UNESP - Universidade Estadual Paulista

"Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Jessica Katarine de Abreu Silva

Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses: um estudo *in vitro*

Araraquara

2024

UNESP - Universidade Estadual Paulista

"Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Odontologia de Araraquara

Jessica Katarine de Abreu Silva

Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses: um estudo *in vitro*

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Odontologia de Araraquara para obtenção do título de Doutora em Ciências Odontológicas, na Área de Dentística Restauradora.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade

Araraquara

2024

S586a

Silva, Jessica Katarine de Abreu
Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses : um estudo in vitro / Jessica Katarine de Abreu Silva. -- Araraquara, 2024
59 f. : fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara
Orientador: Marcelo Ferrarezi de Andrade

1. Materiais dentários. 2. Odontologia legal. 3. Facetas dentárias. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Odontologia, Araraquara.
Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Jessica Katarine de Abreu Silva

Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses: um estudo *in vitro*

Comissão julgadora

Tese de Doutorado para obtenção do grau de Doutora em Ciências Odontológicas

Presidente e orientador: **Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade**

2º Examinador: **Prof. Dr. João Felipe Besegato**

3º Examinador: **Prof. Dr. Aryvelto Miranda Silva**

4º Examinador: **Profa. Dra. Andréa Abi Rached Dantas**

5º Examinador: **Prof. Dr. José Roberto Cury Saad**

Araraquara, 01 de agosto de 2024.

DADOS CURRICULARES

Jessica Katarine de Abreu Silva

NASCIMENTO: 24 de janeiro de 1992 – Teresina – Piauí

FILIAÇÃO: Maria Ribeiro da Silva
Henrique de Abreu Silva

2013 – 2017
Graduação em Odontologia
Universidade Federal do Piauí, UFPI, Brasil.
Título: Precisão do conjunto pilar de transferência personalizado na moldagem de múltiplos pilares implantossuportados através da técnica da moldeira fechada.
Orientação: Prof. Dr. Valdimar da Silva Valente.

2018 – 2020
Mestrado em Ciências Odontológicas – Dentística Restauradora
Universidade Estadual Paulista, Unesp, Faculdade de Odontologia de Araraquara, FOAr, Brasil.
Título: Efeitos de diferentes cimentos endodônticos, sistemas de cimentação e momento de fotoativação em restaurações com pino de fibra de vidro.
Orientação: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.
Coorientação: Prof. Dr. Milton Carlos Kuga.

2019 – 2021
Especialização em Odontologia Legal
Universidade de São Paulo, USP, Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto, FORP, Brasil.
Título: A relevância da colaboração entre a odontologia restauradora e a odontologia legal na identificação humana.
Orientação: Prof. Dr. Ricardo Henrique Alves da Silva.

2020 – 2024
Doutorado em Ciências Odontológicas – Dentística Restauradora
Universidade Estadual Paulista, Unesp, Faculdade de Odontologia de Araraquara, FOAr, Brasil.
Título: Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses: um estudo *in vitro.*
Orientação: Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Maria Ribeiro da Silva, pelo exemplo de força, de independência, de bravura, de pensamento crítico, de resistência, de resiliência. Por mostrar através do exemplo como superar as dificuldades e vencer os obstáculos com um sorriso no rosto e fazendo graça de tudo. Mãe, meu amor desta e de outras vidas, sem você, sem poder dividir até o pior de mim contigo, sem o teu apoio amoroso e vivaz, sem o teu apoio financeiro e teu ombro amigo, toda essa jornada, todo o aprendizado, conhecimento coletado e títulos acumulados, não seriam possíveis. Percebemos juntas que não é sobre a quantidade de pessoas que nos amam, que não são todas as pessoas que merecem nos acessar e que a sensação de estar em paz conosco e com nossas escolhas é absolutamente impagável. Com você, aprendo todo dia que não sou, e sim estou, pois o bom da vida é ser mutável. Te amo para além do compreensível.

Aos membros da minha família que sempre tiveram uma palavra de apoio e suporte quando necessário e que torceram genuinamente por mim. Em especial, à minha irmã Geísa Carla de Abreu Silva e a meu tio João Francisco Ribeiro Neto por estarem mais próximos do que nunca. Nosso pequeno núcleo familiar é forte e admirável. Amo vocês!

À minha afilhada Isabela Silva Antunes de Castro, por ser a energia que faltava para unificar nossa familinha, por nos dar mais um propósito e um motivo gigantesco para nos forçarmos a sermos melhores conosco e consequentemente com você. Espero que você possa ler isto daqui uns anos, sentir orgulho e se espelhar nas vitórias da Madrinha para promover as suas próprias. Te amo que dói!

Ao meu orientador Marcelo Ferrarezi de Andrade, pela acolhida quando, meio que repentinamente fui parar sob sua orientação, por sempre estar disponível quando solicitei, por me proporcionar a liberdade de escolha do tema e a desenvolver a autonomia e conexões que eu precisava.

À Professora Patrícia Petromilli Nordi Sasso Garcia, pela calorosa e honesta recepção desde o meu primeiro dia como aluna especial no laboratório de Dentística I, pela porta sempre aberta para que eu pudesse confidenciar e desabafar sobre o que me afligia, pelos conselhos, pela orientação acadêmica e pessoal, por me receber e me acolher como família. Admiro você, me espelho (ou ao menos tento) em você e amo você!

À Professora Andréa Abi Rached Dantas, pela demonstração de amabilidade e doçura, por acreditar nas minhas potencialidades e por ser resolução e auxílio nos momentos em que acidentalmente falhei.

Às verdadeiras amizades que foram construídas durante esse longo caminho até aqui, pelas oitivas acolhedoras, pelos momentos maravilhosos e inesquecíveis vividos juntos, pelos ombros no choro, pelas risadas sinceras, por me enxergarem e me aceitarem assim como sou, entenderem que sou várias em uma e saberem diferenciar e quando acessar cada uma das minhas muitas facetas. Amo vocês!

Ao curso de Odontologia da Universidade Federal do Piauí – UFPI, seus docentes e pacientes, por me ensinarem as primeiras (e muitas outras) lições que eu precisava aprender para seguir este caminho. Sempre carrego os seus ensinamentos comigo por onde quer que eu vá. Orgulho em pertencer!

À Universidade de São Paulo – Faculdade de Odontologia de Ribeirão Preto – FORP, seus docentes, discentes de graduação e pós-graduação, que foram parte fundamental para a inspiração deste trabalho que envolve intimamente duas áreas que amo, Odontologia Legal e Dentística. Orgulho em pertencer!

À Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - Faculdade de Odontologia de Araraquara – FOAr, aos docentes, discentes de graduação e pós-graduação, servidores e pacientes, que auxiliaram a forjar o indivíduo que sou neste exato momento. Foi, é, e continuará sendo uma das minhas "casas". Orgulho em pertencer!

A todos aos que colaboraram, direta e indiretamente, para construção da ideia, desenvolvimento, execução e análise deste estudo. Por muito tempo andei sozinha, mas sempre soube que não se vai sozinho a lugar. Saibam que sou grata por cada segundo gasto pensando junto comigo em soluções para acelerar ou consertar as coisas. Demos o nosso melhor com a pouquíssima condição que tínhamos e, honestamente, me sinto orgulhosa.

À CAPES:
O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

Por último, mas não menos importante, **a mim**. Sim, à minha própria pessoa eu devo a maior gratidão que possa existir para um momento como este e, talvez, seja a parte mais difícil de escrever até o momento. Com os olhos marejados, lembro de algumas dentre TODAS as dificuldades enfrentadas até aqui. Situo que minha história pode ser "mais tranquila/feliz/fácil" ou até mesmo "mais pesada/triste/difícil" a depender de quem lê. Mas sabe de uma coisa? Não importa. Eu que vivi, eu que senti e eu que sei quanto tempo demorou para cada ferida ser cicatrizada, o quanto tive que ficar deitada no chão até conseguir me levantar e o quanto alguns aspectos desta experiência levaram mais do que trouxeram. Eu escrevo para o meu eu do futuro nunca esquecer que deve se orgulhar de si mesma e que deve saborear mais suas próprias conquistas, independente se aos olhos alheios parece nada. Escrevo ainda, à quem interessar possa, para deixá-los saber que talvez algumas situações dentro da vivência acadêmica continuem iguais (e isso pode ser bom ou ruim a depender de qual situação estamos falando), mas quem pode fazer diferente é VOCÊ. Depois de seis anos (mestrado, doutorado e especialização no meio de tudo isso), uma pandemia, uma depressão profunda, uma porção grande de coisas que deram errado, outras tantas que deram certo e de um intercâmbio para pesquisar (em uma área completamente diferente de tudo que já fiz) e lecionar (na área de ênfase do mestrado e doutorado) no exterior, finalmente posso dizer que EU FUI MUITO. EU FIZ MUITO. EU ME DEI MUITO. Com o pequenino limão que eu tinha, fiz um menu completo.

“Quero meu peito repleto de tudo que eu possa abraçar.”

Gonzaguinha*

* Gonzaguinha. Caminhos do coração [Álbum]. Maravida [Faixa]. Universal Music; 1982.

Silva JKA. Análise das alterações de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses: um estudo *in vitro*. [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

RESUMO

A Odontologia tem um papel social e humanitário de extrema relevância. São inúmeras as informações que podem ser obtidas através dos achados odontológicos. Estudos têm sido realizados com o objetivo de identificar as alterações ocorridas nos materiais dentários quando submetidos a temperaturas elevadas ou baixas; mas, até o momento, poucos estudos sobre as mudanças causadas pela submersão em água doce e condições de inumação foram realizados. Alterações de cor e outras mudanças macroscópicas e microscópicas podem carregar informações valiosas para estimar o período que os materiais ficaram expostos a determinadas condições e esses dados podem refletir na dinâmica forense. O objetivo do presente estudo foi analisar as alterações (estabilidade de cor, estereomicroscopia e rugosidade de superfície) de laminados cerâmicos em diferentes situações forenses (simulação de carbonização, afogamento e inumação). Duzentos incisivos inferiores bovinos extraídos, hígidos, com anatomia coronária semelhante, sem trincas e/ou fraturas foram utilizados no estudo. A alocação nos grupos deu-se de acordo com o tipo de cerâmica e particularidade da situação forense em questão (temperatura, tempo de submersão e tempo de inumação). Os dentes foram preparados, assim como as peças, e após tratamento de superfície da peça e cimentação, as amostras foram acomodadas em água destilada durante 7 dias e acondicionados em estufa com 100% de umidade relativa a 37°C. As leituras prévias das amostras foram realizadas e passado o tempo e temperatura previamente estabelecidos, as análises pós-submissão às situações foram realizadas e os dados foram tratados com auxílio de programa estatístico IBM® SPSS Statistics® versão 25.0 para IOs. A normalidade foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk ($p<0,05$) e a homocedasticidade dos dados através do teste f (teste de Levene) ($p<0,05$). Os dados não cumpriram os pressupostos e, portanto, foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis. Quando submetidos a altas temperaturas, os laminados cerâmicos estudados, apresentaram alterações na cor e na rugosidade de superfície, independente da cerâmica utilizada, desde que a temperatura mínima seja 1200ºC. Quando submetidos a submersão em água doce, é possível observar alteração na cor e na rugosidade de superfície quando laminados cerâmicos são imersos por tempo prolongado em ambiente de água doce a depender do tipo de cerâmica e do tempo de submersão. Quando submetidos a inumação, maiores tempos (dias) de inumação alteram a cor da cerâmica feldspática. Com relação a rugosidade de superfície, maiores tempos (dias) de inumação alteram a rugosidade de superfície em abas as cerâmicas. Portanto, foi possível concluir que os laminados cerâmicos estudados apresentaram alterações quando submetidos a situações de queima intensa e constante acima de 1200ºC, quando submetidos a submersão prolongada em ambiente de água doce por, no mínimo, 360 dias e quando inumados por, no mínimo, 360 dias.

Palavras-chave: Materiais dentários. Odontologia legal. Facetas dentárias.

Silva JKA. Analysis of changes in dental veneers in different forensic situations: an *in vitro* study. [tese de doutorado]. Araraquara: Faculdade de Odontologia da UNESP; 2024.

ABSTRACT

Dentistry plays an extremely important social and humanitarian role. There is a wealth of information that can be obtained through dental findings. Studies have been conducted with the aim of identifying the changes that occur in dental materials when subjected to high or low temperatures; however, to date, few studies have been conducted on the changes caused by submersion in fresh water and burial conditions. Color changes and other macroscopic and microscopic changes can carry valuable information for estimating the period that the materials were exposed to certain conditions and these data can be reflected in forensic dynamics. The objective of the present study was to analyze the changes (color stability, stereomicroscopy and surface roughness) of ceramic laminates in different forensic situations (simulation of carbonization, drowning and burial). Two hundred extracted bovine lower incisors, healthy, with similar coronal anatomy, without cracks and/or fractures were used in the study. The allocation into groups was based on the type of ceramic and the particularities of the forensic situation in question (temperature, submersion time and burial time). The teeth were prepared, as were the pieces, and after surface treatment of the piece and cementation, the samples were placed in distilled water for 7 days and stored in an oven with 100% relative humidity at 37°C. The samples were read beforehand and after the previously established time and temperature, the post-submission analyses were performed and the data were processed using the IBM® SPSS Statistics® version 25.0 for IOs statistical program. Normality was verified using the Shapiro-Wilk test ($p<0.05$) and homoscedasticity of the data using the *f* test (Levene test) ($p<0.05$). The data did not meet the assumptions and, therefore, the Kruskal-Wallis test was used. When subjected to high temperatures, the ceramic laminates studied presented changes in color and surface roughness, regardless of the ceramic used, if the minimum temperature is 1200ºC. When subjected to submersion in fresh water, it is possible to observe changes in color and surface roughness when ceramic laminates are immersed for a prolonged period (days) in a freshwater environment, depending on the type of ceramic and the submersion time. When subjected to burial, longer burial times (days) alter the color of the feldspathic ceramic. Regarding surface roughness, longer burial times (days) alter the surface roughness of the ceramics. Therefore, it was possible to conclude that the ceramic laminates studied presented changes when subjected to intense and constant burning above 1200ºC, when subjected to prolonged submersion in a freshwater environment for at least 360 days, and when buried for at least 360 days.

