram fixados, neste suporte, com auxílio de uma lâmina de cera utilidade (Imodonto, São Paulo, Brasil), na qual eram posicionados verticalmente. As tomadas tomográficas eram realizadas em grupo de 6 dentes. Todos os exames foram adquiridos no mesmo aparelho sob o mesmo protocolo (90kV, 2mAs, 15s, com FOV de 4 cm x 4 cm, espessura de 75µm e voxel isométrico) e as reconstruções realizadas no próprio programa, com sistema específico. As análises da morfologia interna dos dentes foram realizadas nos três planos anatômicos, com software específico do aparelho (CS 3D Imaging v3.10.33) e foram selecionados para esse estudo dentes com o comprimento entre 19mm e 23mm, dimensões vestibulo-palatino e mesio-distal semelhantes.

4.3 Preparação das LCNCs Artificiais

As lesões cervicais não cariosas (LCNCs) artificiais, em formato de cunha, foram preparadas apenas nos grupos que receberam os protocolos de irrigação (n= 45). Essas lesões foram criadas na região cervical da face vestibular utilizando caneta de alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) sob refrigeração. Para o procedimento, foram utilizados uma ponta diamantada FG 2200 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e discos diamantados de dupla face (Microdont, São Paulo, Brasil), acoplados em um micromotor com peça reta. A padronização das lesões foi assegurada com o uso de um paquímetro universal manual e a profundidade das lesões foram medidas com auxílio de uma sonda periodontal, com as seguintes especificações: (i) altura vertical vestibular de 3 mm; (ii) limite da parede oclusal a 2 mm coronal à junção amelocementária (JEC); (iii) limite da parede gengival a 1 mm cervical à JEC; (iv) profundidade de 3 mm, próxima à câmara pulpar; (v) ápice da lesão no nível do JEC; e (vi) largura mesio-distal estendida entre os ângulos de linha mesial e distal, medindo 4 mm (Figura 1). (GUO et al., 2022; LEUNG et al., 2023; PANTALEÓN et al., 2021).

As demais amostras (n=11) não receberam nenhuma intervenção, mantendo os dentes hígidos e servindo para este estudo *in vitro* como grupo controle.

Figura 1. A) Visão ilustrativa vestibulo-lingual do desenho da lesão cervical. (B) Visão ilustrativa méso-distal do desenho da lesão cervical.



Fonte: Produzido pela autora (2024).

Após a confecção das lesões artificiais as amostras receberam o uso de corante azul de metileno 0,01% (Fórmula & Ação, São Paulo, Brasil). O corante foi depositado na circunferência das lesões preparadas com o auxílio de micro aplicadores (SDI, Santa Catarina, Brasil) e aguardado o tempo de 1 minuto. Em seguida, um jato de ar suave foi acionado sobre as lesões artificiais e levadas para uma avaliação em microscópio operatório (DFVasconcelos; Valença, Rio de Janeiro, Brasil) com o objetivo de verificar a possíveis trincas ou fissuras resultante da etapa de confecção das LCNCs. As amostras avaliadas após a inspeção microscópica não apresentaram trincas ou fissuras. Por fim, todas as amostras (n=45) foram lavadas com soro fisiológico em abundância para remoção do corante.

4.4 Acesso Endodôntico

Após a confecção das lesões cervicais, as amostras (n=45) foram submetidas ao acesso endodôntico convencional através de uma ponta esférica diamantada FG 1014 (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) e broca FG EndoZ (KG Sorensen, São Paulo, Brasil) acoplada em caneta de alta rotação (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, SP, Brasil) sob refrigeração contínua. Em seguida foi utilizado o corante azul de metileno 0,01% (Fórmula & Ação, São Paulo, Brasil) com o auxílio de micro aplicadores (SDI, Santa Catarina, Brasil) sobre as cavidades de acesso endodôntico. Aguardado o tempo de 1 minuto proveniente da ação do corante, um jato de ar suave foi acionado sobre as cavidades e as amostras seguiram para uma nova avaliação em microscópio operatório (DFVasconcelos; Valença, Rio de Janeiro, Brasil) para detecção de possíveis trincas ou fissuras provenientes após a etapa do acesso endodôntico. As amostras avaliadas após a inspeção microscópica não apresentaram trincas ou fissuras.

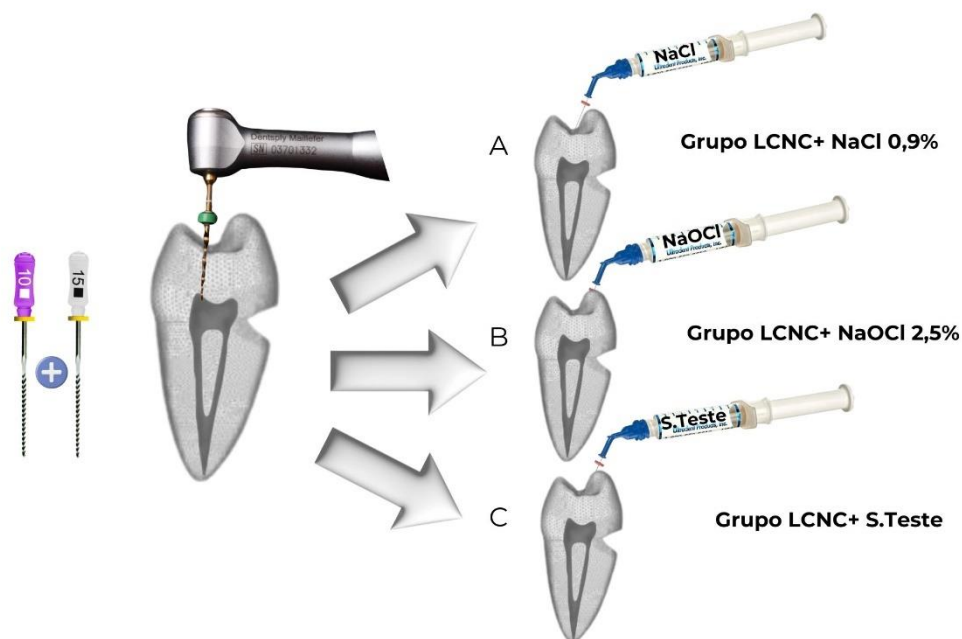
4.5 Instrumentação, Irrigação e Obturação dos Canais Radiculares

As amostras (n=45) receberam exploração inicial através de instrumentos manuais #10 e #15 (Dentsply-Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos) de modo que a

ponta do instrumento ficasse visualizada justaposta ao forame apical. O comprimento de trabalho (CT) foi adotado a partir dessa medida menos 1 mm. Posteriormente, os canais radiculares foram instrumentados com o sistema reciprocante Wave One Gold acoplado ao motor elétrico X-Smart™ Plus (Dentsply-Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos) no modo “Wave One Gold”. Foi utilizado o instrumento “Medium” de calibre de ponta 0,35mm. O instrumento foi inserido em três movimentos distintos de “vai e vem” até alcançar o comprimento de trabalho (CT) previamente estabelecido.

