

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

Marina Lima Wanderley

**INFLUÊNCIA EROSIVA DO TUCUPI NA RESISTÊNCIA DE  
UNIÃO DE INTERFACES ADESIVAS PREESTABELECIDAS EM  
ESMALTE E DENTINA**

Belém

2022

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

Marina Lima Wanderley

**INFLUÊNCIA EROSIVA DO TUCUPI NA RESISTÊNCIA DE  
UNIÃO DE INTERFACES ADESIVAS PREESTABELECIDAS EM  
ESMALTE E DENTINA**

EROSIVE INFLUENCE OF TUCUPI ON BOND STRENGTH OF  
ENAMEL AND DENTIN ADHESIVE PREESTABLISHED  
INTERFACES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia - Mestrado Profissional em Clínica Odontológica como requisito para obtenção do título de Mestre.

Área de Concentração: Dentística.  
Orientador: Prof. Dr. Sandro Cordeiro Loretto.

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. MSc. Mara Eliane Soares Ribeiro.

Belém

2022

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

Marina Lima Wanderley

TRABALHO DE CONCLUSÃO

INFLUÊNCIA EROSIVA DO TUCUPI NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO  
DE INTERFACES ADESIVAS PREESTABELECIDAS EM ESMALTE  
E DENTINA

Data:01/06/2022

Conceito:

Banca examinadora:

---

Prof. Dr. Sandro Cordeiro Loretto (orientador)  
Centro Universitário do Pará – CESUPA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Paula Mendes Acatauassú Carneiro  
Centro Universitário do Pará – CESUPA

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Joyce Figueira de Araújo Gatti  
Escola Superior da Amazônia - ESAMAZ

## DEDICATÓRIA

*A Deus e aos espíritos de luz pela proteção e por conceder saúde a mim e a minha família, durante um período tão difícil para todos.*

*A todos que me apoiaram com amor e carinho: meus pais, filho e namorado.*

*Marina Lima Wanderley*

## AGRADECIMENTOS

A **Deus** e aos **espíritos de luz** pela vida, proteção e saúde a mim, a minha família e amigos, durante um período tão difícil para a humanidade: a pandemia do novo coronavírus.

Aos meus pais, **Joaquim** e **Angélica** e irmão **Bruno** pelo incentivo, apoio sem medir esforços e pelo grande exemplo de vida, perseverança e amor.

Ao meu filho, **Heitor**, por ser minha força maior, pelo excelente comportamento quando me acompanhou nos laboratórios de pesquisa e por compreender que toda ausência foi pelo nosso futuro.

Ao meu namorado, **Rodrigo**, pelo incentivo e apoio. Por ser ouvidos quando precisei falar, por ser carinho quando precisei de colo para descansar e por adoçar minhas madrugadas com chocolates.

À minha sogra, **Angela**, pelo carinho, preocupação e acolhimento em seu lar.

Aos meus **familiares** por serem a torcida dos meus desafios.

Aos meus **avôs e avós** (*in memoriam*), que estão sempre a me guardar.

Ao meu **orientador, Prof. Dr. Sandro Cordeiro Loretto**, por ser um exemplo de mestre e orientador sempre presente e dedicado. Por me deixar encantada ao ver seu entusiasmo ao ler e discutir um trabalho! Obrigada pela oportunidade em aprender tanto durante os meses que acompanhei você e seu grupo de pesquisa.

À **amiga e coorientadora Prof<sup>a</sup>. Mara Soares Ribeiro**, pela paciência, disponibilidade e humildade em transmitir todo seu conhecimento.

Ao **Prof. Dr. Aluísio Ferreira Celestino Júnior**, que guiou meus primeiros passos, ainda na graduação, em direção ao amor pela vida acadêmica e pela docência. É lindo ver sua paixão pela academia. Pessoas apaixonadas são grande inspiração!

À **Prof<sup>a</sup>. Sandra Daher**, obrigada pelos conselhos e por também ter se tornado minha coorientadora durante o estágio de prática docente nas aulas teóricas, nos laboratórios de Dentística e nas Clínicas Integradas.

À **Profª. Drª. Patrícia Rodrigues**, por todo incentivo, ensinamentos e por ser um exemplo admirável de mulher, mãe e profissional.

Aos Coordenadores do curso de graduação de Odontologia do **CESUPA Prof. Dr. Silvio Menezes e Profª. Dra. Paula Carneiro** que não mediram esforços para atender nossos pedidos de acesso ao laboratório de pesquisa nos finais de semana e feriados.