Keywords: Dental materials. Forensic dentistry. Dental veneers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 11

2 PROPOSIÇÃO 14

3 PUBLICAÇÕES 15
3.1 Publicação 1 15
3.2 Publicação 2 29
3.3 Publicação 3 41

4 CONCLUSÃO 54

REFERÊNCIAS 55

ANEXO A 58

ANEXO B 59

1 INTRODUÇÃO

Materiais restauradores odontológicos, como resinas compostas, cerâmicas e compósitos odontológicos, desempenham um papel crucial na reparação e substituição de tecidos dentários danificados, oferecendo avanços notáveis nos últimos anos. Reconhecidos por suas propriedades estéticas e funcionais, esses materiais proporcionam soluções duráveis para a restauração dentária. Em particular, as resinas compostas, amplamente empregadas na devolutiva estética de dentes danificados, têm demonstrado valor significativo em contextos forenses para a identificação humana. Sua estabilidade e habilidade em preservar características únicas, como padrões de desgaste e estrutura dentária, as transformam em ferramentas essenciais na reconstrução da identidade de um indivíduo a partir de restos mortais.

Este aspecto ganha relevância dentro do amplo escopo da Odontologia, que desempenha um papel social e humanitário crucial ao utilizar achados odontológicos para estimar a idade de menores desacompanhados, identificar pessoas desaparecidas e não identificadas, confrontar informações em desastres em massa, investigar casos de abuso infantil e negligência, bem como abordar situações de violência doméstica e abuso sexual. A interseção entre o desenvolvimento de materiais restauradores e as aplicações forenses e sociais da Odontologia destaca a importância desses avanços na promoção da saúde bucal e na resolução de questões humanitárias[1,2].

Protocolos utilizados mundialmente reconhecem à Odontologia, mais especificamente a análise dos dados odontológicos que são obtidos através de exames específicos, como um dos três métodos primários de identificação, dividindo o pódio com as análises papiloscópicas e análise de DNA[3]. Para ser considerado um método primário é necessário que seja cientificamente sólido, confiável, aplicável em condições de campo e capaz de ser implementado em um período razoável. Em outras palavras, o método precisa seguir alguns princípios. São eles: unicidade, imutabilidade, perenidade, praticabilidade e classificabilidade[2].

Incidentes repentinos e inesperados continuam acontecendo e torna-se essencial um planejamento de desastre e equipes especializadas prontas para trabalhar da forma mais eficaz e sensível possível, muitas vezes sob o escrutínio de parentes em luto, abordagem da mídia e investigações criminais em potencial[4]. Nas

situações em que a identificação humana é necessária, uma das etapas fundamentaisé o confronto dos dados odontológicos que correspondem ao período antes da morte (ante mortem ou AM) com os coletados após a morte (post mortem ou PM) em busca de correspondência ou *"match"* [5].

Em cenários de desastres naturais ou catástrofes, a recuperação de restos mortais é frequentemente desafiadora. Nesses contextos, materiais restauradores como compósitos odontológicos têm desempenhado um papel crucial ao recriar estruturas dentárias, facilitando a identificação de vítimas e a reconstrução de perfis odontológicos. A capacidade desses materiais em preservar características individuais, como restaurações específicas e padrões de restauração, torna-se essencial no processo de identificação humana, onde esses detalhes podem ser determinantes para estabelecer a correspondência entre registros odontológicos anteriores e restos mortais.

A anatomia única dos elementos dentários, que varia de indivíduo para indivíduo e sofre alterações ao longo da vida devido a diversos tratamentos odontológicos, como restaurações, tratamentos endodônticos, instalação de implantes e próteses fixas e/ou removíveis, proporciona uma base valiosa para a comparação de dados *antemortem* (AM) com dados *postmortem* (PM). Essas modificações, que tornam cada indivíduo progressivamente único, oferecem subsídios cruciais para a análise comparativa e contribuem para a assertividade nos processos de identificação forense[6].

A busca contemporânea por restaurações estéticas tem impulsionado o crescente uso de cerâmicas odontológicas, que, além de proporcionarem propriedades mecânicas satisfatórias, destacam-se por sua biocompatibilidade, estabilidade química, baixa condutibilidade elétrica, translucidez e fluorescência[7,8]. A aplicação bem-sucedida dessas cerâmicas na odontologia restauradora é potencializada pelo advento da tecnologia CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing), que facilita um fluxo de trabalho digital disseminado, resultando em tratamentos eficazes, rápidos e previsíveis, aspectos cruciais para a prática odontológica moderna.

Além de seu papel na estética dentária, as cerâmicas odontológicas, reconhecidas por sua durabilidade e semelhança com o esmalte dentário natural, desempenham uma função vital na identificação humana. Esse aspecto ganha destaque especialmente em análises forenses, onde a preservação da aparência

original dos dentes torna-se essencial para a obtenção de informações precisas e confiáveis na reconstrução de perfis odontológicos e na elucidação de casos forenses[9].

Estudos vêm sendo desenvolvidos com o intuito de investigar o comportamento de materiais odontológicos de diferentes áreas em ambientes que se aproximam de situações forenses reais. Entendendo o importante papel da odontologia na identificação humana e o crescente uso e aquisição, por parte dos pacientes, de restaurações cerâmicas nos últimos anos, torna-se relevante a investigação do comportamento destes materiais em ambientes que se aproximem de situações forenses reais, com o intuito de investigar possíveis informações que possam ser coletadas.

2 PROPOSIÇÃO

Este estudo foi desenvolvido com o objetivo de verificar e analisar alterações na superfície (rugosidade de superfície) e alteração de cor de blocos cerâmicos (laminados) submetidos a diferentes simulações de situações forenses.

3 PUBLICAÇÕES

O desenvolvimento deste estudo resultará (ainda não foram publicados) na publicação de três artigos científicos completos e independentes, levando em consideração cada situação forense isolada.

Os projetos foram submetidos para apreciação da comissão de ética no uso de animais, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - “Júlio Mesquita Filho” e de acordo com os preceitos da Lei no 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto no 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), RESOLUÇÃO NORMATIVA N 30, DE 2 DE FEVEREIRO DE 2016, que baixa a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais em Atividades de Ensino ou de Pesquisa Científica – DBCA, seção VI -RESPONSABILIDADES DOS PESQUISADORES E PROFESSORES, item 6.1.10, quando o material não for oriundo de uma atividade de ensino ou de pesquisa científica, por exemplo, cadáveres ou parte deles oriundos das atividades de matadouros, frigoríficos, abatedouros ou produtores rurais para consumo, a responsabilidade para atender a necessidade de obtenção e manutenção da documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca é do responsável pela atividade, compartilhada por sua equipe, nunca da CEUA institucional. Assim sendo, de acordo com a legislação vigente no Brasil, os projetos de pesquisa que utilizam dentes, ossos e/ou outras partes de bovinos oriundos de abate do animal como rotina da atividade de frigoríficos, não necessitam de análise e avaliação pela CEUA Institucional (ANEXOS A e B).

3.1 Publicação 1*

Estudo forense das alterações de laminados cerâmicos submetidos a altas temperaturas

*Artigo formatado segundo as normas de publicação do periódico *Journal of Forensic Dental Sciences* para o qual pretende-se submeter.

INTRODUÇÃO

Não incomuns, desastres naturais, incêndios, atos terroristas e acidentes aéreos ou automobilísticos, são alguns dos infortúnios onde o objetivo é identificar corpos encontrados no local de modo a contribuir para a investigação judicial. Com cadáveres incinerados, os métodos convencionais de identificação não são viáveis devido aos extensos danos aos tecidos moles; o que, como resultado, muitas vezes torna os dentes a única evidência disponível para identificação[10–12].

A importância dos dentes para a identificação humana deve-se à sua composição altamente mineralizada, o que os torna resistentes às influências do meio externo. Eles não são alterados pela decomposição *post mortem* e geralmente resistem a chamas, álcalis (substâncias que ao se dissociarem, liberam a hidroxila OH^-) ou mesmo a ácidos fracos[13].

Além dos elementos dentários, produtos de uso odontológico e aparelhos usados para reabilitação oral são altamente resistentes às condições ambientais pós-morte, como altas temperaturas, por exemplo[14]. A capacidade de identificação de diferentes materiais restauradores submetidos a altas temperaturas, fornece pistas *post mortem* importantes para comparação com registros *ante mortem*.

Estudos analisaram as mudanças na estrutura dentária após a exposição a altas temperaturas e encontraram uma perda relatada de brilho do esmalte, fraturas do esmalte, separação da dentina cervical, mudanças de cor, separação da coroa e da raiz na região cervical e outros efeitos. Da mesma forma, os materiais dentários e restauradores, como amálgama, resina composta, ionômero de vidro, materiais endodônticos, pinos de titânio e fibra de vidro, coroas de cerâmica, próteses acrílicas e ligas metálicas, implantes, braçadeiras e arcos ortodônticos quando submetidos a altas temperaturas, apresentam variação na resposta conforme para a faixa de temperatura[15–18].

O presente estudo teve como objetivo analisar as alterações de superfície e cor de laminados cerâmicos em uma situação forense que simula incineração. As hipóteses nulas testadas foram: (1) altas temperaturas não alteram a estabilidade de cor de laminados cerâmicos; e (2) altas temperaturas não alteram a rugosidade de superfície de laminados cerâmicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

a. Comissão de ética no uso de animais – CEUA

O projeto foi submetido para apreciação da comissão de ética no uso de animais, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - “Júlio Mesquita Filho”.

b. Ciência do comitê de ética institucional para uso de dentes bovinos

Após ciência do CEUA institucional e levando em consideração a legislação vigente no Brasil acerca do tema, oitenta incisivos inferiores bovinos extraídos, hígidos, com anatomia coronária semelhante, sem trincas e/ou fraturas foram utilizados no estudo.

c. Preparo dos espécimes bovinos

Com o intuito de remover sujidades e tecidos impregnados, os dentes bovinos passaram por inspeção e quando necessário, foram submetidos a raspagem manual e profilaxia com pedra pomes (SS White Artigos Dentários Ltda. – Rio de Janeiro, RJ, BR) e água. Com os dentes limpos, foram realizados cortes com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração de água constante a fim de obtermos espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Estes espécimes passaram por uma etapa final de acabamento utilizando lixas d’água e água.

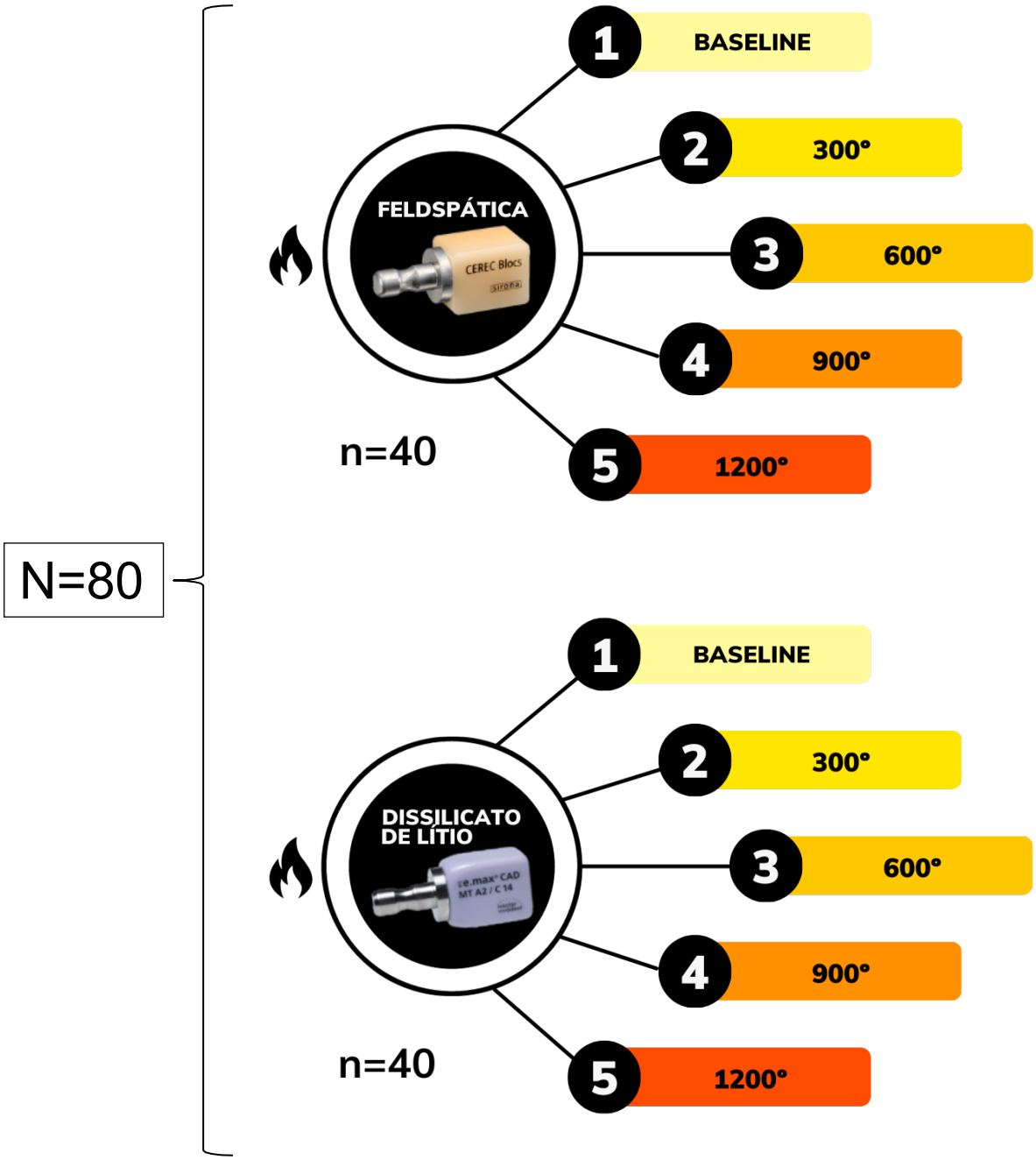


Fonte: Elaboração própria.

d. Grupos experimentais

Os dentes foram alocados aleatoriamente em oito grupos (n=10) de acordo com o tipo de cerâmica e temperatura (graus celsius), como mostra o **Fluxograma 1**. Os materiais utilizados no estudo estão descritos no **Quadro 1**.