Os grupos experimentais, com 15 amostras cada, foram definidos de acordo com a solução irrigante usada durante a instrumentação e receberam o mesmo volume final das respectivas soluções avaliadas por cada grupo (Figura 2): LCNC+NaCl: os canais foram irrigados com soro fisiológico NaCl 0,9% (25mL); LCNC+NaOCl; os canais foram irrigados com solução de hipoclorito de sódio NaOCl a 2,5% (25mL) e LCNC+Solução Teste: os canais foram irrigados com uma solução teste (25mL). A cada inserção do instrumento os canais receberam irrigação com 5mL da solução correspondente, somando ao término da instrumentação um volume total de 25mL para cada amostra, o tempo de irrigação e o volume foi padronizando em 10 minutos. As soluções irrigantes foram levadas ao canal radicular com auxílio de uma seringa hipodérmica de 5mL (Ultradent, São Paulo, SP, Brasil) e ponta Endo-Eze® Irrigador Tip (Ultradent, São Paulo, SP, Brasil) inserida 2mm aquém do CT.

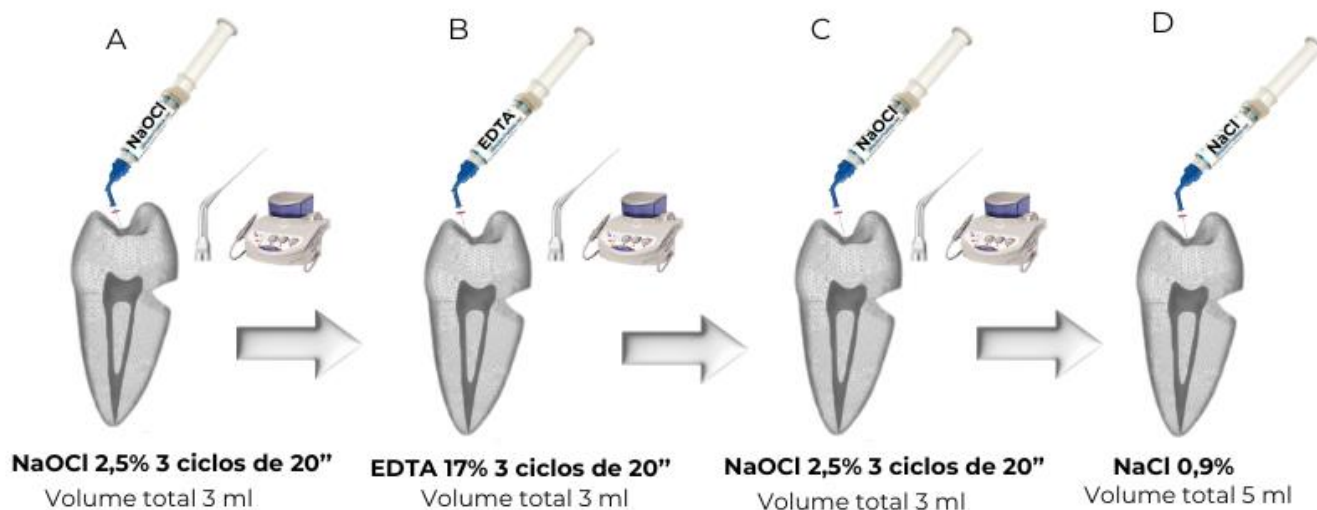
Figura 2. Soluções irrigantes utilizadas para instrumentação dos sistemas de canais radiculares de acordo com os respectivos grupos avaliados – A) Grupo LCNC + NaCl 0,9%, B) Grupo LCNC + NaOCl 2,5% e C) Grupo LCNC + S.Teste.



Fonte: Produzido pela autora (2024).

Ao final, todos os grupos receberam o Protocolo de Irrigação Ultrassônica Passiva (PUI) que consiste na ativação ultrassônica por 3 ciclos de 20" de Hipoclorito de sódio a 2,5% (3mL) + 3 ciclos de 20" de EDTA a 17% (3mL) + 3 ciclos novamente de Hipoclorito de sódio 2,5% (3mL) (RÖDIG et al., 2019). O dispositivo ultrassônico foi ativado por um sistema piezoelétrico de granulação cerâmica a uma frequência de 30.000 Hz (Jet Sonic, Gnatus, São Paulo, Brasil) com ponta ultrassônica Irrisonic E1 (Helse, Santa Rosa do Viterbo, SP, Brasil) durante 1 minuto 2 mm aquém do comprimento de trabalho. O procedimento foi realizado com movimentos verticais nas direções vestibulo-lingual e mesio-distal, 3 vezes de 20 segundos. A aspiração foi realizada com o conjunto Flex Suctor endodôntico (Angelus, Londrina, PR, Brasil). Finalizado o ciclo, todos os dentes receberam uma irrigação final com 5 ml de solução salina fisiológica a 0,9% (Figura 3).

Figura 3. Protocolo de Irrigação Ultrassônica Passiva utilizado para irrigação final dos sistemas de canais radiculares realizado em todos os grupos avaliados. A) Irrigação com NaOCl 2,5% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; B) Irrigação com EDTA 17% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; C) Novamente, Irrigação com NaOCl 2,5% 3 ciclos de 20 segundos e volume total de 3 ml; D) Irrigação final com 5 ml de soro fisiológico NaCl 0,9%.



Fonte: Produzido pela autora (2024).

Por fim, os canais foram secos com cones de papel absorvente Wave One Gold "Medium" (Dentsply-Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos) e em seguida foram obturados com a técnica de cone único, utilizando cone de guta percha do Sistema Wave One Gold "Medium" (Dentsply-Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos) e cimento endodôntico à base de resina epóxi, AH Plus (Dentsply-Tulsa, Oklahoma, Estados Unidos).