Aos **professores do mestrado** do CESUPA, pela dedicação e ensinamentos. Por traz de grandes alunos existem grandes mestres!

À **amiga Regina Vycória Carneiro**, pela oportunidade de aprender com seu trabalho de pesquisa e por todo apoio durante os dois anos de curso.

À amiga Joyce Figueira de Araújo Gatti pelo carinho por aceitar compor a banca examinadora desse trabalho.

Ao amigo **Victor Farias**, pela dedicação e parceria na execução das etapas laboratoriais desse trabalho.

Aos amigos de turma **Caroline Silveira, Adriana Viana, Elyne Xerfan, Thayna Carmo, Lúcio Ferreira e Michel Matos**, pela amizade, parceria e cumplicidade.

Ao secretário do mestrado, **Rodrigo Santos**, profissional eficiente e acolhedor durante a trajetória de todos os discentes.

Às **Profªs. Dras. Mileide Brito e Andrea Diogo**, do curso de Farmácia do CESUPA e ao técnico de laboratório **Daniel Trindade**, pela disponibilidade e auxílio na execução de algumas etapas laboratoriais no Laboratório de Análise de Alimentos na unidade CESUPA Nazaré.

Ao **Prof. Dr. Rafael Rodrigues Lima**, pela gentileza de acesso ao Laboratório de Biologia Estrutural e Funcional da Universidade Federal do Pará.

A **Universidade Federal do Pará e a Profª. Dra. Roberta Couto**, pelo suporte e facilidade de acesso ao Laboratório de Biomateriais da Faculdade de Odontologia, onde foi possível realizar os ensaios mecânicos dessa pesquisa e pela oportunidade de

aprendizado e troca de experiências com discentes e docentes.

Ao **Instituto de Assistência dos Servidores do Estado do Pará – IASEP**, por me liberar nos momentos em que precisei cumprir a carga horária do curso.

Ao **CESUPA e seus colaboradores** por todo apoio, oportunidade de aprendizado, conforto e carinho desde o início de minha trajetória acadêmica. Já estou com saudades!

*“Ninguém pode voltar atrás e fazer um novo começo, mas é possível começar de novo e fazer um novo fim”.*

*Chico Xavier*

## RESUMO

Este estudo avaliou a influência erosiva do tucupi na resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas ao esmalte e à dentina. Foram utilizados 168 dentes incisivos bovinos hígidos, divididos em 12 grupos (n=14) de acordo com o tipo de substrato (esmalte ou dentina), tipo de ciclagem erosiva (água destilada, refrigerante a base de cola ou tucupi), e tipo de estratégia adesiva utilizada (condicionamento ácido total ou autocondicionamento), sendo: G1: esmalte (ESM) + água destilada (H<sub>2</sub>O) + condicionamento ácido total (CAT); G2: dentina (DEN) + H<sub>2</sub>O + CAT; G3: ESM+ refrigerante a base de cola (RBC) + CAT; G4: DEN + RBC + CAT; G5: ESM + tucupi (TUC) + CAT; G6: DEN + TUC + CAT; G7: ESM + H<sub>2</sub>O + autocondicionamento (AUT); G8: DEN + H<sub>2</sub>O + AUT; G9: ESM +RBC + AUT; G10: DEN + RBC + AUT; G11: ESM + TUC + AUT; G12: DEN + TUC + AUT. Cilindros de resina composta foram confeccionados sobre as superfícies de esmalte ou dentina e, após 24 horas, os espécimes foram submetidos às ciclagens erosivas por 5 dias. Após 24 horas do último ciclo, foi realizado ensaio de microcisalhamento. A análise dos padrões de fratura foi realizada em lupa estereoscópica. Os resultados obtidos foram submetidos a ANOVA *two-way*, seguido de pós-teste de Tukey, com resultados descritos em média e desvio-padrão ( $\alpha=5\%$ ). Os grupos expostos ao tucupi apresentaram resistência de união significativamente menor ( $p<0.05$ ) em relação aos grupos controle negativo (água destilada), e foram estatisticamente semelhantes aos grupos controle positivo (refrigerante a base de cola), tanto em esmalte quanto em dentina, para ambas as estratégias adesivas utilizadas. Sendo assim, foi possível concluir que as ciclagens erosivas com tucupi influenciaram a resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina, independente da estratégia adesiva.