Fluxograma 1. Disposição dos grupos em função do tipo de cerâmica e da temperatura utilizada.



Fonte: Elaboração própria.

Os grupos foram divididos da seguinte forma:

- G1 – Feldspática 300ºC
- G2 – Feldspática 600ºC
- G3 – Feldspática 900ºC
- G4 – Feldspática 1200ºC
- G5 – Dissilicato de lítio 300ºC
- G6 – Dissilicato de lítio 600ºC
- G7 – Dissilicato de lítio 900ºC
- G8 – Dissilicato de lítio 1200ºC

Quadro 1. Materiais que foram utilizados no estudo.

Materiais	**Nomes comerciais**	**Fabricantes**	**Cores**
Cerâmica a base dissilicato de lítio	IPS e.max CAD	Ivoclar Vivadent - Barueri, SP, BR	A2
Cerâmica feldspática	Cerec Blocs	Dentsply Sirona – York, Pensilvânia, EUA	A2
Ácido fluorídrico	Condac Porcelana 10%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Ácido fosfórico	Condac 37 37%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Adesivo	Single Bond Universal	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-
Cimento resinoso convencional	RelyX Ultimate	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	Translúcido
Silano	RelyX Ceramic Primer	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-

Fonte: Elaboração própria.

e. Preparo dos espécimes cerâmicos

Slices de 2mm dos blocos de cerâmica foram obtidos com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração de água constante e depois reduzidos a espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Em seguida a queima indicada para cada cerâmica foi realizada.

f. Tratamento de superfície e cimentação

Com os espécimes cerâmicos obtidos, o condicionamento foi realizado com ácido fluorídrico 10% na superfície interna da peça a ser cimentada pelo tempo indicado pelo fabricante da cerâmica (20s para dissilicato de cálcio e 120s para feldspática). Em seguida, lavagem com água em abundância até a remoção total do produto e em seguida, processo de secagem com jato de ar. Aplicação de ácido fosfórico 37% na peça para remoção de resíduos durante 60s, lavagem e secagem. Na sequência, realizada a aplicação ativa do agente de união silano por 60s, remoção de excessos com leve jato de ar, seguida de aplicação de adesivo com auxílio de microaplicador regular (KG Sorensen – Cotia, SP, BR) por 20s, seguido de leve jato de ar por 5s e fotoativação por 20s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2, que será previamente conferida com auxílio de radiômetro (L.E.D Radiômetro - Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

O cimento resinoso convencional de ativação dual foi manipulado conforme as recomendações do fabricante e a mistura foi aplicada na peça e levada em posição (cimentação corpo de prova cerâmica + corpo de prova bovino, ou **CPlusBov**). Neste momento, fez-se leve pressão na peça com o intuito de assentá-la. Os excessos de cimento foram removidos com pincel previamente à fotoativação. A fotoativação foi realizada nas amostras CPlusBov por 40s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2.

g. Alcance da presa completa do material

Os espécimes foram acomodados em água destilada durante 7 dias e

acondicionados em estufa com 100% de umidade relativa a 37°C.

h. Leituras prévias

Após finalização das amostras CPlusBov e descanso em estufa, as análises dos parâmetros iniciais de interesse foram realizadas (Baseline - antes da incineração) e novamente após submissão às temperaturas de 300°, 600°, 900° e 1200°.

i. Simulação de incineração

O tratamento térmico das amostras de cada grupo foi realizado simultaneamente em forno EDG 10P-S (EDG Equipamentos e Controles Ltda, São Carlos, SP, BR) nas temperaturas mencionadas no Fluxograma 1. por 30 minutos, simulando uma situação de queima acelerada e constante. Finalizada a queima, houve um tempo de resfriamento até alcançarmos a temperatura ambiente. Em seguida, as amostras foram armazenadas em frascos até o momento da primeira análise.

j. Estereomicroscopia

Os espécimes foram levados ao estereomicroscópio Leica M80 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) para realização de capturas que possibilitam a visualização macroscópica das alterações da cor e superfície.



Fonte: Elaboração Própria.

k. Estabilidade de cor

As leituras para análise de cor foram realizadas com auxílio de sensor digital de cor (Easyshade Advance 4.0 Vita, Wilcos. Petrópolis, RJ, BR). O padrão de observação simulado pelo equipamento segue o sistema CIE L* a* b* (Commission Internationale de L'Éclairage), definido por uma combinação de coordenadas cartesianas em que um ponto está associado a uma única cor.
A alteração de cor (ΔE) será calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde:
ΔE* = alteração de cor;
ΔL* = diferença de luminosidade (L*), de forma que quanto maiores os valores de L*, maior o brilho da amostra;
Δa* = diferença do eixo a*; de modo que valores positivos para Δa* significam amostras mais vermelhas e valores negativos, mais verdes;
Δb* = diferença do eixo b*; de modo que valores positivos para Δb* significam amostras mais amareladas e valores negativos mais azuis.
Sendo:
$\Delta L^* = L^*_f - L^*_i$; $\Delta a^* = a^*_f - a^*_i$; $\Delta b^* = b^*_f - b^*_i$, onde L^*_i, a^*_i e b^*_i são referidos como a medição de cor inicial e L^*_f, a^*_f e b^*_f como a medição de cor final. [19]



Fonte: Próprio autor.

l. Rugosidade de superfície

Para analisar o desvio de forma microgeométrico gerado através da exposição à situação forense, foi utilizado um rugosímetro digital portátil (SJ-400 – Mitutoyo Coporation, Kawasaki-shi, Kanagawa, Japan).

A ativação da agulha de leitura manual foi feita e uma distância de 0,3 mm foi percorrida. A agulha foi movida em apenas uma única direção na superfície da amostra e três leituras foram obtidas em diferentes posições da superfície. A média dessas três leituras foi considerada como a rugosidade superficial (Ra).

A alteração da rugosidade superficial (ΔRa) foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta Ra = Ra_f - Ra_i$$

Onde:

Ra_i é a medição de rugosidade inicial e Ra_f a medição de rugosidade final.[20]

m. Análise estatística

Os dados foram devidamente tabulados e inseridos no programa estatístico IBM® SPSS Statistics® versão 25.0 para IOs. Neste estudo, temos duas variáveis dependentes (estabilidade de cor e rugosidade de superfície) e duas variáveis independentes que influenciam ou poderiam influenciar no desfecho (tipo de cerâmica e temperatura). Cada variável dependente foi analisada isoladamente juntamente com as independentes. Tanto para análise da estabilidade de cor quanto para rugosidade de superfície, os pressupostos de normalidade foram verificados através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade dos dados através do teste f (teste de Levene) e demonstraram ser anormais e heterogêneos. O teste de Kruskal-Wallis foi realizado e rejeitou a hipótese nula de que altas temperaturas não alteram a estabilidade de cor de laminados cerâmicos.

RESULTADOS

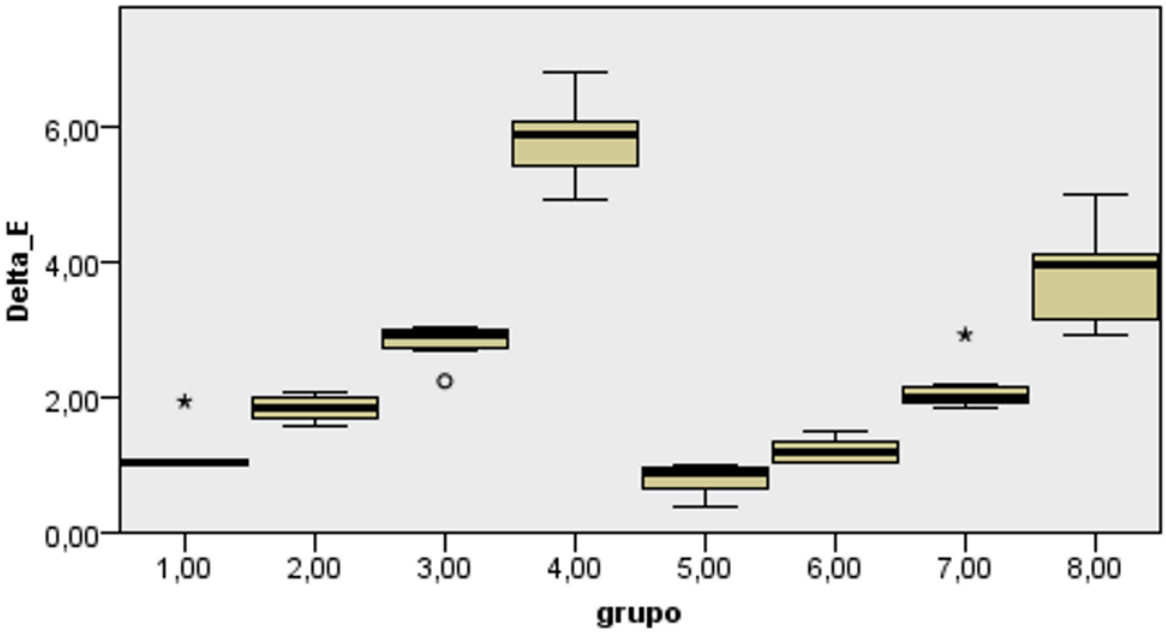
Características macroscópicas

Tanto para análise de cor quanto para rugosidade de superfície, só foi possível observar alterações macroscópicas quando as amostras foram submetidas ao calor de 1200º.

Estabilidade de cor

Todos os grupos (G1 e G5, G2 e G6, G3 e G7 e G4 e G8) quando comparados utilizando a mesma temperatura e cerâmicas diferentes apresentaram comportamentos semelhantes. Houve diferença estatística nos grupos onde a temperatura de 1200ºC foi utilizada em comparação aos demais grupos utilizando temperaturas menores, como demonstra o Gráfico 1. Quanto maior a temperatura, maior será a alteração na cor.

Gráfico 1. Representação gráfica da alteração de cor (△E) das amostras em função do tipo de cerâmica e de altas temperaturas.



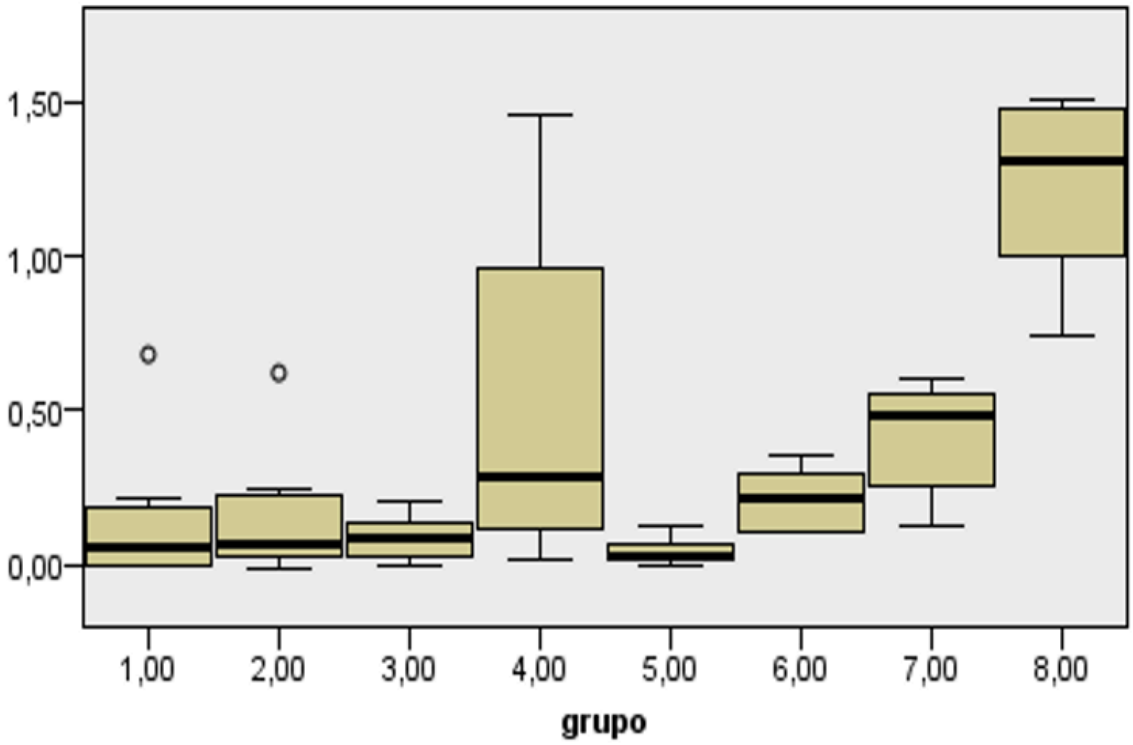
Fonte: Elaborado pelo autor.