4.6 Restauração das Amostras

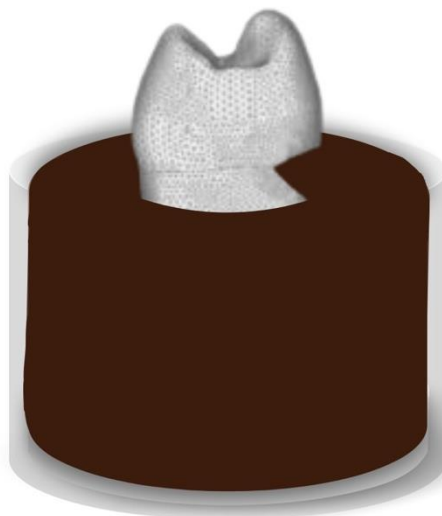
Nesse estudo *in vitro*, as LCNCs não foram restauradas. Somente os acessos endodônticos foram restaurados com sistema adesivo (Scotch Bond Etchant, 3M ESPE) e resina composta (Filtek™ Z350 XT; 3M ESPE, Minneapolis, EUA). O protocolo de restauração dos espécimes recebeu os seguintes passos: A guta-percha cortada e condensada a 1 mm apical à margem gengival da lesão cervical. O esmalte da cavidade oclusal foi condicionado utilizando uma técnica de condicionamento seletivo do esmalte, com ácido fosfórico a 35% (Potenza Attacco™; PHS Group, Joinville, SC, Brasil) por 15

segundos e enxaguado com jato de água abundante por 15 segundos, em seguida as amostras receberam uma fina camada de agente adesivo dentinário (Scotch Bond Etchant, 3M ESPE) com o auxílio de um microbrush (SDI, Santa Catarina, Brasil) e foi fotopolimerizado por 10 segundos usando uma unidade de fotopolimerização LED (VALO Cordless, Ultradent). A cavidade de acesso endodôntico foi restaurada com resina composta nanohíbrida (Filtek™ Z350 XT; 3M ESPE, Minneapolis, EUA) utilizando a técnica incremental em incrementos de 2 mm e 20 segundos de fotoativação, utilizando uma unidade de polimerização LED (VALO Cordless, Ultradent) com potência de 1.000 mW/cm², até o preenchimento completo da cavidade. Todos os passos citados anteriormente foram seguidos com base nas instruções dos respectivos fabricantes. Em seguida os espécimes foram armazenados a 37° C com 100% de umidade até a realização dos testes de resistência.

4.7 Preparação para o Teste Mecânico

As raízes foram imersas em cera utilidade (Imodonto, São Paulo, Brasil) até um nível de 2 mm apical à JCE para criar uma espessura de 0,2 - 0,3 mm de cera. As amostras foram incluídas em resina autopolimerizável (JET, Clássico, São Paulo, Brasil), em cilindros de tamanho padronizado para adaptação na base confeccionada para o ensaio mecânico de compressão na máquina Universal de ensaios (Dinamômetros KRATOS Ltda, São Paulo). O conjunto foi levado para polimerizar durante 24 horas. Após a polimerização da resina, o espécime do dente foi removido do cilindro de resina, e a cera foi removida da superfície da raiz e do cilindro em água quente. O material de moldagem à base de poliéster (3M™ Imprint™ II Light Body, 3M ESPE) foi proporcionado e manipulado seguindo as instruções do fabricante e foi inserido no espaço moldado pela raiz, que foi reposicionada sob pressão digital até a marcação do limite cervical. Os excessos de poliéster foram retirados com lâmina de bisturi. Todo esse procedimento inicial visou a simulação do ligamento periodontal com espessura de 0,2-0,3 mm, como descrito por Soares *et al.* (2005).

Figura 4. Imagem ilustrativa do corpo de prova, demarcando linha acrílica 2mm abaixo da JCE.



Fonte: Produzido pela autora (2024).

Os cilindros foram, em seguida, montados na base da máquina Kratos; a ponta esférica de 4 mm de diâmetro de aço inoxidável foi dirigida no eixo axial do dente sobre a fossa central da coroa. O aparelho foi calibrado verticalmente para a condução do disseminador centralizada no sulco principal ao longo eixo do dente a uma velocidade de 1.0 mm/min, 50 cm de deslocamento máximo e a uma força de 600 N. A força máxima aplicada na coroa pelo disseminador até produzir a fratura do dente foi gravada automaticamente pelo programa. A fratura foi definida como um ponto onde observa-se a diminuição da força junto com o som emitido pela fratura. A quantidade de força máxima necessária para a fratura foi registrada para comparação entre os grupos.

4.8 Análise Estatística

Para o grupo controle (n=11), o número reduzido de amostras foi justificado pela dificuldade em obter dentes com as características necessárias. Apesar do n menor, a análise estatística considerou um ajuste amostral, mantendo um poder estatístico adequado para identificar diferenças significativas.

A análise estatística foi realizada inicialmente, testando a normalidade de cada grupo confirmada pelo teste de Shapiro-Wilk ($P > 0,05$). Para verificar a diferença entre grupos da fratura vertical foi utilizado ANOVA a um critério seguido de teste Tukey HSD ($P < 0,05$), com nível de confiança de 95%.

O Teste de Kruskal-Wallis seguido de Dwass Steel Critchlow-fligner foi usado para comparar a reparabilidade favoráveis ou desfavoráveis dos grupos após a fratura. O nível de significância foi definido em 0,05. Todas as análises estatísticas foram realizadas usando o software Jamovi (Versão 2.3.21.0 – Sydney, Austrália).

5. RESULTADOS

5.1 Resistência à fratura

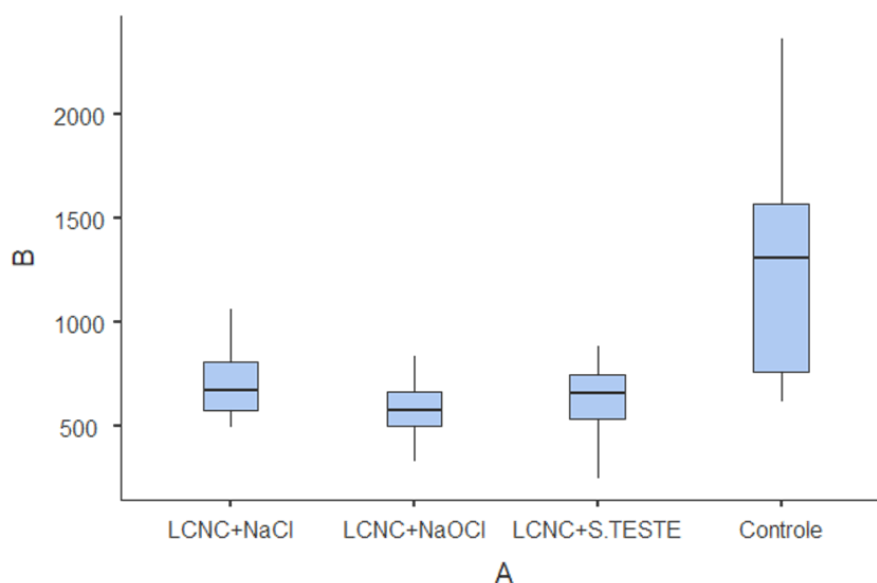
A estatística descritiva dos valores de carga de fratura (N) para os diferentes grupos de protocolos de irrigação é apresentada como média e valores de desvio padrão (Tabela 1). O teste ANOVA unidirecional com pós hoc de Tukey mostraram diferença estatisticamente significativa na RFR entre os grupos experimentais ($P > 0,05$). Os valores observados de RFR para os diferentes grupos são apresentados no Gráfico 1, com o grupo Controle apresentando os valores médios mais elevados seguido pelos grupos LCNC+NaCl, LCNC+S.Teste e LCNC+NaOCl.