**Palavras-Chave:** *manihot*, erosão dentária, esmalte dentário, dentina, resistência ao cisalhamento.

## ABSTRACT

This study evaluated the erosive influence of tucupi on the bond strength of pre-established adhesive interfaces to enamel and dentin. A total of 168 healthy bovine incisors were used, divided into 12 groups (n=14) according to the type of substrate (enamel or dentin), type of erosive cycling (distilled water, cola soft drink or tucupi), and type of adhesive strategy used (Etch&rinse and self-etch). The groups were: G1: enamel (ESM)+distilled water (H2O)+ Etch&rinse (ER); G2: dentin (DEN)+H2O+ER; G3:ESM+ cola soft drink (RBC) + ER; G4: DEN+RBC+ER; G5: ESM+tucupi (TUC)+ER; G6: DEN + TUC + ER; G7: ESM + H2O + self-etch (SE); G8: DEN + H2O + SE; G9: ESM + RBC + SE; G10: DEN +RBC+ SE; G11: ESM+TUC+SE; G12: DEN+TUC+SE. Cylinders of resin were made on enamel or dentin surfaces and, after 24 hours, the specimens were submitted to erosive cycling for 5 days. After 24 hours of the last cycle, a microshear test was performed. Analysis of fracture was performed using a stereoscopic magnifying glass. The results were submitted to two-way ANOVA, followed by Tukey's post-test, with results described as mean and standard deviation ( $\alpha=5\%$ ). The groups exposed to tucupi showed significantly lower bond strength ( $p<0.05$ ) in relation to the negative control groups (distilled water), and were statistically similar to the positive control groups (cola soft drink), both in enamel and dentin, for both adhesive strategies used. Therefore, it was possible to conclude that erosive cycling with tucupi influenced the bond strength of pre-established adhesive interfaces in enamel and dentin, regardless of the adhesive strategy.

**Keywords:** *manihot*, tooth erosion, dental enamel, dentin, shear strength.

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

ESM	esmalte
H <sub>2</sub> O	água destilada
CAT	condicionamento ácido total
DEN	dentina
RBC	refrigerante a base de cola
TUC	tucupi
AUT	autocondicionamento
=	igual
<	menor
Ca <sup>2+</sup>	íon cálcio
PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	íon fosfato
(Ca <sub>10</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> (OH) <sub>2</sub> )	hidroxiapatita
µm	micrômetro
(Ca <sub>10-x</sub> Na <sub>x</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>6-y</sub> (CO <sub>3</sub> ) <sub>z</sub> (OH) <sub>2-u</sub> Fu),	hidroxiapatita carbonatada deficiente em cálcio
(CO <sub>3</sub> )	carbonato
JAD	junção amelodentinária
H <sup>+</sup>	íons hidrogênio
MMPs	metaloproteinases
°C	graus celsius
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MEq	miliequivalente
NAOH	hidróxido de sódio
ml	mililitro
ADEPARÁ	Agência de Defesa Agropecuária do Estado do Pará

CEUA	Comissão de Ética no Uso de Animais
SOCIPE	Cooperativa da Indústria Agropecuária do Pará
AOAC	Association of Official Agricultural Chemists
M	molar
#	granulação
mm	milímetros
mW/cm <sup>2</sup>	microwatts por centímetro quadrado
cm	centímetro
CPs	corpos de prova
MPa	megapascal
≤	menor ou igual a
≥	maior ou igual a
g	gramas
LED	Light Emitting Diode (diodo emissor de luz)
pH	potencial hidrogeniônico
UFPA	Universidade Federal do Pará