Rugosidade de superfície

É possível observar que temperaturas até 900ºC (G1, G2, G3, G5, G6 e G7) não promovem alterações na cor. Apenas quando este valor salta para 1200ºC, é

possível perceber diferença estatística. Quanto mais alta a temperatura maior a rugosidade de superfície. Embora dentre os grupos utilizando cerâmica feldspática não tenha ocorrido uma diferença quando a temperatura foi elevada, nos grupos onde foi usada a cerâmica dissilicato de lítio essa diferença é mais evidente.

Gráfico 2. Representação gráfica da rugosidade de superfície (△Ra) das amostras em função do tipo de cerâmica e de altas temperaturas.



Fonte: Elaborado pelo autor.

DISCUSSÃO

Mesmo em 1982, quando Wilson e Kolbinson[1] investigavam os efeitos da incineração sobre restos mortais humanos, e obviamente, levando em consideração as limitações desta análise em uma época onde a tecnologia era diferente da disponível atualmente, observou-se que mesmo resistindo às temperaturas, foi possível observar “alterações claramente decifráveis” quando eram expostos à temperaturas acima de 1000ºC, resultados estes resultados suportados inclusive por estudos mais atuais[2,3]. Em estudos realizados avaliando o efeito do calor sobre

materiais restauradores, percebemos que quanto maior o calor, mais alterações visíveis macro e microscopicamente[4,5].

O objeto da análise deste estudo são cerâmicas, portanto, para entender o que os achados, precisamos entender a composição destes materiais e sua relação e comportamento com os tecidos dentários. De acordo com Amaral et al. (2014)[6,7] as cerâmicas odontológicas são fundamentalmente estruturas inorgânicas, constituídas primariamente por oxigênio (O) com um ou mais elementos metálicos ou semimetálicos, tais como: Al, B, Ca, Ce, Li, Mg, P, K, Si, Na, Ti e Zr.

Um estudo realizado por Bose et al. em 2009[3], observou que restaurações de amálgama sobre bases de ionômero de vidro e utilizando material obturador temporário modificado com ZnO, podiam ser identificadas quando expostas até 1200°C. Estes materiais mantinham sua forma apesar da observação da desintegração das coroas, em contrapartida, a forma do sistema compósito/adesivo e as bases de ionômero de vidro era alterado e as coroas eram mantidas. Cientes da composição e da quantidade de cada composto dentro das cerâmicas, que são naturalmente resistentes e que suportam bem o calor, era esperado que alterações na cor e na rugosidade fossem observados quando elevássemos a temperatura[8,9].

Além da própria estrutura dentária[10,11], outras análises foram realizadas por pesquisadores de todo mundo, com o objetivo de entender quais as alterações percebidas tanto no elemento quanto no material restaurador utilizado e como elas poderiam servir de anteparo para a contribuição odontológica forense[12,13,14].

O aumento da temperatura fornece dados estatísticos sobre a quantidade de calor que o material foi submetido, entretanto, aumenta a possibilidade de perda da restauração e o potencial de informação obtida cai. Refletindo sobre essa afirmação e levando em consideração a odontologia forense, podemos começar a pensar em estudar os parâmetros, ou coletar informações sobre os estudos já desenvolvidos sobre o que acontece em todas as frentes possíveis em cada temperatura utilizada e organizá-los com o intuito de definir o que acontece em cada análise desenvolvida.

CONCLUSÃO

Levando em consideração as limitações inerentes deste tipo de estudo e a dificuldade da padronização do ambiente forense ideal, podemos concluir que altas

temperaturas promovem alterações na cor e na rugosidade de superfície, independente da cerâmica utilizada, desde que a temperatura mínima seja 1200ºC.

REFERÊNCIAS

1. Wilson DF, Kolbinson D. The heat resistance of a ceramic identification device. Aust Dent J. 1982 Aug; 27(4): 219-23.
2. Prakash AP, Reddy SD, Rao MT, Ramanand OV. Scorching effects of heat on extracted teeth - A forensic view. J Forensic Dent Sci. 2014 Sep; 6(3): 186-90.
3. Mejía C, Herrera A, Sánchez AI, Moreno S, Moreno F. Behavior in vitro of the dentin-enamel junction in human premolars submitted to high temperatures: prediction of the maximum temperature based on logistic regression analysis. J Forensic Odontostomatol. 2016 Jul 1; 34(1): 10-8.
4. Bose RS, Mohan B, Lakshminarayanan L. Effects of elevated temperatures on various restorative materials: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2005 Apr-Jun; 16(2): 56-60.
5. Bagdey SP, Moharil RB, Dive AM, Thakur S, Bodhade A, Dhobley AA. Effect of various temperatures on restored and unrestored teeth: a forensic study. J Forensic Dent Sci. 2014 Jan; 6(1): 62-6.
6. Andrade, ADO et al. Cerâmicas odontológicas: classificação, propriedades e considerações clínicas. SALUSVITA, Bauru, v. 36, n. 4, p. 1129-1152, 2017.
7. Amaral, M et al. The potential of novel primers and universal adhesives to bond to zirconia. J Dent, São José dos Campos, v. 42, p.90-98, 2014.
8. Kiran R, Chapman J, Tennant M, Forrest A, Walsh LJ. Effect of Heat on the Fluorescence Properties of Tooth-Colored Restorative Materials and Their Forensic Implications. J Forensic Sci. 2019 Nov;64(6):1698-1706. doi: 10.1111/1556-4029.14122. Epub 2019 Jul 10. PMID: 31674673.
9. González-Colmenares G, Calvo-Díaz L, Nastul-Enríquez M, Bertel-Ruíz MM, Garzón-Ramírez I, Rojas-Sánchez MP, Moreno-Gómez F. Effect of high temperatures on teeth fixed with an orthodontic bracket. An in vitro study. Forensic Sci Int. 2020 Mar; 308:110182.
10. Swamy SR, Dorankula SP, Muddana K. Ultrastructural Analysis of Incinerated

Teeth by Scanning Electron Microscope - A Short Study. J Clin Diagn Res. 2016 Jul; 10(7): ZC08-11.

11. Pol, Chetan A; Gosavi, Suchitra R. Scanning electron microscopic analysis of incinerated teeth: an aid to forensic identification. Journal of Oral and Maxillofacial Pathology 18(1): p 32-35, Jan–Apr 2014.
12. Sam N, Trivandrum Thanappan S, Joseph AP, Baby Amma Raghavan Pillai V, Mony V. Histo-morphologic and gravimetric changes of teeth exposed to high temperatures - An in-vitro study. J Forensic Odontostomatol. 2022 Dec 30; 40(3): 52-61.
13. Yashoda V, Munisekhar MS, Shylaja S, Rao KA, Reddy SK, Muddebihal F, Alam MK. An Ultrastructural Study on the Effect of High Temperatures on Teeth and Restorative Materials That Aids in the Identification of Human Remains. Biomed Res Int. 2021 Jul 1;2021: 6629560.
14. Çarıkçıoğlu B, Misilli T, Deniz Y, Aktaş Ç. Effects of high temperature on dental restorative materials for forensic purposes. Forensic Sci Med Pathol. 2021 Mar; 17(1): 78-86.

3.2 Publicação 2*

Estudo forense das alterações de laminados cerâmicos obtidos através de CAD/CAM submersos em ambiente de água doce

INTRODUÇÃO

As inundações são frequentemente citadas como sendo as mais letais de todas as catástrofes naturais; durante o século XX, as inundações mataram pelo menos oito milhões de pessoas[22,23]. Nesses casos, a busca e resgate das vítimas pode exigir um tempo prolongado devido ao clima local e às condições geográficas[24]. Além disso, os corpos podem estar totalmente ou parcialmente decompostos ou fragmentados, tornando os procedimentos de identificação humana um desafio para as equipes de especialistas forenses.

A durabilidade dos dentes é uma característica que torna os dentistas forenses participantes regulares em investigações forenses. Os dentes podem resistir à maioria dos eventos *post mortem* que podem romper ou alterar outros tecidos corporais. Os dentes são frequentemente os únicos achados que podem ser analisados e, nesses casos, a odontologia forense torna-se o método mais viável, prático, rápido, senão o único método de identificação possível disponível[2,25].

Estudos têm sido realizados com o objetivo de identificar as alterações ocorridas nos materiais dentários quando submetidos a temperaturas elevadas[26,27] ou baixas[19]; mas, até o momento, poucos estudos sobre as mudanças causadas pela água nesses materiais foram realizados. Alterações de cor e outras mudanças macroscópicas e microscópicas quando submetidas a simulações de afogamento podem carregar informações preciosas para estimar o período que os materiais ficaram expostos a tais condições e esses dados terem reflexo na dinâmica forense.

O presente estudo teve como objetivo a análise das alterações de superfície e cor de laminados cerâmicos em uma situação forense que simula afogamento. As hipóteses nulas testadas foram: (1) imersão em ambiente de água doce não possui efeito sobre a estabilidade de cor de laminados cerâmicos e (2) imersão em ambiente

---

* Artigo formatado segundo as normas de publicação do periódico *Journal of Forensic Dental Sciences* para o qual pretende-se submeter.

de água doce não causa alteração na rugosidade de superfície de laminados cerâmicos.

MATERIAIS E MÉTODOS

a. Comissão de ética no uso de animais – CEUA

O projeto foi submetido para apreciação da comissão de ética no uso de animais, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - “Júlio Mesquita Filho”.

b. Ciência do comitê de ética institucional para uso de dentes bovinos

Após ciência do CEUA institucional e levando em consideração a legislação vigente no Brasil acerca do tema, sessenta incisivos inferiores bovinos extraídos, hígidos, com anatomia coronária semelhante, sem trincas e/ou fraturas foram utilizados no estudo.

c. Preparo dos espécimes bovinos

Com o intuito de remover sujidades e tecidos impregnados, os dentes bovinos passaram por inspeção e quando necessário, foram submetidos a raspagem manual e profilaxia com pedra pomes (SS White Artigos Dentários Ltda. – Rio de Janeiro, RJ, BR) e água. Com os dentes limpos, foram realizados cortes com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração de água constante a fim de obtermos espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Estes espécimes passaram por uma etapa final de acabamento utilizando lixas d’água e água.

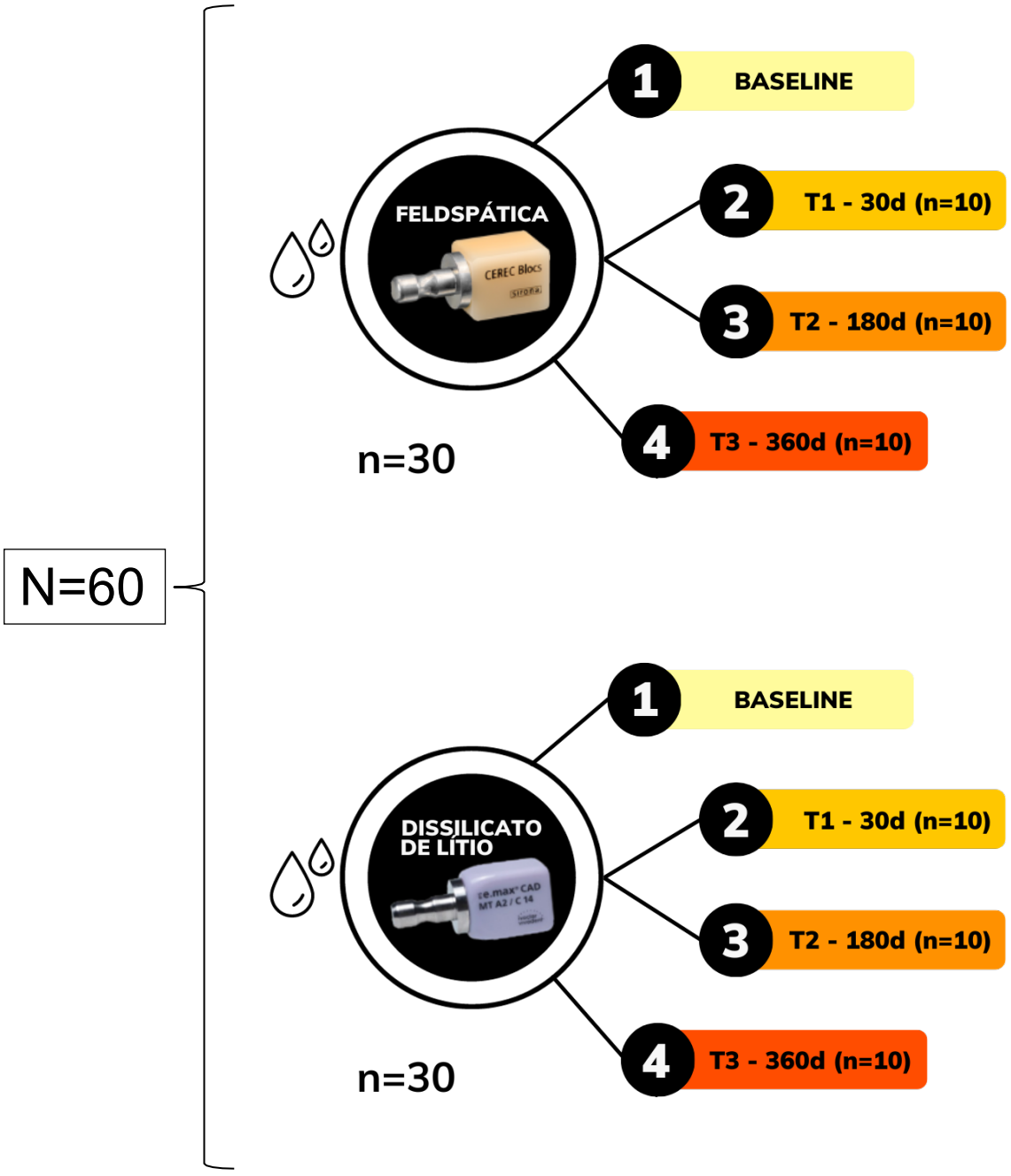


Fonte: Elaboração própria.

d. Grupos experimentais

Os dentes foram alocados aleatoriamente em seis grupos (n=10) de acordo com o tipo de cerâmica e tempo de submersão (dias), como mostra o **Fluxograma 1**. Os materiais utilizados no estudo estão descritos no **Quadro 1**.