Tabela 1. Estatística descritiva das forças máximas (N) de fratura nos diferentes grupos experimentais: média, desvio-padrão, erro padrão e intervalo de confiança de 95%.

GRUPOS	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de Confiança 95%
LCNC+NaCl (n=15)	704 ^A	171	44.1	609 - 798
LCNC+NaOCl (n=15)	585 ^A	127	32.9	515 - 656
LCNC+S.TESTE (n=15)	628 ^A	159	41.1	540 - 717
Controle (n=11)	1244 ^B	533	160.6	886 - 1602
Valor de p	=0.003			

Fonte: Produzido pela autora (2024)

- Grupos identificados pelas letras 'A' e 'B' indicam diferenças estatisticamente significativas ($p=0.003$, ANOVA e teste de Tukey). Grupos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Gráfico 1. Valores médios de carga de fratura (N) dos diferentes grupos experimentais.

Fonte: Produzido pela autora (2024)

5.2 Padrão de fratura

Os padrões de fratura foram divididos em possivelmente reparáveis ou favoráveis (fraturas que se estendem abaixo da JCE, mas não abaixo da linha acrílica – 2mm abaixo da JCE; Figura 5B) e irreparáveis ou desfavoráveis (fraturas que se estendem abaixo da linha acrílica; Figura 5A). As frequências para o padrão de fratura favorável foram: Controle (90%) > LCNC+NaCl (40%) > LCNC+S.TESTE (26%) > LCNC+NaOCl (6%). O grupo da solução irrigante NaCl resultou em 40% de fraturas favoráveis em comparação as demais soluções avaliadas. O Teste de Kruskal-Wallis seguido de dwass steel critchlow-fligner revelaram diferenças significativas no padrão de fratura entre os grupos ($P < 0.001$) (Tabela 2).

Tabela 2. Distribuição percentual e absoluta de fraturas favoráveis e desfavoráveis nos grupos experimentais com diferentes soluções irrigantes.

GRUPOS	Fratura do tipo Favorável Frequência Absoluta	Fratura do tipo Favorável Frequência Relativa
LCNC+NaCl (n=15)	6 ^A	40%
LCNC+NaOCl (n=15)	1 ^A	6,6%
LCNC+S.TESTE (n=15)	4 ^A	26,6%
Controle (n=11)	10 ^B	90,9%

Valor de p	< 0.001
------------	---------

Fonte: Produzido pela autora (2024).

- Grupos identificados pelas letras 'A' e 'B' indicam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0.001$, Kruskal-Wallis e teste Dwass steel critchlow-fligner). Grupos com a mesma letra não apresentam diferenças significativas.

Figura 5. Exemplo de amostra com padrão de fratura desfavorável (A) e favorável (B).



Fonte: Produzido pela autora (2024).

6 DISCUSSÃO

As soluções irrigadoras empregadas no tratamento endodôntico afetam a morfologia e as propriedades físico-químicas da dentina (LIMA et al., 2018). A preservação da integridade mecânica do tecido dentinário é um desafio, uma vez que o método de irrigação ideal deve equilibrar a dissolução de matéria orgânica e a eficácia antimicrobiana sem comprometer a estrutura. Este estudo é pioneiro ao avaliar os efeitos de três soluções irrigantes em dentes com LCNCs e sua relação com a RFR. Entre os grupos experimentais, a maior média de RFR foi observada em LCNC+NaCl 0,9%, seguido por LCNC+S.Teste e LCNC+NaOCl 2,5%. A hipótese nula de que não há diferença significativa na RFR dos dentes com LCNCs devido às diferentes soluções irrigantes foi confirmada.

Esse resultado destaca-se pela presença de duas condições determinantes que podem influenciar significativamente a suscetibilidade à fratura: o tratamento endodôntico e a lesão cervical não cariosa. No presente

estudo, a única diferença significativa na resistência à fratura foi observada entre os dentes hígidos e aqueles tratados endodonticamente com LCNC simuladas e irrigados com NaOCl. Este achado sugere que o uso do NaOCl como irrigante em dentes com LCNC pode comprometer a integridade estrutural, aumentando sua suscetibilidade a fratura.

A semelhança nos valores de resistência à fratura entre os grupos experimentais das soluções de NaOCl e S.Teste podem ser justificados pelo fato de que os dentes foram submetidos ao teste de carga somente após a restauração das áreas de acesso endodôntico com resina composta (SILVA et al., 2024). O material restaurador pode ter desempenhado um papel importante no reforço da estrutura dentária remanescente, redistribuindo as forças de compressão durante o teste de resistência. Essa condição pode ter minimizado os potenciais efeitos erosivos do NaOCl, levando a resultados semelhantes entre os grupos.

Diversas pesquisas corroboram que soluções irrigadoras, como o NaOCl, causam alterações adversas na dentina, incluindo redução da microdureza (TARTARI et al., 2013), desidratação (DOGAN et al., 2007), oxidação dos componentes orgânicos (GU et al., 2017), e diminuição da resistência à flexão e do módulo de elasticidade (LIMA et al., 2018). Esses efeitos comprometem a resistência do tecido dentinário e aumentam a suscetibilidade dos DETs à fratura (DIBAJI et al., 2017). O estudo de *Lantigua et al.* (2018) revelou diferenças significativas na resistência à fratura entre canais irrigados com solução salina e aqueles tratados com outros agentes de irrigação. Especificamente, o uso de uma solução única de 5% NaOCl combinada com 18% bifosfonato de hidroxietilideno (HEBP) foi associado a uma redução na resistência à fratura dos canais radiculares. Esse achado destaca a importância do efeito químico cumulativo de NaOCl e HEBP na degradação da matriz colágena da dentina, resultando em maior fragilidade estrutural. Ademais, o tempo de exposição das soluções irrigadoras, padronizado em aproximadamente 25 minutos, pode ter potencializado os efeitos erosivos e a desmineralização das paredes dentinárias, contribuindo para a diminuição da integridade mecânica dos canais preparados.