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Remoção de tecido periodontal e profilaxia.....	26
<b>Figura 2.</b> Leitura do pH do tucupi testado em pHmetro. ....	27
<b>Figura 3.</b> Determinação da acidez total titulável do tucupi. A: Fervura de 50ml de tucupi; B:Pipeta com 5ml de tucupi; C: Amostra em triplicata; D: Adição de fenolftaleína; E: Bureta com NAOH para o processo de titulação; F: Amostra após atingir a colocação rosa claro.....	28
<b>Figura 4.</b> Distância dos cortes para obtenção dos fragmentos dentais de 10 mm.....	29
<b>Figura 5.</b> Fragmentos dentais inseridos em cera 7 e posicionados em matriz de PVC, prontos para inclusão em resina acrílica. ....	30
<b>Figura 6.</b> Planificação de espécime, com lixa de óxido de alumínio, em politriz. ....	30
<b>Figura 7.</b> Lavagem dos espécimes em banheira ultrassônica. ....	30
<b>Figura 8.</b> Delimitação da área de união com fita dupla face perfurada. ....	32
<b>Figura 9.</b> Estratégia adesiva 1: Condicionamento ácido total: A: Condicionamento com ácido fosfórico; B: Aplicação do adesivo; C: Fotopolimerização. ....	32
<b>Figura 10.</b> Construção dos cilindros de resina composta com auxílio de tubo cateter Tygon®.....	33
<b>Figura 11.</b> Delimitação da área de 1mm ao redor das interfaces adesivas com auxílio de esmalte cosmético vermelho, para realização do desafio erosivo. ....	34
<b>Figura 12.</b> Ciclo de imersão dos corpos de prova, de acordo com as soluções testadas: A: água destilada; B: refrigerante a base de cola e C: tucupi (20 min/dia/5 dias). ....	34
<b>Figura 13.</b> Espécimes mantidos em estufa após cada ciclagem.....	35
<b>Figura 14.</b> Aferição do pH das soluções. A: Água destilada; B: Refrigerante a base de cola; C: Tucupi.....	35
<b>Figura 15.</b> Ensaio mecânico de microcisalhamento.....	36
<b>Figura 16.</b> Análise do padrão de fratura em lupa estereoscópica. ....	36
<b>Figura 17.</b> Média dos valores de pH e acidez total titulável do tucupi testado, ao longo de 5 dias. ....	37
<b>Figura 18.</b> Porcentagem dos padrões de fratura dos grupos de esmalte. ....	38
<b>Figura 19.</b> Porcentagem dos padrões de fratura dos grupos de dentina.....	39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Divisão dos grupos de acordo com o substrato e a intervenção realizada. .31	
<b>Tabela 2.</b> Descrição dos materiais utilizados no experimento, nomes comerciais, fabricantes e composição (segundo os fabricantes). .....31	
<b>Tabela. 3.</b> Médias (desvio-padrão) dos valores de resistência de união (em MPa) ao esmalte e dentina submetidos a 5 dias de exposição às soluções testadas utilizando duas estratégias adesivas. Teste ANOVA two-way ( $p \leq 0.05$ ). .....38	

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1. ESMALTE, DENTINA E SEUS COMPONENTES.....	18
2.2. O PROCESSO EROSIVO EM ESMALTE E DENTINA.....	19
2.3. ADESÃO EM ESMALTE E DENTINA X RESISTÊNCIA DE UNIÃO.....	19
2.4. O DESGASTE EROSIVO E AS BEBIDAS ÁCIDAS.....	22
2.5. O TUCUPI.....	23
3. OBJETIVO.....	25
3.1. OBJETIVO GERAL.....	25
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	26
4.1. OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E ASPECTOS ÉTICOS.....	26
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ACIDEZ DO TUCUPI.....	26
4.2.1. Determinação do pH.....	27
4.2.2. Determinação da Acidez Total Titulável.....	27
.....	28
4.3. OBTENÇÃO DOS FRAGMENTOS DENTAIS.....	28
4.4. CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES.....	29
4.5. DIVISÃO DOS GRUPOS.....	31
4.6. CONFECÇÃO DOS CILINDROS DE RESINA COMPOSTA.....	32
4.7. CICLAGEM EROSIVA.....	33
4.8. TESTE DE MICROCISALHAMENTO.....	35
4.9. CLASSIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE FRATURA.....	36
4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	36
5. RESULTADOS.....	37
6. DISCUSSÃO.....	40
7. CONCLUSÃO.....	45
REFERÊNCIAS.....	46
ANEXO.....	51

## 1. INTRODUÇÃO

A erosão dental pode ser definida como uma perda gradual, lenta e irreversível da estrutura dentária, provocada por processos químicos sem envolvimento bacteriano (DINIZOSTROWSKA et al., 2016; LIMA; VALENÇA, 2017; MARRO et al., 2018; CARVALHO; LUSSI, 2020). Sua etiologia está associada à exposição frequente dos dentes a alimentos e bebidas ácidas (fatores extrínsecos), ao suco gástrico (fatores intrínsecos) ou ainda relacionada à ocupação profissional (trabalhadores de indústrias químicas, nadadores profissionais, provadores de vinho) (LUSSI et al., 2011; ROMÃO, 2014; TUÑAS et al., 2016; CARVALHO; LUSSI, 2020), assim como a prática de esportes, pela ingestão constante de isotônicos (ASHLEY et al., 2015; CAVALCANTI et al., 2010; SATO et al., 2021).