Fluxograma 1. Disposição dos grupos em função do tipo de cerâmica e tempo de submersão.



Fonte: Elaboração própria.

Os grupos foram divididos da seguinte forma:

- G1 – Feldspática 30 dias
- G2 – Feldspática 180 dias
- G3 – Feldspática 360 dias
- G4 – Dissilicato de lítio 30 dias
- G5 – Dissilicato de lítio 180 dias
- G6 – Dissilicato de lítio 360 dias

Quadro 1. Materiais que foram utilizados no estudo.

Materiais	**Nomes comerciais**	**Fabricantes**	**Cores**
Cerâmica a base dissilicato de lítio	IPS e.max CAD	Ivoclar Vivadent - Barueri, SP, BR	A3
Cerâmica feldspática	Cerec Blocs	Dentsply Sirona – York, Pensilvânia, EUA	A3
Ácido fluorídrico	Condac Porcelana 10%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Ácido fosfórico	Condac 37 37%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Adesivo	Single Bond Universal	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-
Cimento resinoso convencional	RelyX Ultimate	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	Translúcido
Silano	RelyX Ceramic Primer	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-

Fonte: Elaboração própria.

e. Preparo dos espécimes cerâmicos

Slices de 2mm dos blocos de cerâmica foram obtidos com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob

refrigeração de água constante e depois reduzidos a espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Em seguida a queima indicada para cada cerâmica foi realizada.

f. Tratamento de superfície e cimentação

Com os espécimes cerâmicos obtidos, o condicionamento foi realizado com ácido fluorídrico 10% na superfície interna da peça a ser cimentada pelo tempo indicado pelo fabricante da cerâmica (20s para dissilicato de cálcio e 120s para feldspática). Em seguida, lavagem com água em abundância até a remoção total do produto e em seguida, processo de secagem com jato de ar. Aplicação de ácido fosfórico 37% na peça para remoção de resíduos durante 60s, lavagem e secagem. Na sequência, realizada a aplicação ativa do agente de união silano por 60s, remoção de excessos com leve jato de ar, seguida de aplicação de adesivo com auxílio de microaplicador regular (KG Sorensen – Cotia, SP, BR) por 20s, seguido de leve jato de ar por 5s e fotoativação por 20s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2, que será previamente conferida com auxílio de radiômetro (L.E.D Radiômetro - Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

O cimento resinoso convencional de ativação dual foi manipulado conforme as recomendações do fabricante e a mistura foi aplicada na peça e levada em posição (cimentação corpo de prova cerâmica + corpo de prova bovino, ou **CPlusBov**). Neste momento, fez-se leve pressão na peça com o intuito de assentá-la. Os excessos de cimento foram removidos com pincel previamente à fotoativação. A fotoativação foi realizada nas amostras CPlusBov por 40s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2.

g. Alcance da presa completa do material

Os espécimes foram acomodados em água destilada durante 7 dias e acondicionados em estufa com 100% de umidade relativa a 37°C.

h. Leituras prévias

Após finalização das amostras CPlusBov e descanso em estufa, as análises

dos parâmetros iniciais de interesse foram realizadas (T0 - Baseline - antes da submersão) e novamente após submissão aos tempos de submersão de T1 – 30 dias, T2 – 180 dias e T3 360 dias.

i. Simulação de afogamento

Com o intuito de simular uma condição de afogamento/submersão prolongada, as amostras foram inseridas em pequenas bolsas de tecido (vazadas entre as fibras) e colocadas em uma gaiola do tipo alçapão, acorrentada a um ponto fixo e mergulhada em ambiente de água doce pelos tempos anteriormente mencionados.

j. Estereomicroscopia

Os espécimes foram levados ao estereomicroscópio Leica M80 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) para realização de capturas que possibilitam a visualização macroscópica das alterações da cor e superfície.



Fonte: Elaboração Própria.

k. Estabilidade de cor

As leituras para análise de cor foram realizadas com auxílio de sensor digital de cor (Easyshade Advance 4.0 Vita, Wilcos. Petrópolis, RJ, BR). O padrão de observação simulado pelo equipamento segue o sistema CIE L* a* b* (Commission Internationale de L'Éclairage), definido por uma combinação de coordenadas cartesianas em que um ponto está associado a uma única cor.

A alteração de cor (ΔE) será calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde:

ΔE* = alteração de cor;

ΔL* = diferença de luminosidade (L*), de forma que quanto maiores os valores de L*, maior o brilho da amostra;

Δa* = diferença do eixo a*; de modo que valores positivos para Δa* significam amostras mais vermelhas e valores negativos, mais verdes;

Δb* = diferença do eixo b*; de modo que valores positivos para Δb* significam amostras mais amareladas e valores negativos mais azuis.

Sendo:

$\Delta L^* = L^*_f - L^*_i$; $\Delta a^* = a^*_f - a^*_i$; $\Delta b^* = b^*_f - b^*_i$, onde L^*_i, a^*_i e b^*_i são referidos como a medição de cor inicial e L^*_f, a^*_f e b^*_f como a medição de cor final. [19]



Fonte: Próprio autor.

I. Rugosidade de superfície

Para analisar o desvio de forma microgeométrico gerado através da exposição à situação forense, foi utilizado um rugosímetro digital portátil (SJ-400 – Mitutoyo Coporation, Kawasaki-shi, Kanagawa, Japan).

A ativação da agulha de leitura manual foi feita e uma distância de 0,3 mm foi

percorrida. A agulha foi movida em apenas uma única direção na superfície da amostra e três leituras foram obtidas em diferentes posições da superfície. A média dessas três leituras foi considerada como a rugosidade superficial (Ra).

A alteração da rugosidade superficial (ΔRa) foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta Ra = Ra_f - Ra_i$$

Onde:

Ra_i é a medição de rugosidade inicial e Ra_f a medição de rugosidade final.[20]

m. Análise estatística

Os dados foram devidamente tabulados e inseridos no programa estatístico IBM® SPSS Statistics® versão 25.0 para IOs. Neste estudo, temos duas variáveis dependentes (estabilidade de cor e rugosidade de superfície) e duas variáveis independentes que influenciam ou poderiam influenciar no desfecho (tipo de cerâmica e tempo). Cada variável dependente foi analisada isoladamente juntamente com as independentes. Tanto para análise da estabilidade de cor quanto para rugosidade de superfície, os pressupostos de normalidade foram verificados através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade dos dados através do teste f (teste de Levene) e demonstraram ser anormais e heterogêneos. O teste de Kruskal-Wallis foi realizado e rejeitou a hipótese nula de que a imersão em ambiente de água doce não possui efeito sobre a estabilidade de cor de laminados cerâmicos.

RESULTADOS

Os dados apresentados à seguir tratam-se apenas dos grupos G1, G3, G4 e G5. As amostras com a acompanhamento de 180 dias infelizmente foram perdidas devido a condições inerentes do ambiente que foram submetidas. Portanto, nos gráficos abaixo os grupos estão identificados como:

- G1 – Feldspática 30 dias
- G2 – Feldspática 360 dias
- G3 – Dissilicato de lítio 30 dias
- G4 – Dissilicato de lítio 360 dias

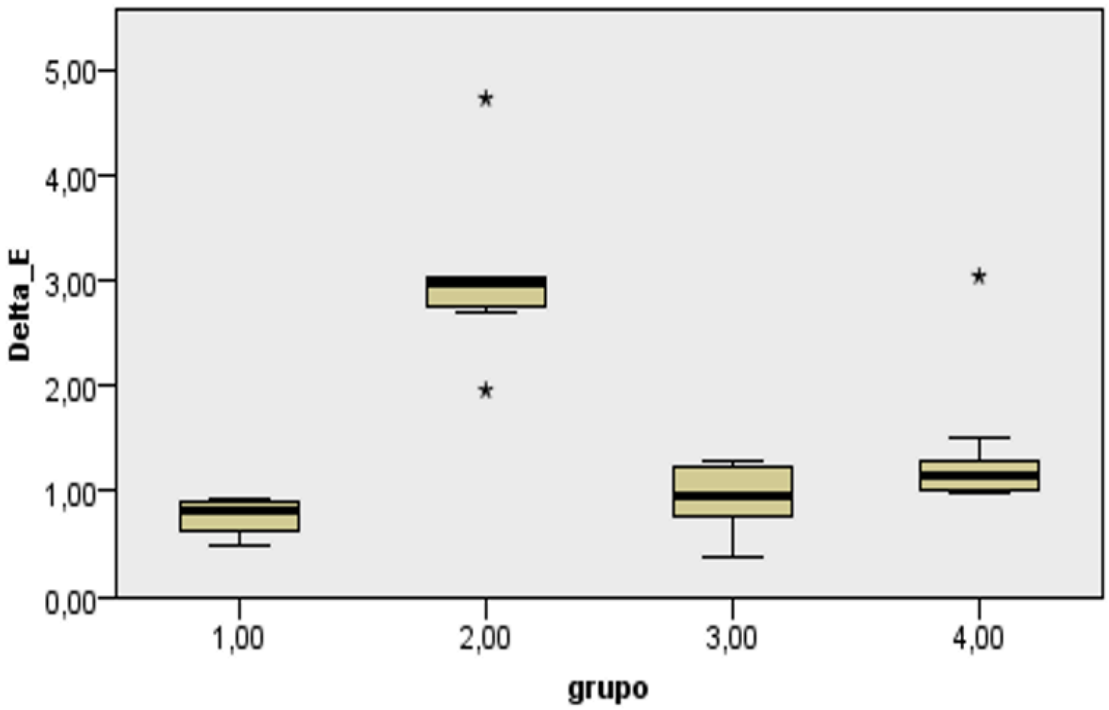
Características macroscópicas

Tanto para análise de cor quanto para rugosidade de superfície, não foi possível observar alterações macroscópicas em nenhum dos grupos analisados.

Estabilidade de cor

Houve diferença estatística com relação ao tipo da cerâmica e tempos de submersão. Em G2, utilizando cerâmica feldspática e submergindo por 360 dias, percebemos uma maior alteração de cor.

Gráfico 1. Representação gráfica da alteração de cor (△E) das amostras em função da cerâmica e da submersão prolongada em ambiente de água doce.

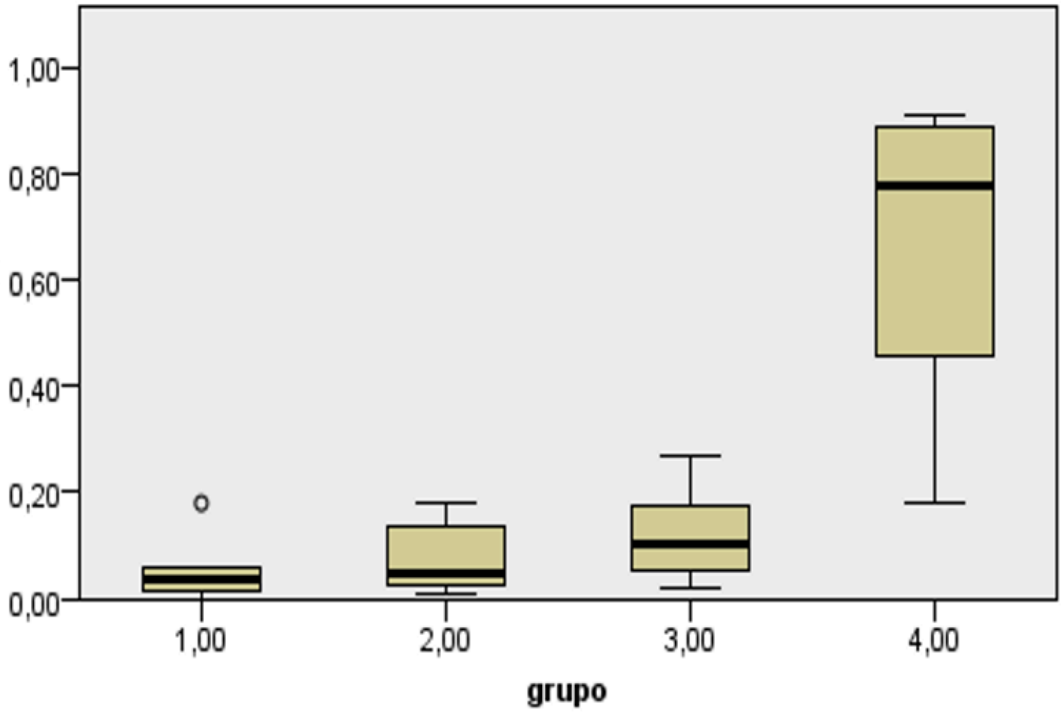


Fonte: Elaborado pelo autor.

Rugosidade de superfície

Houve diferença estatística com relação ao tipo da cerâmica e tempos de submersão. Em G4, utilizando cerâmica de dissilicato de lítio e submergindo em ambiente de água doce por 360 dias, percebemos uma maior alteração na rugosidade de superfície.

Gráfico 2. Representação gráfica da rugosidade de superfície (△Ra) das amostras em função da cerâmica e da submersão prolongada em ambiente de água doce.



Fonte: Elaborado pelo autor.