O efeito das soluções irrigadoras na dentina é seguidamente reportado nos estudos como dependente do tempo de contato. Neste trabalho, utilizou-se uma técnica de preparo com sistema reciprocante, resultando em um tempo de

contato das soluções irrigadoras de aproximadamente 10 minutos. Esse fator é relevante, como demonstrado por *Souza et al.* (2019), que evidenciaram o impacto do tempo de exposição sobre os componentes orgânicos da dentina, aumentando a degradação estrutural conforme o tempo de contato com o irrigante. Estudos de *Nogueira et al.* (2018) e *Gu et al.* (2017) mostram que o efeito adverso do NaOCl na dentina é diretamente proporcional ao tempo de exposição e à concentração, resultando em redução na RFR e no módulo de elasticidade da dentina. Portanto, a redução do tempo de contato, como aplicado aqui, pode ter contribuído para a preservação das propriedades mecânicas.

O uso de NaOCl resulta na formação de uma "camada fantasma", uma subsuperfície de dentina com escassez de colágeno, o que diminui a resistência mecânica (GU et al., 2017). *Durmus et al.* (2019) e *Souza et al.* (2019) demonstraram que o aumento do tempo e da concentração do NaOCl (11,5 min vs. 19 min; 1,3% vs. 5,25%) leva a uma diminuição na RFR e no módulo de elasticidade. *Akbulut & Terlemez* (2019) observaram que, quando usado por 60 segundos, o NaOCl a 2,5% não altera a microdureza da dentina; entretanto, tempos de exposição prolongados, como 15 a 30 minutos, levam a uma diminuição da microdureza. A ausência de diferenças entre os grupos experimentais sugere que o uso da solução de NaOCl a 2,5% por um tempo curto não diminui a resistência à fratura em dentes já comprometidos estruturalmente, como aqueles com LCNC. Este é um achado que deve ser mais investigado devido à sua importância clínica, considerando as excelentes propriedades antimicrobianas e a capacidade de dissolução de biofilmes do NaOCl. dissolução de biofilmes microbiano.

A ativação ultrassônica de irrigantes, como NaOCl e EDTA, apresenta efeitos variáveis sobre a dentina. *Lobo et al.* (2022) observaram que a ativação ultrassônica de NaOCl e EDTA na irrigação final não alterou as propriedades mecânicas da dentina. Por outro lado, *Wagner et al.* (2017) relataram que o NaOCl causou erosão peritubular e intertubular, exacerbada pela ativação ultrassônica e o uso combinado com EDTA, aumentando a suscetibilidade à fratura. *Ulusoy et al.* (2021) identificaram que a espessura da dentina remanescente é um dos principais fatores de influência na RFR, seguido pelo método e pela solução de irrigação utilizados.

Em nosso *estudo in vitro*, a padronização do volume total e final de todos

os irrigantes endodônticos foi fundamental para garantir a validade e a reprodutibilidade dos resultados. A uniformidade na quantidade de irrigante utilizado diminui a chance de viés que poderiam surgir devido a variações na irrigação, como diferenças no tempo de contato da solução irrigante, alteração na composição da dentina. Além disso, a padronização assegura que qualquer variação observada nos desfechos da pesquisa seja atribuída exclusivamente às características químicas das soluções testadas, e não a discrepâncias no protocolo de irrigação.

A adição de agentes surfactantes às soluções de irrigação endodôntica é uma abordagem inovadora que pode melhorar consideravelmente os resultados clínicos, promovendo uma limpeza mais eficaz e contribuindo para o sucesso do tratamento endodôntico. Os agentes surfactantes desempenham um papel significativo na eficácia das soluções de irrigação utilizadas em endodontia. Esses compostos, também conhecidos como tensoativos, têm a capacidade de reduzir a tensão superficial dos líquidos, permitindo que eles se espalhem melhor e penetrem mais facilmente em áreas de difícil acesso, como os túbulos dentinários, ramificações do canal principal e regiões apicais. (PALAZZIE et al., 2012).

No presente estudo, foram encontradas diferenças significativas nos padrões de fratura apenas entre o grupo controle e LCNC+ NaOCl. Observou-se que os grupos LCNC+NaCl (40%) e LCNC+S.Teste (26%) apresentaram os melhores índices de fraturas favoráveis, enquanto o grupo LCNC+NaOCl apresentou uma taxa elevada de fraturas desfavoráveis (93%). Esses resultados são importantes, pois, procurar classificar o tipo de fratura têm relevância clínica, uma vez que fraturas desfavoráveis, frequentemente mais profundas, tornam-se mais complexas de restaurar e podem levar à perda do dente (LEONG et al., 2023).

A elevada taxa de fraturas desfavoráveis no grupo NaOCl pode ser atribuída à degradação das proteínas estruturais da dentina, especialmente do colágeno, resultante da ação proteolítica do NaOCl (SIM et al., 2001; BUTTLER et al., 2003; LAI et al., 2015). Esse mecanismo de degradação estrutural pode tornar a dentina mais suscetível a fissuras e fraturas, como sugerido por *Zhang et al.* (2014).

Os pré-molares foram selecionados neste estudo devido à sua vulnerabilidade estrutural. Localizados no centro do arco oral, eles possuem menor volume de dentina na área cervical e inclinações de cúspides mais acentuadas (SOARES et al., 2008). Essas características anatômicas tornam esses dentes particularmente suscetíveis às forças oclusais axiais e laterais, predispondo-os ao desenvolvimento de LCNCs e fraturas corono-radulares. Em dentes com lesões cervicais, há uma concentração elevada de estresse na região cervical, que altera o padrão de tensão-deformação e reduz a resistência à fratura (RFR) dos dentes tratados endodonticamente (DET) (FEI et al., 2018).

Na análise dos resultados desse estudo deve-se considerar as diferenças entre as LCNCs artificiais e naturais, pois as lesões naturais possuem maior conteúdo mineral e dentina esclerótica, o que pode afetar as propriedades mecânicas do dente (KARAN et al., 2008). Além disso, a variação morfológica dos dentes humanos extraídos representa um desafio para a padronização das LCNCs artificiais, embora este método seja eficaz para criar lesões padronizadas e clinicamente relevantes (TANGSRIPONGKUL, 2020; LEUNG et al., 2023; GUO et al., 2022). Essas variações não comprometem a validade dos resultados, mas indicam uma variação natural na qualidade da dentina pericervical remanescente (SHABBIR et al., 2021). Estudos de *Opasatian & Jearanaiphaisarn* (2018) indicam que a preparação de acesso pode reduzir a resistência à fratura, especialmente em dentes com lesão cervical, reforçando a relevância dos achados aqui apresentados.

Por fim, embora o protocolo de carga axial estática não reproduza totalmente a complexidade das forças mastigatórias na cavidade oral, os resultados fornecem uma base sólida e se alinham aos estudos de *Guo et al.* (2022), que relataram uma redução significativa na resistência à fratura axial em dentes com defeitos cervicais, adicionalmente reduzida após procedimentos endodônticos. Para futuros estudos, recomenda-se a inclusão de um método de carga oblíqua, que reflete melhor as condições clínicas e impõe maior tensão sobre a superfície cervical (SUILAMAN et al., 2018).

7 CONCLUSÃO

Dentro das limitações deste estudo *in vitro*, os resultados indicam que o uso de NaOCl a 2,5%, quando aplicado numa técnica de uso de sistema reciprocante, apresentou resultados aceitáveis em relação à resistência à fratura de dentes com LCNCs após tratamento endodôntico, minimizando potenciais efeitos adversos sobre a dentina observados em estudos prévios. A solução detergente testada também apresentou um desempenho comparável ao controle com solução salina (NaCl 0,9%), sugerindo seu potencial como irrigante alternativo, sem comprometer a integridade estrutural dos dentes. Esses achados ressaltam a importância de otimizar os protocolos de irrigação para maximizar a resistência à fratura em dentes com LCNCs, reforçando que tanto a formulação quanto o tempo de contato das soluções irrigadoras são fatores relevantes para a segurança e eficácia clínica no tratamento endodôntico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Akbulut M. B., Terlemez A. Does the photon-induced photoacoustic streaming activation of irrigation solutions alter the dentin microhardness? *Photobiomodulation, Photomedicine, and Laser Surgery*. 2019;37(1):38–44.
2. Akbulut, M. B., Guneser, M. B., & Eldeniz, A. U. (2019). Effects of fruit vinegars on root dentin microhardness and roughness. *J Conserv Dent*. 22(1):97-101.
3. Arul B, Suresh N, Sivarajan R, Natanasabapathy V. Influence of volume of endodontic irrigants used in different irrigation techniques on root canal dentin microhardness. *Indian J Dent Res* 2021; 32:230-5.
4. Barón M, Morales V, Fuentes MV, Linares M, Escribano N, Ceballos L. The influence of irrigation solutions in the inorganic and organic radicular dentine composition. *Aust Endod J*. 2020 Aug;46(2):217-225.
5. Butler WT, Brunn JC, Qin C. Dentin extracellular matrix (ECM) proteins: comparison to bone ECM and contribution to dynamics of dentinogenesis. *Connect Tissue Res*. 2003;44 (1 Suppl):171-8.
6. Cobankara FK, Erdogan H, Hamurcu M. Effects of chelating agents on the mineral content of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2011 Dec;112(6):e149-54.
7. Cochrane S, Parashos P. Effect on the mechanical properties of human and bovine dentine of intracanal medicaments and irrigants. *Aust Dent J* 2019; 64: 35–42.
8. Crisóstomo JVD, Bezerra BO, Melo MGP, Rocha-Novais PM, de-Moraes MDR. Prevalence of non-carious cervical lesions and cervical dentinary

- hypersensitivity in undergraduate students. **Rev Odontol UNESP**. 2021;50:e20210051.
9. Dibaji F, Afkhami F, Bidkhorji B, Kharazifard MJ. Fracture Resistance of Roots after Application of Different Sealers. **Iran Endod J**. 2017;12(1):50-4.
 10. Dogan Buzoglu H, Calt S, Gümüsderelioglu M. Evaluation of the surface free energy on root canal dentine walls treated with chelating agents and NaOCl. **Int Endod J**. 2007;40(1):18-24.
 11. Durmus B., Hale A. A., Oguz E., Sema B. The effect of different irrigation protocols on elastic modulus of dentine and biomechanics of single-rooted premolar tooth: a nano-indentation and finite element analysis study. **Nigerian Journal of Clinical Practice** . 2019;22(1):101–107.
 12. Fei X, Wang Z, Zhong W, Li Y, Miao Y, Zhang L, Jiang Y. Fracture resistance and stress distribution of repairing endodontically treated maxillary first premolars with severe non-carious cervical lesions. **Dent Mater J**. 2018 Sep 30;37(5):789-797.
 13. Geogi CC, Dubey S, Singh P, Rajkumar B, Samant PS, Rawat A. A Comparative Evaluation of the Effect of Different Endodontic Irrigating Solutions on Microhardness of Root Canal Dentin: An *in vitro* Study. **J Dent (Shiraz)**. 2024 Sep 1;25(3):236-242.
 14. Goodacre CJ, Eugene Roberts W, Munoz CA. Noncarious cervical lesions: Morphology and progression, prevalence, etiology, pathophysiology, and clinical guidelines for restoration. **J Prosthodont**. 2023 Feb;32(2):e1-e18.
 15. Gu LS, Huang XQ, Griffin B, Bergeron BR, Pashley DH, Niu LN, Tay FR. Primum non nocere - The effects of sodium hypochlorite on dentin as used in endodontics. **Acta Biomater**. 2017 Oct 1;61:144-156.

16. Guo YB, Bai W, Liang YH. Fracture resistance of endodontically treated teeth with cervical defects using different restorative treatments. **J Dent Sci.** 2022 Apr;17(2):842-847.
17. Intaraprasong N, Banomyong D, Chotvorrarak K, Ngoenwiwatkul Y, Pittayachawan P. Influence of Different Post-endodontic Restorations on the Survival Rate Against Fracture of Endodontically Treated Anterior Teeth Affected by Cervical Lesions with Pulpal Involvement: A Retrospective Clinical Study. **Eur Endod J.** 2024 Jan 1;9(1):44-56.
18. Jurema ALB, Filgueiras AT, Santos KA, Bresciani E, Caneppele TMF. Effect of intraradicular fiber post on the fracture resistance of endodontically treated and restored anterior teeth: A systematic review and meta-analysis. **J Prosthet Dent.** 2022 Jul;128(1):13-24.
19. Karan K, Yao X, Xu C, Wang Y. Chemical profile of the dentin substrate in non-carious cervical lesions. **Dent Mater.** 2009 Oct;25(10):1205-12.
20. Khangwal M, Solanki R, Rahman H, Vinay, Saini N, Bagde N. Effectiveness of chitosan nanoparticles, and novel chemical irrigants with surfactant on smear layer removal and microhardness alteration. **J Oral Biol Craniofac Res.** 2024 Sep-Oct;14(5):578-584.
21. Lai ZY, Zhi QH, Zhou Y, Lin HC. Prevalence of non-carious cervical lesions and associated risk indicators in middle-aged and elderly populations in Southern China. **Chin J Dent Res.** 2015;18:41e50.
22. Lantigua Domínguez MC, Feliz Pedrinha V, Oliveira Athaide da Silva LC, Soares Ribeiro ME, Loretto SC, de Almeida Rodrigues P. Effects of Different Irrigation Solutions on Root Fracture Resistance: An *in Vitro* Study. **Iran Endod J.** 2018 Summer;13(3):367-372.
23. Leung WSF, Lee AHC, Liu C, Hu M, Chang JWW, Neelakantan P, Zhang C. Fracture Resistance of Endodontically Treated Maxillary Premolars with