DISCUSSÃO

A alteração de cor verificada quando do uso de cerâmica feldspática submersas em água doce por longo, pode ser explicada pelo falto de haver quantidades consideráveis de K_2O (óxido de potássio) na composição deste tipo de cerâmica, assim como outros compostos solúveis, que expostos, podem contribuir para a alteração de cor.

Em um estudo realizado por Moura et al. (2024)[1], avaliando as propriedades

mecânicas dos materiais protéticos dentários para correlacionar o tempo de submersão em ambiente de mangue (água salobra), que próteses de zircônia foram mais resistentes à degradação quando submersas em ambiente de manguezal em comparação às de resina acrílica.

Em um estudo recente[2], utilizando a imersão em ambiente marinho, materiais como restaurações de amálgama apresentaram aumento significativo na rugosidade superficial quando submetidas por um período de um e três meses neste ambiente. Já as restaurações de resina composta tiveram mostraram uma diferença estatística na rugosidade superficial e na microdureza Knoop. O cimento de ionômero de vidro apresentou aumento significativo na rugosidade superficial. Esses resultados, ainda que em ambientes diferentes, nos mostram que ocorrem alterações nas propriedades físicas dos materiais dependendo do tempo de imersão utilizada.

De Freitas Vincenti et al.[3] avaliaram o efeito da terra e da água na estabilidade da cor de materiais restauradores dentários na cor dos dentes: resina composta (CR) e cimento de ionômero de vidro (GIC) e concluíram que o tempo de submersão altera a cor dos materiais restauradores da cor do dente. Outras análises podem nos ajudar a perceber que existe diferença multinível quando materiais odontológicos são submetidos à situações forenses do tipo submersão prolongada[4].

Com este estudo, tornou-se evidente a lacuna literária sobre as alterações ocorridos em materiais restauradores em ambiente aquático (tanto de água doce, quanto de água salgada).

CONCLUSÃO

Levando em consideração as limitações inerentes deste tipo de estudo e a dificuldade da padronização do ambiente forense ideal, podemos concluir que a depender do tipo de cerâmica e do tempo de submersão, é possível observar um efeito/alteração na cor e na rugosidade de superfície quando laminados cerâmicos são imersos por tempo prolongado em ambiente de água doce.

REFERÊNCIAS

1. de Moura AO, Dos Santos Passos A, de Moraes Correira A, Oliveira PMC, de Barros Silva PG, Rolim JPML, Bezerra TP. Forensic study of the mechanical properties of prosthetic materials: submersion in mangrove environment - A pilot study. Forensic Sci Int. 2024 Jun 13; 361: 112109.
2. Salema CFBA, Silva PGB, Oliveira PMDC, Sousa FB, Silva RHAD, Silva LVD, Bezerra TP. Forensic study of mechanical properties of dental fillings after immersion in marine environment. Forensic Sci Int. 2020 Aug; 313: 110362.
3. de Freitas Vincenti SA, Biancalana RC, Alves da Silva RH, De Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Colour stability of dental restorative materials submitted to conditions of burial and drowning, for forensic purposes. J Forensic Odontostomatol. 2018 Dec 1; 36(2): 20-30.
4. Oliveira Fernandes AP, Jacometti BV, de Carvalho Panzeri Pires de Souza F, Alves da Silva RH. Radiographic changes in endodontically treated teeth submitted to drowning and burial simulations: is it a useful tool in forensic investigation? J Forensic Odontostomatol. 2021 Apr 30; 39(1): 9-15.
5. Ishikawa N, Nakamura Y, Kitamura K, Kuroda H, Ono K, Hashimoto M. A method for estimating time since death through analysis of substances deposited on the surface of dental enamel in a body immersed in freshwater. J Forensic Leg Med. 2022 Nov; 92: 102447.
6. Selvan CT, Malkovskiy AV, Vijayaraghavan R, Babu GR, Senthilkumar S. New insights into odontological exploration of drowning using rat model - A pilot study. J Forensic Odontostomatol. 2019 May 1; 37(1): 51-62.
7. Ishikawa N, Miake Y, Kitamura K, Yamamoto H. A new method for estimating time since death by analysis of substances deposited on the surface of dental enamel in a body immersed in seawater. Int J Legal Med. 2019 Sep; 133(5): 1421-1427.

3.3 Publicação 3*

Estudo forense das alterações de laminados cerâmicos obtidos através de CAD/CAM submetidos a condições de inumação

INTRODUÇÃO

A importância dos dentes para a identificação humana deve-se à sua composição altamente mineralizada, o que os torna resistentes às influências do meio externo. Eles não são alterados pela decomposição *post mortem* e geralmente resistem a chamas, álcalis (substâncias que ao se dissociarem, liberam a hidroxila OH^-) ou mesmo a ácidos fracos[13]. Nos casos de descoberta tardia de um corpo, não é possível estimar o tempo da morte por análises como resfriamento do corpo, rigidez cadavérica ou hipóstase, por exemplo. Porém, o estudo das propriedades físicas e mecânicas dos materiais é relevante para distinguí-los e, portanto, para auxiliar no procedimento de identificação das vítimas[19,22].

Um estudo recente[22] que teve como objetivo avaliar o efeito da inumação na estabilidade da cor de materiais restauradores dentários na cor dos dentes (resina composta e cimento de ionômero de vidro), concluiu que o sepultamento produz alterações na cor dos materiais restauradores odontológicos da cor do dente, contribuindo para a odontologia forense nos procedimentos de identificação humana, dependendo do período que a vítima foi submetida a essas condições.

Neste contexto, torna-se imprescindível a realização de um estudo experimental com o objetivo de explorar mais sobre outros materiais restauradores sujeitos a situações forenses, com o intuito de melhorar a base de conhecimento sobre as alterações que estes materiais sofrem quando expostos ao efeito da terra. Assim, este estudo poderá contribuir para os procedimentos de identificação humana de equipes de odontologia forense envolvidas em casos de Identificação de Vítimas de Desastre (DVI).

O presente estudo teve como objetivo analisar as alterações de superfície e cor de laminados cerâmicos em uma situação forense que simula inumação. As hipóteses

---

* Artigo formatado segundo as normas de publicação do periódico *Journal of Forensic Dental Sciences* para o qual pretende-se submeter.

nulas testadas foram: (1) condições de inumação não possuem efeito sobre a estabilidade de cor de laminados cerâmicos e (2) condições de inumação não causam alterações na rugosidade de superfície.

MATERIAIS E MÉTODOS

a. Comissão de ética no uso de animais – CEUA

O projeto foi submetido para apreciação da comissão de ética no uso de animais, da Faculdade de Odontologia de Araraquara, da Universidade Estadual Paulista - “Júlio Mesquita Filho”.

b. Ciência do comitê de ética institucional para uso de dentes bovinos

Após ciência do CEUA institucional e levando em consideração a legislação vigente no Brasil acerca do tema, oitenta incisivos inferiores bovinos extraídos, hígidos, com anatomia coronária semelhante, sem trincas e/ou fraturas serão utilizados no estudo.

c. Preparo dos espécimes bovinos

Com o intuito de remover sujidades e tecidos impregnados, os dentes bovinos passaram por inspeção e quando houve necessidade, foram submetidos a raspagem manual e profilaxia com pedra pomes (SS White Artigos Dentários Ltda. – Rio de Janeiro, RJ, BR) e água. Com os dentes limpos, foram realizados cortes com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração de água constante a fim de obtermos espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Estes espécimes passaram por uma etapa final de acabamento utilizando lixas d’água e água.

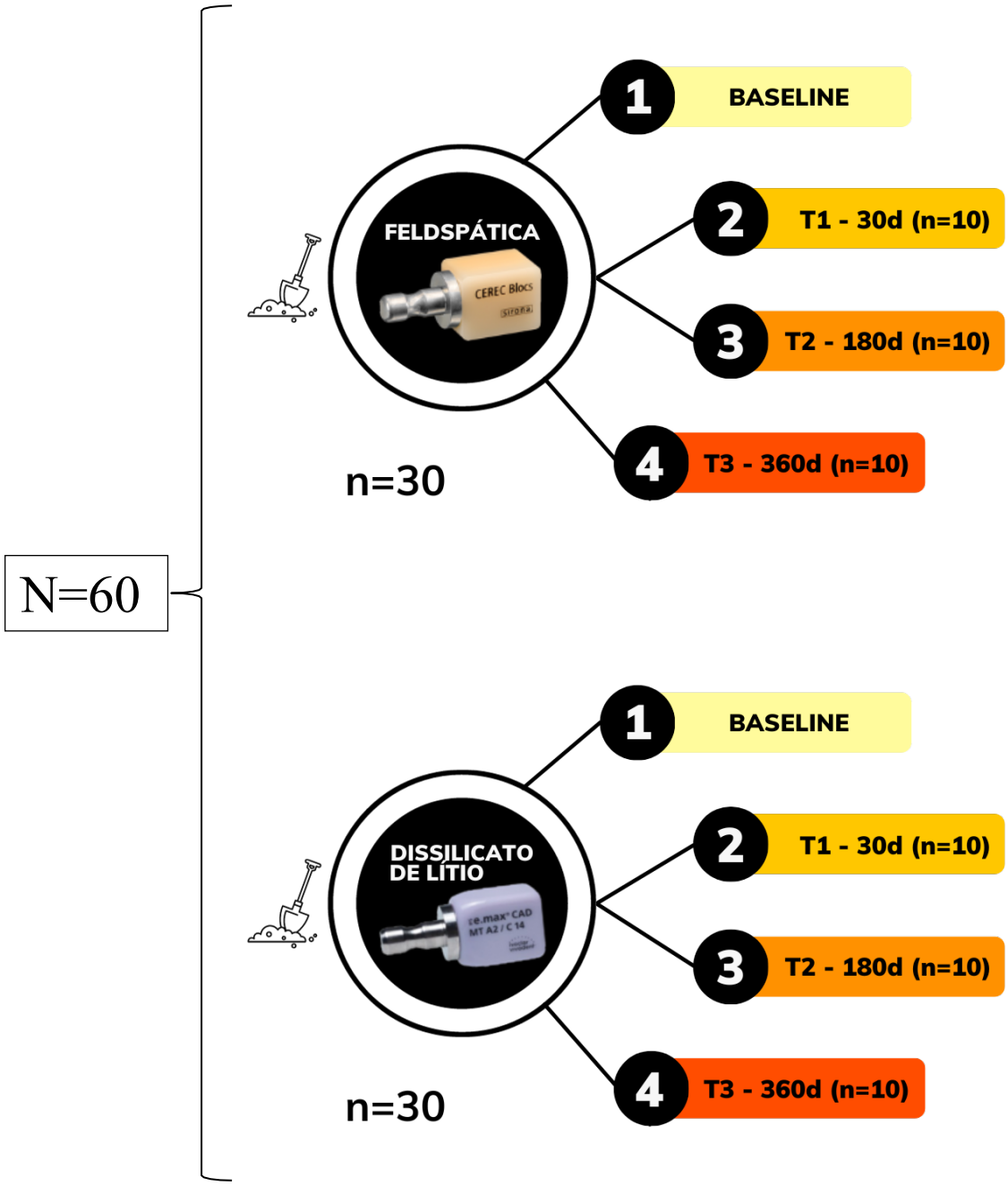


Fonte: Elaboração própria.

d. Grupos experimentais

Os dentes foram alocados aleatoriamente em seis grupos (n=10) de acordo com o tipo de cerâmica e tempo de inumação (dias), como mostra o Fluxograma 1. Os materiais utilizados no estudo estão descritos no Quadro 1.

Fluxograma 1. Disposição dos grupos em função do tipo de cerâmica e tempo de submersão.



Fonte: Elaboração própria.

Os grupos foram divididos da seguinte forma:

- G1 – Feldspática 30 dias
- G2 – Feldspática 180 dias
- G3 – Feldspática 360 dias
- G4 – Dissilicato de lítio 30 dias
- G5 – Dissilicato de lítio 180 dias
- G6 – Dissilicato de lítio 360 dias

Quadro 1. Materiais que serão utilizados no estudo.

Materiais	**Nomes comerciais**	**Fabricantes**	**Cores**
Cerâmica a base dissilicato de lítio	IPS e.max CAD	Ivoclar Vivadent - Barueri, SP, BR	A2
Cerâmica feldspática	Cerec Blocs	Dentsply Sirona – York, Pensilvânia, EUA	A2
Ácido fluorídrico	Condac Porcelana 10%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Ácido fosfórico	Condac 37 37%	FGM Produtos Odontológicos – Joinville, SC, BR	-
Adesivo	Single Bond Universal	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-
Cimento resinoso convencional	RelyX Ultimate	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	Translúcido
Silano	RelyX Ceramic Primer	3M ESPE – St Louis, MN, EUA	-

Fonte: Elaboração própria.

e. Preparo dos espécimes cerâmicos

Slices de 2mm dos blocos de cerâmica foram obtidos com auxílio de uma máquina de corte de tecidos duros (Isomet 110; Buehler, Lake Bluff, IL, EUA), sob refrigeração de água constante e depois reduzidos a espécimes com dimensões de 0,5 x 0,5 x 0,3 cm (comprimento x largura x espessura). Em seguida, os espécimes foram submersos em ambiente de água doce e removidos ao final da contagem do número de dias previamente definido.

f. Tratamento de superfície e cimentação

Com os espécimes cerâmicos obtidos, o condicionamento foi realizado com ácido fluorídrico 10% na superfície interna da peça a ser cimentada pelo tempo indicado pelo fabricante da cerâmica (20s para dissilicato de cálcio e 120s para feldspática). Em seguida, lavagem com água em abundância até a remoção total do produto e em seguida, processo de secagem com jato de ar. Aplicação de ácido fosfórico 37% na peça para remoção de resíduos durante 60s, lavagem e secagem. Na sequência, realizada a aplicação ativa do agente de união silano por 60s, remoção de excessos com leve jato de ar, seguida de aplicação de adesivo com auxílio de microaplicador regular (KG Sorensen – Cotia, SP, BR) por 20s, seguido de leve jato de ar por 5s e fotoativação por 20s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2, que será previamente conferida com auxílio de radiômetro (L.E.D Radiômetro - Kerr Corporation, Orange, CA, EUA).

O cimento resinoso convencional de ativação dual foi manipulado conforme as recomendações do fabricante e a mistura foi aplicada na peça e levada em posição (cimentação corpo de prova cerâmica + corpo de prova bovino, ou **CPlusBov**). Neste momento, fez-se leve pressão na peça com o intuito de assentá-la. Os excessos de cimento foram removidos com pincel previamente à fotoativação. A fotoativação foi realizada nas amostras CPlusBov por 40s utilizando um dispositivo LED (Bluephase; Ivoclar Vivadent, Barueri, SP, BR) emitindo uma irradiação de 1.200 mW/cm^2.

g. Alcance da presa completa do material

Os espécimes foram acomodados em água destilada durante 7 dias e

acondicionados em estufa com 100% de umidade relativa a 37°C.

h. Leituras prévias

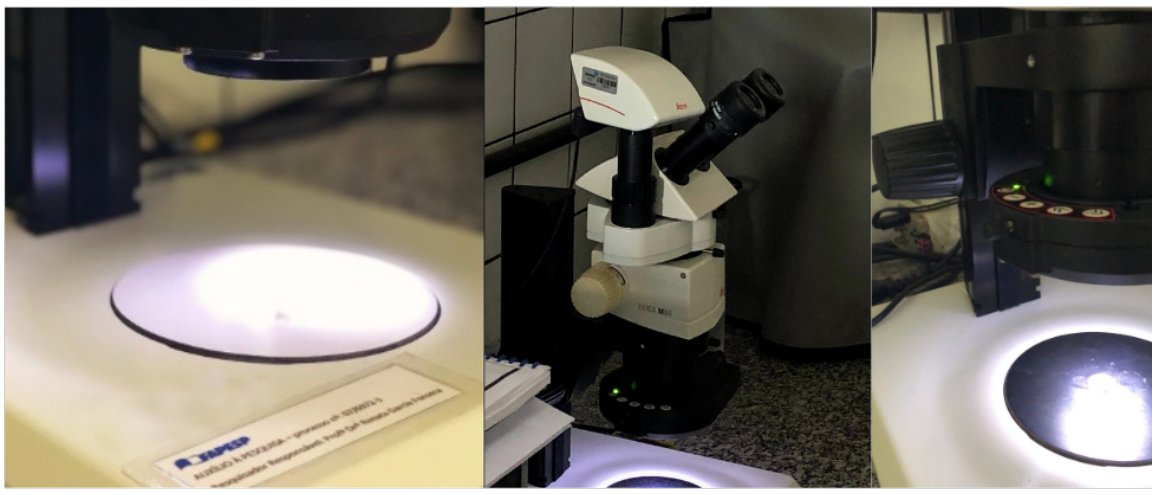
Após finalização das amostras CPlusBov e descanso em estufa, as análises dos parâmetros iniciais de interesse foram realizadas (T0 - baseline - antes da inumação) e novamente após submissão aos tempos T1 – 30 dias, T2 – 180 dias e T3 - 360 dias.

i. Simulação de inumação

Com o intuito de simular uma condição de inumação, as amostras foram inseridas em uma bolsa de nylon (com fibras espaçadas) e colocadas em uma escavação com profundidade de um metro.

j. Estereomicroscopia

Os espécimes foram levados ao estereomicroscópio Leica M80 (Leica Microsystems, Wetzlar, Germany) para realização de capturas que possibilitam a visualização macroscópica das alterações da cor e superfície.



Fonte: Elaboração Própria.

k. Estabilidade de cor

As leituras para análise de cor foram realizadas com auxílio de sensor digital de cor (Easyshade Advance 4.0 Vita, Wilcos. Petrópolis, RJ, BR). O padrão de

observação simulado pelo equipamento segue o sistema CIE L* a* b* (Commission Internationale de L'Éclairage), definido por uma combinação de coordenadas cartesianas em que um ponto está associado a uma única cor.
A alteração de cor (ΔE) será calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

Onde:
ΔE* = alteração de cor;
ΔL* = diferença de luminosidade (L*), de forma que quanto maiores os valores de L*, maior o brilho da amostra;
Δa* = diferença do eixo a*; de modo que valores positivos para Δa* significam amostras mais vermelhas e valores negativos, mais verdes;
Δb* = diferença do eixo b*; de modo que valores positivos para Δb* significam amostras mais amareladas e valores negativos mais azuis.
Sendo:
$\Delta L^* = L^*_f - L^*_i$; $\Delta a^* = a^*_f - a^*_i$; $\Delta b^* = b^*_f - b^*_i$, onde L^*_i, a^*_i e b^*_i são referidos como a medição de cor inicial e L^*_f, a^*_f e b^*_f como a medição de cor final. [19]



Fonte: Próprio autor.

I. Rugosidade de superfície

Para analisar o desvio de forma microgeométrico gerado através da exposição

à situação forense, foi utilizado um rugosímetro digital portátil (SJ-400 – Mitutoyo Coporation, Kawasaki-shi, Kanagawa, Japan). A ativação da agulha de leitura manual foi feita e uma distância de 0,3 mm foi percorrida. A agulha foi movida em apenas uma única direção na superfície da amostra e três leituras foram obtidas em diferentes posições da superfície. A média dessas três leituras foi considerada como a rugosidade superficial (Ra).

A alteração da rugosidade superficial (ΔRa) foi calculada de acordo com a fórmula:

$$\Delta Ra = Ra_f - Ra_i$$

Onde:

Ra_i é a medição de rugosidade inicial e Ra_f a medição de rugosidade final.[20]

m. Análise estatística

Os dados foram devidamente tabulados e inseridos no programa estatístico IBM® SPSS Statistics® versão 25.0 para IOs. Neste estudo, temos duas variáveis dependentes (estabilidade de cor e rugosidade de superfície) e duas variáveis independentes que influenciam ou poderiam influenciar no desfecho (tipo de cerâmica e tempo). Cada variável dependente foi analisada isoladamente juntamente com as independentes. Tanto para análise da estabilidade de cor quanto para rugosidade de superfície, os pressupostos de normalidade foram verificados através do teste de Shapiro-Wilk e a homocedasticidade dos dados através do teste f (teste de Levene) e demonstraram ser anormais e heterogêneos. O teste de Kruskal-Wallis foi realizado e rejeitou a hipótese nula de que condições de inumação não possuem efeito sobre a estabilidade de cor de laminados cerâmicos.

RESULTADOS

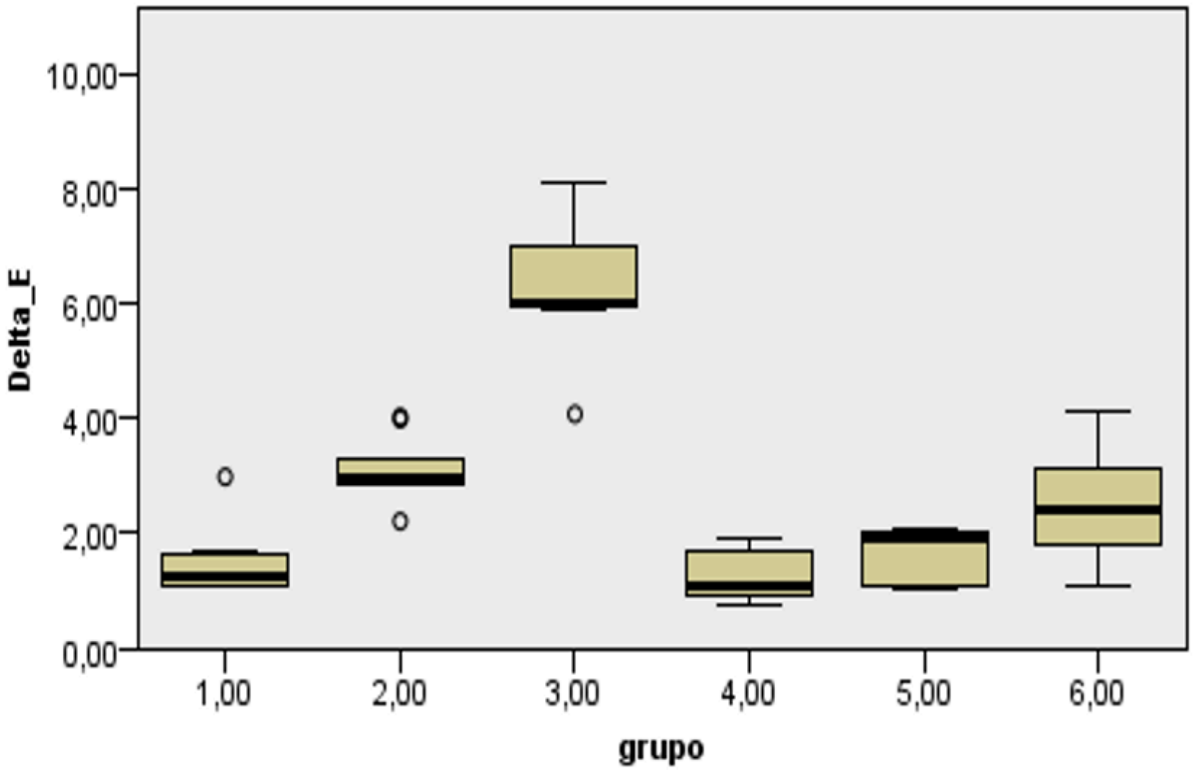
Características macroscópicas

Tanto para análise de cor quanto para rugosidade de superfície, foi possível observar alterações macroscópicas apenas nos grupos onde o tempo de inumação foi maior que 360 dias. (Gráfico 1)

Estabilidade de cor

No grupo (G3) onde a cerâmica feldspática foi utilizada e a inumação ocorreu em 360 dias houve uma maior alteração de cor em comparação aos demais grupos. Além disso, o G2 apresentou diferença estatística quando comparado ao G4.

Gráfico 1. Representação gráfica da alteração de cor (△E) das amostras em função do tipo de cerâmica e do tempo de inumação.

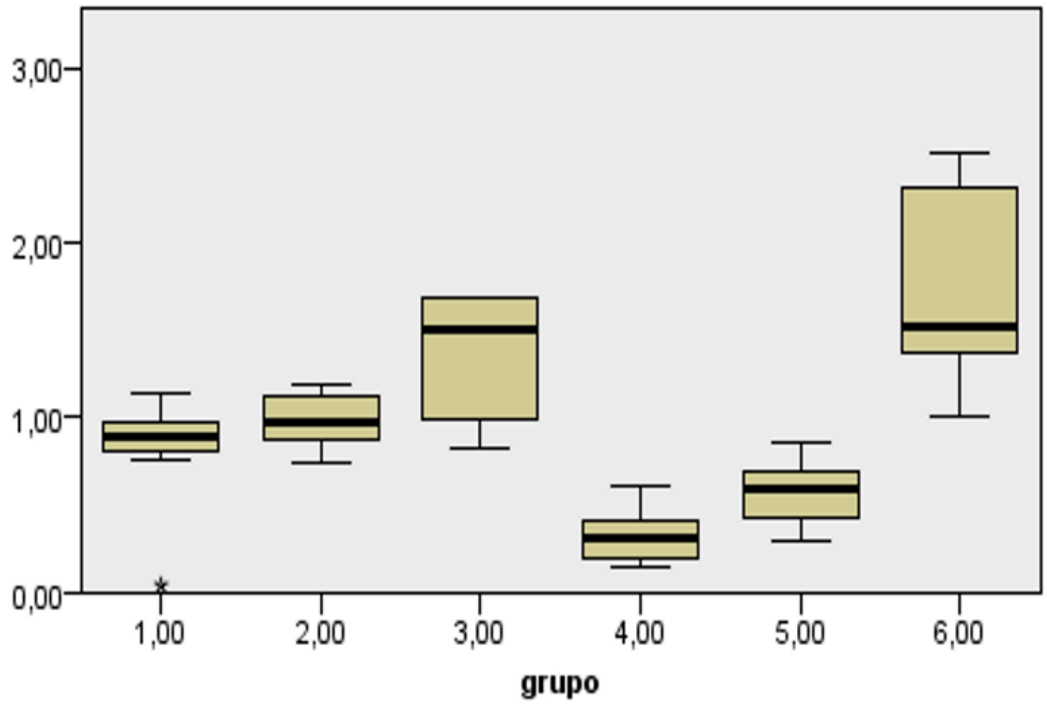


Fonte: Elaboração própria.

Rugosidade de superfície

De acordo com o Gráfico 2, nos grupos onde a cerâmica feldspática foi utilizada, independente do tempo de inumação, apresentam maiores alterações na rugosidade de superfície que os demais. A exceção a essa afimação é o G6 que apresentou alterações semelhantes aos grupos G1, G2 e G3.

Gráfico 2. Representação gráfica da rugosidade de superfície (△Ra) das amostras em função do tipo de cerâmica e do tempo de inumação.



Fonte: Elaboração própria.

DISCUSSÃO

Eventos catastróficos ou adversos podem resultar na dispersão de vítimas em diferentes cenários como ambientes com temperaturas extremas, soterramentos, incêndios, dentre outras[1]. Estas situações podem agir sobre diferentes materiais odontológicos e, pensando nisso, estudos observaram alterações em diversos materiais restauradores submetidos a condições tão extremas, como a coloração e estabilidade de cor de diferentes compósitos submetidos a altas[2] ou baixas[3] temperaturas. Tais condições extremas e alterações também são possíveis de verificar neste estudo, visto que o tempo de submissão prolongado e o contato das amostras como solo nos mostrou em alguns casos, a alteração nos valores tanto de cor quanto de rugosidade.