- Non-carious Cervical Lesions Restored with Different Post Systems. **Eur Endod J.** 2023 Jan;8(1):65-71.
24. Lima Nogueira BM, da Costa Pereira TI, Pedrinha VF, de Almeida Rodrigues P. Effects of Different Irrigation Solutions and Protocols on Mineral Content and Ultrastructure of Root Canal Dentine. **Iran Endod J.** 2018 Spring;13(2):209-215.
25. Mostafa M, El-Shrief YAI, Anous WIO, Hassan MW, Salamah FTA, El Boghdadi RM et al. (2020) Postoperative pain following endodontic irrigation using 1.3% versus 5.25% sodium hypochlorite in mandibular molars with necrotic pulps: a randomized double-blind clinical trial. **International Endodontic Journal**, 53, 154–166.
26. Opasatian A, Jearanaiphaisarn T. The effects of cervical lesion, endodontic access, and resin composite restoration to the fracture resistance and fracture pattern of maxillary premolars. **J Dent Assoc Thai.** 2018; 68: 270-278
27. Palazzi F, Morra M, Mohammadi Z, Grandini S, Giardino L. Comparison of the surface tension of 5.25% sodium hypochlorite solution with three new sodium hypochlorite-based endodontic irrigants. **Int Endod J.** 2012 Feb;45(2):129-35.
28. Palazzi F, Blasi A, Mohammadi Z, Del Fabbro M, Estrela C. Penetration of sodium hypochlorite modified with surfactants into root canal dentin. **Brazilian Dental Journal.** 2016; 27, 208-16.
29. Pantaleón D, Valenzuela FM, Morrow BR, Pameijer CH & Garcia-Godoy, F. (2021) Effect of cervical lesions on fracture resistance and failure mode of maxillary central incisors restored with fiber posts and complete crowns. **Operative Dentistry**, 46, 669–679.

30. Patano A, Malcangi G, De Santis M, Morolla R, Settanni V, Piras F, Inchingolo AD, Mancini A, Inchingolo F, Dipalma G, Inchingolo AM. Conservative Treatment of Dental Non-Carious Cervical Lesions: A Scoping Review. **Biomedicines**. 2023 May 25;11(6):1530.
31. Qian W, Shen Y, Haapasalo M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. **J. Endod**. 2011, 37, 1437–1441.
32. Retana-Lobo C, Ramírez-Mora T, Murillo-Gómez F, Maria Guerreiro-Tanomaru J, Tanomaru-Filho M, Reyes-Carmona J. Final irrigation protocols affect radicular dentin DMP1-CT expression, microhardness, and biochemical composition. **Clin Oral Investig**. 2022 Aug;26(8):5491-5501.
33. Rödiger T, Koberg C, Baxter S, Konietschke F, Wiegand A, Rizk M. Micro-CT evaluation of sonically and ultrasonically activated irrigation on the removal of hard-tissue debris from isthmus-containing mesial root canal systems of mandibular molars. *Int Endod J*. 2019 Aug;52(8):1173-1181.
34. Sakkaria A, Ramadoss R, Krishnasamy N, Sundar S, Panneerselvam S, Ramani P. Assessment of Nanoscale Configuration of Dentin in Non-carious Cervical Lesions. **Cureus**. 2023 Oct 30;15(10):e48003.
35. Sedgley CM, Messer HH. Are Endodontically Treated Teeth more Brittle? **J Endod** 1992; 18: 332-335.
36. Shabbir J, Zehra T, Najmi N, Hasan A, Naz M, Piasecki L, Azim AA. Access Cavity Preparations: Classification and Literature Review of Traditional and Minimally Invasive Endodontic Access Cavity Designs. **J Endod**. 2021 Aug;47(8):1229-1244.
37. Silva EJNL, Vianna PS, Lima CO, Barbosa AFA, Vieira VTL, Versiani MA. Exploring access cavity through non-carious cervical lesions: Impacts on

- instrumentation, obturation, and fracture resistance in mandibular incisors. **Int Endod J.** 2024 Nov;57(11):1689-1698.
38. Sim TP, Knowles JC, Ng YL, Shelton J, Gulabivala K. Effect of sodium hypochlorite on mechanical properties of dentine and tooth surface strain. **Int Endod J.** 2001;34(2):120-132.
39. Soares PV, Santos-Filho PCF, Queiroz EC, Araújo TC, Campos RE, Araújo CA, Soares CJ. Fracture resistance and stress distribution in endodontically treated maxillary premolars restored with composite resin. **J Prosthodont.** 2008 Feb;17(2):114-119.
40. Soares PV, Souza PG, Souza SC, Gonzaga RCdQ, Faria VLG, Naves MFdL, et al. Effects of non-carious cervical lesions and coronary structure loss association on biomechanical behavior of maxillary premolars. **J Res Dent** 2013;1 (2):140-53.
41. Soares CJ, Pizi EC, Fonseca RB, Martins LR. Influence of root embedment material and periodontal ligament simulation on fracture resistance tests. **Braz Oral Res.** 2005 Jan-Mar;19(1):11-6.
42. Souza EM, Quadros JRP, Silva EJNL, De-Deus G, Belladonna FG, Maia-Filho EM. Volume and/or Time of NaOCl Influences the Fracture Strength of Endodontically Treated Bovine Teeth. **Braz Dent J.** 2019 Jan-Feb;30(1):31-35.
43. Sulaiman E, Alarami N, Wong YI, Lee WH, Al-Haddad A. The effect of fiber post location on fracture resistance of endodontically treated maxillary premolars. **Dent Med Probl.** 2018 Jul-Sep;55(3):275-279.
44. Tartari T, Duarte Junior AP, Silva Júnior JO, Klautau EB, Silva E Souza Junior MH, Silva E Souza Junior P de A. Etidronate from medicine to