Um estudo realizado em 2021[4] analisou imagens radiográficas de tratamento endodônticos em dentes submetidos à simulação de inumação com o objetivo de verificar a viabilidade, aplicabilidade e utilidade na área forense e, como conclusão, não houve alteração na radiopacidade das amostras quando avaliadas antes e após

90 dias, diferente do encontrado neste estudo, onde foi possível observar uma alteração significativa. A falta de visualização dessa alteração, pode ser justificada pela quantidade de dias que as amostras foram submetidas, o tamanho da amostra e a metodologia proposta pode não ter sido sensível para capturar a alteração.

Um estudo avaliando o comportamento de materiais restauradores em ambiente de mangue com manutenção de 1, 3 e 6 meses, encontrou alterações significativas na cor de resinas compostas. Entretanto, não houve alteração na rugosidade de superfície[5]. A situação forense e suas características podem interferir diretamente nestes achados, visto que o ambiente de mangue além de possuir alta salinidade e acidez extrema, também possui variações de pH[6].

Os resultados mostram que a mudança de cor (ΔE) e a rugosidade de superfície (ΔE) é dependente do tempo, ou seja, quanto mais tempo de atuação do agente, maior será o potencial de discriminação dos materiais, a partir de 12 meses, e das características do material utilizado.

Adicionalmente, a busca na literatura tornou evidente a lacuna literária sobre as alterações ocorridas na cor, rugosidade de superfície e demais alterações mensuráveis quando materiais odontológicos restauradores são submetidos a condições de inumação. Esta lacuna reforça a necessidade do delineamento e execução de novos estudos com o objetivo de explorar dados úteis e confiáveis que possam dar subsídio para as ciências forenses estimarem intervalos de tempo de inumação em diferentes condições e diferenciar a que tipo de ambiente foi exposto ou colocado.

CONCLUSÃO

Levando em consideração as limitações inerentes deste tipo de estudo e a dificuldade da padronização do ambiente forense ideal, podemos concluir que maiores tempos de inumação alteram a cor da cerâmica feldspática, enquanto para as amostras utilizando dissilicato de lítio não houve diferença estatística. Com relação a rugosidade de superfície, maiores tempos de inumação alteram a rugosidade de superfície em abas as cerâmicas.

REFERÊNCIAS

1. Blau S, Briggs CA. The role of forensic anthropology in Disaster Victim Identification (DVI). Forensic Sci Int. 2011;205(1):29e35.
2. Biancalana RC, Vincenti SAF, Silva RHA, Souza FCPP. Color Stability of Dental Restorative Materials Submitted to Heat Sources, for Forensic Purposes. J Forensic Sci. 2017;62(2):355–60.
3. Biancalana RC, Vincenti SAF, Silva RHA, Souza FCPP. Color stability of dental restorative materials submitted to cold temperatures for forensic purposes. J Forensic Leg Med. 2017;51:63–8.
4. Oliveira Fernandes AP, Jacometti BV, de Carvalho Panzeri Pires de Souza F, Alves da Silva RH. Radiographic changes in endodontically treated teeth submitted to drowning and burial simulations: is it a useful tool in forensic investigation?. J Forensic Odontostomatol. 2021 Apr 30;39(1):9-15.
5. de Almeida Salema CFB, de Barros Silva PG, da Costa Oliveira PM, Lima JPM, da Silva RHA, Nobre TFG, Bezerra TP. Forensic study of mechanical properties of dental restoration after burial in mangrove environment. Forensic Sci Int. 2020 Mar; 308: 110166.
6. Valinoti AC, Neves BG, da Silva EM, Maia LC. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. J Appl Oral Sci. 2008 Jul-Aug; 16(4): 257-65.

4 CONCLUSÃO

É possível concluir que, e levando em consideração as limitações inerentes de um estudo *in vitro* e da dificuldade em alcançar a simulação ideal do ambiente forense, que só é possível perceber alterações na cor e na rugosidade nas três situações forenses investigadas, quando:

- Submetidas a situações de queima intensa e constante acima de 1200ºC;
- Submetidas a submersão prolongada em ambiente de água doce por, no mínimo, 360 dias;
- Inumadas por, no mínimo, 360 dias.

REFERÊNCIAS*

1. Smitha T, Sheethal HS, Hema KN, Franklin R. Forensic odontology as a humanitarian tool. J Oral Maxillofac Pathol. 2019; 23(1): 164.

2. Black S, Sunderland G, Hackman L, Mallett X, Ed. Disaster Victim Identification: experience and practice. Boca Raton: CRC Press; 2011.

3. Interpol. Disaster Victim Identification: Annexure 08: Methods of identification Lyon: Interpol; 2023 [acesso em 27 jun. 2024]. Disponível em: https://www.interpol.int/en/How-we-work/Forensics/Disaster-Victim-Identification-DVI.

4. Hinchliffe J. Forensic odontology, part 2: Major disasters. Br Dent J. 2011; 210(6): 269–74.

5. Hinchliffe J. Forensic odontology, part 1: Dental identification. Br Dent J. 2011; 210(5): 219–24.

6. Araujo LG, Biancalana R, Terada A, Paranhos L, Machado C, Silva R. A identificação humana de vítimas de desastres em massa: a importância e o papel da Odontologia Legal. Rev da Fac Odontol - UPF. 2014; 18(2): 224–9.

7. Yassini E, Mirzaei M, Alimi A, Rahaeifard M. Investigation of the fatigue behavior of adhesive bonding of the lithium disilicate glass ceramic with three resin cements using rotating fatigue method. J Mech Behav Biomed Mater. 2016; 61: 62–9.

8. Alsadon O, Patrick D, Johnson A, Pollington S, Wood D. Fracture resistance of zirconia-composite veneered crowns in comparison with zirconia-porcelain crowns. Dent Mater J. 2017; 36(3): 289–95.

9. Spitznagel FA, Boldt J, Gierthmuehlen PC. CAD/CAM ceramic restorative materials for natural teeth. J Dent Res. 2018; 97(10): 1082–91.

10. da Silva RF, Chaves P, Paranhos LR, Lenza MA, Daruge E. Use of orthodontic records in human identification. Dent Press J Orthod. 2011; 16(2): 52–7.

11. Moharil R, Dive A, Thakur S, Bodhade A, Dhobley A, Bagdey S. Effect of various temperatures on restored and unrestored teeth: a forensic study. J Forensic Dent Sci. 2014; 6(1): 62.

12. Rubio L, Sioli JM, Suarez J, Gaitan MJ, Martin-de-las-Heras S. Spectrophotometric analysis of color changes in teeth incinerated at increasing temperatures. Forensic Sci Int. 252: 193.e1-193.e6.

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

13. Reesu GV, Augustine J, Urs AB. Forensic considerations when dealing with incinerated human dental remains. J Forensic Leg Med. 2015; 29:13–7.

14. Bonetti CDS, Bachur ACT, Pires-De-Souza FDCP, Oliveira-Santos C De, Silva RHAD. Photographic, radiographic, and microscopic assessment of dental implants after simulated heating, burial, and immersion in water. J Stomatol. 2020; 73(3): 118–22.

15. González-Colmenares G, Calvo-Díaz L, Nastul-Enríquez M, Bertel-Ruíz MM, Garzón-Ramírez I, Rojas-Sánchez MP et al. Effect of high temperatures on teeth fixed with an orthodontic bracket: an in vitro study. Forensic Sci Int. 2020; 308: 18–23.

16. Vandrangi SK, Radhika MB, Paremala K, Reshma V, Sudhakara M, Hosthor SS. Adjunctive role of dental restorations in personal identification of burnt victims. J Oral Maxillofac Pathol. 20(1): 154–61.

17. Bose RS, Mohan B, Lakshminarayanan L. Effects of elevated temperatures on various restorative materials: an in vitro study. Indian J Dent Res. 2005; 16(2): 56–60.

18. Merlati G, Danesino P, Savio C, Fassina G, Osculati A, Menghini P. Observations on dental prostheses and restorations subjected to high temperatures: experimental studies to aid identification processes. J Forensic Odontostomatol. 2002; 20(2): 17–24.

19. Biancalana RC, Freitas Vincenti SA, Alves da Silva RH, Carvalho Panzeri Pires-de-Souza F. Color stability of dental restorative materials submitted to cold temperatures for forensic purposes. J Forensic Leg Med. 2017; 51: 63–8.

20. Roselino LDMR, Cruvinel DR, Chinelatti MA, Pires-De-Souza FDCP. Effect of brushing and accelerated ageing on color stability and surface roughness of composites. J Dent. 2013; 41(Suppl.5): 2–9.

21. Salema CFBA, Silva PGB, Oliveira PMC, Lima JPM, Silva RHA, Nobre TFG et al. Forensic study of mechanical properties of dental restoration after burial in mangrove environment. Forensic Sci Int. 2020; 308: 110166.

22. Vincenti SA de F, Biancalana RC, Silva RHA da, Pires-de-Souza FDCP. Colour stability of dental restorative materials submitted to conditions of burial and drowning, for forensic purposes. J Forensic Odontostomatol. 2018; 36(2): 20– 30.

23. Jonkman SN, Kelman I. An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths. Disasters. 2005; 29(1): 75–97.

24. de Boer HH, Blau S, Delabarde T, Hackman L. The role of forensic anthropology in disaster victim identification (DVI): recent developments and future prospects. Forensic Sci Res. 2019; 4(4): 303–15.

25. Pittayapat P, Jacobs R, De Valck E, Vandermeulen D, Willems G. Forensic odontology in the disaster victim identification process. J Forensic Odontostomatol. 2012; 30(1): 1–12.

26. Lozano-Peral D, Arango-Díaz A, Martín-de-las-Heras S, Rubio L. Thermogravimetric analysis of teeth for forensic purposes. J Therm Anal Calorim. 2020; 139(2): 1121–9.

27. Pol C, Ghige S, Gosavi S, Hazarey V. Effects of elevated temperatures on different restorative materials: an aid to forensic identification processes. J Forensic Dent Sci. 2015; 7(2): 148.

ANEXO A – COMPROVAÇÃO DE RESPOSTA DO COMITÊ DE ÉTICA - CEUA

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Araraquara

FACULDADE DE ODONTOLOGIA

Declaração

De acordo com os preceitos da Lei nº 11.794, de 8 de outubro de 2008, do Decreto nº 6.899, de 15 de julho de 2009, e com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), RESOLUÇÃO NORMATIVA N 30, DE 2 DE FEVEREIRO DE 2016, que baixa a Diretriz Brasileira para o Cuidado e a Utilização de Animais em Atividades de Ensino ou de Pesquisa Científica – DBCA, seção VI -RESPONSABILIDADES DOS PESQUISADORES E PROFESSORES, item 6.1.10, quando o material não for oriundo de uma atividade de ensino ou de pesquisa científica, por exemplo, cadáveres ou parte deles oriundos das atividades de matadouros, frigoríficos, abatedouros ou produtores rurais para consumo, a responsabilidade para atender a necessidade de obtenção e manutenção da documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca é do responsável pela atividade, compartilhada por sua equipe, nunca da CEUA institucional. Assim sendo, de acordo com a legislação vigente no Brasil, os projetos de pesquisa que venham a utilizar dentes, ossos e/ou outras partes de bovinos oriundos de abate do animal como rotina da atividade de frigoríficos, não necessitam de análise e avaliação pela CEUA Institucional.

Araraquara, 03 de março de 2021.

Profa. Dra. CARINA APARECIDA FABRÍCIO DE ANDRADE
Coordenadora da CEUA

Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA
Rua Humaitá nº 1.680 – Centro – CEP 14801-903 – Caixa Postal nº 331 - ARARAQUARA – SP
5º andar – fone (16) 3301-6459/3301-6534/ fax (16) 3301-6433 / e-mail: ceua.foar@unesp.br - home page: http://www.foar.unesp.br

ANEXO B – DECLARAÇÃO DA NÃO NECESSIDADE DE CEUA (DOCENTE E DISCENTE ASSINAM)

DECLARAÇÃO

De acordo com documento recebido pela Comissão de Ética no Uso de Animais – CEUA em 03 de Março de 2021, quando do uso de dentes bovinos, quando o material não for oriundo de uma atividade de ensino ou de pesquisa científica, por exemplo, cadáveres ou parte deles oriundos das atividades de matadouros, frigoríficos, abatedouros ou produtores rurais para consumo, a responsabilidade para atender a necessidade de obtenção e manutenção da documentação que evidencie a origem do material de forma inequívoca é do responsável pela atividade, compartilhada por sua equipe, nunca da CEUA institucional. Assim sendo, de **acordo com a legislação vigente** no Brasil, os projetos de pesquisa que **venham a utilizar dentes**, ossos e/ou outras partes de bovinos **oriundos de abate** do animal como rotina da atividade de frigoríficos, **não** necessitam de análise e avaliação pela CEUA Institucional.

gov.br Documento assinado digitalmente
JESSICA KATARINE DE ABREU SILVA
Data: 24/06/2024 17:29:02-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Jessica Katarine de Abreu Silva
(Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Odontológicas)

gov.br Documento assinado digitalmente
MARCELO FERRAREZI DE ANDRADE
Data: 24/06/2024 16:46:09-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcelo Ferrarezi de Andrade
(Orientador)

Araraquara, 21 de junho de 2024.

Não autorizo a publicação deste trabalho pelo prazo de 2 anos a contar da data da defesa

(Direitos de publicação reservados ao autor)

Araraquara, 01 de agosto de 2024.

Jessica Katarine de Abreu Silva