- endodontics: effects of different irrigation regimes on root dentin roughness. **J Appl Oral Sci.** 2013 Sep-Oct;21(5):409-15.
45. Teixeira DNR, Thomas RZ, Soares PV, Cune MS, Gresnigt MMM, Slot DE. Prevalence of noncarious cervical lesions among adults: a systematic review. **J Dent** 2020; 95:103285.
46. Ulusoy Öİ, Genç Şen Ö, Zeyrek S, Kaya M, Paltun YN. Effect of final irrigation protocols on the fracture resistance of roots with varying dentine thickness. **Eur J Oral Sci.** 2021 Apr;129(2):e12769.
47. Wagner MH, da Rosa RA, de Figueiredo JAP, Duarte MAH, Pereira JR, Só MVR. Final irrigation protocols may affect intraradicular dentin ultrastructure. **Clin Oral Investig.** 2017 Sep;21(7):2173-2182.
48. Walter C, Kress E, Gotz H, Taylor K, Willershausen I, Zampelis A. The anatomy of non- carious cervical lesions. **Clin Oral Investig.** 2014; 18: 139-146.
49. Yan W., & Yang D. (2014). The Prevalence, characteristics and risk factors in non-carious cervical lesion: A survey on 295 people in Guangzhou Area. **Journal of Oral Hygiene & Health**, 2(1), 1-5.
50. Zeola LF, Pereira FA, Machado AC, Reis BR, Kaidonis J, Xie Z, Townsend GC, Ranjitkar S, Soares PV. Effects of non-carious cervical lesion size, occlusal loading and restoration on biomechanical behaviour of premolar teeth. **Aust Dent J.** 2016 Dec;61(4):408-417.
51. Zhang K, Kim Y, Cadenaro M et al. Effects of different exposure times and concentrations of sodium hypochlorite/ethylenediaminetetraacetic acid on the structural integrity of mineralized dentin. **J Endod** 2010; 36: 105–9.
52. Zhang K, Tay FR, Kim YK, Mitchell JK, Kim JR, Carrilho M, Pashley DH, Ling JQ. The effect of initial irrigation with two different sodium hypochlorite

concentrations on the erosion of instrumented radicular dentin. **Dent Mater.** 2010 Jun;26(6):514-23.

53. Zuza A, Racic M, Ivkovic N, Krunic J, Stojanovic N, Bozovic D, Bankovic-Lazarevic D, Vujaskovic M. Prevalence of non-carious cervical lesions among the general population of the Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina. **Int Dent J.** 2019 Aug;69(4):281-288.

ANEXO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: IMPACTO DAS SOLUÇÕES IRRIGADORAS NA FRATURA DE DENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE E COM LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS.

Pesquisador: patricia de almeida rodrigues

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 75396823.8.0000.5169

Instituição Proponente: Centro Universitário do Pará - CESUPA

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 6.622.087

Apresentação do Projeto:

Trata-se de Pesquisa experimental em laboratório no Centro Universitário do Pará para investigar o impacto das soluções irrigadoras na fratura de dentes humanos tratados endodonticamente e acometidos por lesões cervicais não cariosas (perda gradual e irreversível da estrutura dental, localizada ao redor da junção amelocementária e não associada à presença de cárie). Durante a terapia endodôntica, soluções químicas (NaOCl, EDTA) são utilizadas para auxiliar a ação dos instrumentos endodônticos no processo de limpeza, descontaminação e modelagem do sistema de canais radiculares.

Por meio desse trabalho será possível avaliar o impacto das soluções irrigadoras na fratura de dentes tratados endodonticamente e com lesões cervicais não cariosas.

Esse estudo consistirá na doação através de um Termo de Doação de material biológico. Serão coletados quarenta e cinco dentes pre-molares humanos e com canal único, com necessidade de extração, por razões clínicas bem definidas e explicadas pelo profissional da odontologia que realizará seu tratamento. Serão utilizadas vários regimes de soluções irrigadoras para a terapia endodôntica e posteriormente será feita a restauração dos elementos dentários e em seguida a realização de testes mecânicos até a força máxima obtida para a fratura dental. O acompanhamento da pesquisa será feito através dos resultados obtidos de cada grupo de amostras e através desse resultado será possível comparar os dados estatísticos de cada grupo. Espera-se obter o conhecimento científico sobre o impacto das

Endereço: Av. Almirante Barroso n.3775

Bairro: Souza

CEP: 66.613-903

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)4009-9100

E-mail: cep@cesupa.br



Continuação do Parecer: 8.622.087

soluções irrigadoras na fratura de dentes humanos tratados endodonticamente e com lesões cervicais não cariosas, demonstrando que essa relação pode acarretar no desenvolvimento de protocolos de irrigação com maior eficácia e segurança, a fim de reduzir fraturas dentárias.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário: avaliar o impacto das soluções irrigadoras na fratura de dentes tratados endodonticamente e com lesões cervicais não cariosas.

Objetivo Secundário: Avaliar, por meio de teste de resistência à fratura, a resistência de dentes com lesões cervicais não cariosas após o uso de diferentes protocolos de irrigação.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos: Os possíveis riscos de exposição pública ou risco de constrangimento, na medida em que essa pesquisa utilizará dentes que já foram extraídos por razões e condições clínicas pré-existentes.

Benefícios: A realização desta pesquisa não trará benefício direto ao voluntário. No entanto, os resultados contribuirão para o entendimento da influência de protocolos de irrigação dos canais radiculares sobre a limpeza do sistema de canais, em benefício direto a ciência, e indiretamente aos pacientes submetidos a estes tratamentos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante do ponto de vista clínico, sem pendências éticas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto: ok

TCLE: bem redigido, inclusive com anexo importante sobre o TERMO DE DOAÇÃO DE MATERIAL BIOLÓGICO para a pesquisa

Aceite do orientador: ok

Aceite da Instituição: ok

Cronograma: ok

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências éticas

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Almirante Barros n.3775

Bairro: Souza

UF: PA Município: BELEM

Telefone: (91)4009-9100

CEP: 66.613-903

E-mail: cep@cesupa.br



Continuação do Parecer: 6.622.087

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2216153.pdf	11/12/2023 19:52:25		Acelto
Declaração de Instituição e Infraestrutura	IMG_3842.jpeg	11/12/2023 19:51:58	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TermodeConsentimentoLivreEsclarecido.docx	01/11/2023 08:00:11	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	04/10/2023 12:11:21	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoPlataformaBrasil.pdf	04/10/2023 10:25:38	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Outros	IMG_3166.jpeg	04/10/2023 10:22:48	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Outros	IMG_3167.jpeg	04/10/2023 10:21:26	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Declaração de Pesquisadores	IMG_3165.jpeg	04/10/2023 10:19:57	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto
Declaração de Manuseio Material Biológico / Biorepositório / Biobanco	TermoDoacao.docx	18/09/2023 23:59:46	ALESSANDRA SILVA DE VASCONCELOS	Acelto

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELEM, 23 de Janeiro de 2024

Assinado por:
Celice Cordelro de Souza
(Coordenador(a))

Endereço: Av. Almirante Barroso n.3775

Bairro: Souza

CEP: 66.613-903

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)4009-9100

E-mail: cep@cesupa.br