O aumento da prevalência dessas lesões parece estar fortemente relacionado a mudanças no estilo de vida e consumo mundial demasiado de alimentos e bebidas ácidas, especialmente as bebidas carbonatadas e não carbonatadas, que apresentam baixo pH, elevada acidez titulável, e ausência ou pouca quantidade de íons cálcio, flúor e fosfato em sua composição (GANSS; LUSSI; SCHLUETER, 2014; PROVATENOU et al., 2016; DINIZ; LIMA; VALENÇA, 2017; CARVALHO; LUSSI, 2020). Qualquer bebida com pH abaixo de 5,5 já é capaz de provocar desmineralização da estrutura dentária (SOARES; GRIPPO, 2017).

O desgaste erosivo ocasiona, inicialmente, a dissolução do esmalte, onde ocorre liberação de íons cálcio ( $\text{Ca}_2^+$ ) e fosfato ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) para fora da rede cristalina, podendo chegar à dentina por perda permanente do tecido mineralizado (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006; GANSS; LUSSI; SCHLUETER, 2014; SHELLIS; ADDY, 2014; KANZOW et al., 2016; BEDRAN-RUSSO et al., 2017; LUTOVAC et al., 2017). Assim, sabendo-se que esmalte e dentina sofrem transformações morfológicas diante de processos de erosão (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006), é importante avaliar a resistência de união dos procedimentos restauradores adesivos sob esta nova condição dos substratos.

Yabuki e colaboradores (2018) mostraram que a resistência de união adesiva aumenta no esmalte erodido. Por outro lado, Zanatta e colaboradores (2017) avaliaram o desempenho de restaurações em resina composta confeccionadas previamente às

ciclagens erosivas (restaurações preestabelecidas), e concluíram que a resistência de união ao esmalte foi reduzida, sendo que não houve diferenças em relação a dentina.

Diversos produtos pertencentes a uma dieta potencialmente ácida têm sido estudados na literatura, como: sucos de fruta, refrigerantes, isotônicos, dentre outros (ZIMMER et al., 2015; OSTROWKSA et al., 2016; ARATO; FUSCO, 2016; LUTOVAC et al., 2017; RIOS et al., 2018; CARVALHO; LUSSI, 2020). Todavia componentes regionais de uma dieta ácida também podem ser considerados erosivos.

Na região norte e nordeste do Brasil, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) é altamente consumida, ocupando um lugar de destaque na dieta da população. A partir dela se podem obter vários subprodutos, nos quais destacam-se a farinha de mandioca e o tucupi, subproduto que se apresenta em forma líquida. (CHISTÉ; COHEN; OLIVEIRA, 2007).

Martins e colaboradores (2016), demonstraram, em um estudo pioneiro, o potencial erosivo do tucupi, por meio do teste de microdureza, sobre o esmalte dental bovino, destacando que não foi possível prevenir a erosão dentária mesmo com a aplicação tópica de fluoretos.

Sousa (2019) avaliou a influência do tucupi sobre a rugosidade superficial, microdureza, ultraestrutura e a variação de massa do esmalte, e demonstrou que o tucupi, devido ao seu baixo pH e sua alta acidez titulável, conseguiu, ao longo de 30 dias de exposição, reduzir de forma gradativa a microdureza, aumentar a rugosidade superficial e levar a perda de massa do esmalte.

Carneiro (2020) avaliou a influência erosiva do tucupi na resistência de união adesiva em esmalte e dentina em interfaces estabelecidas após o desafio ácido, e concluiu que o tucupi não influenciou a resistência de união, independente da estratégia adesiva utilizada (condicionamento ácido total ou autocondicionamento). No entanto, não foram encontrados estudos que demonstrem como o tucupi pode influenciar a resistência de união de interfaces adesivas previamente estabelecidas em esmalte e dentina.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da ação erosiva do tucupi na resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. ESMALTE, DENTINA E SEUS COMPONENTES

O esmalte é o tecido mais mineralizado do corpo humano, constituído por aproximadamente 96% de conteúdo mineral (matéria inorgânica), e de aproximadamente 4% de matéria orgânica (proteínas e lipídios) e água. Já a dentina é formada de aproximadamente 70 % de minerais, 20% de material orgânico e 10% de água (TERUEL et al., 2015).

O conteúdo mineral dos tecidos dentários é formado predominantemente por cristais de hidroxiapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ), os quais, em esmalte, são hexagonais e agrupados para formar hastes de aproximadamente 4  $\mu\text{m}$  de diâmetro. Em dentina estão em forma de placas achatadas com dimensões de aproximadamente 60 nm de comprimento, 20 nm de largura e 3 nm de espessura (TERUEL et al., 2015).

Por ser altamente substituída, a hidroxiapatita pode ser melhor descrita como hidroxiapatita carbonatada deficiente em cálcio ( $\text{Ca}_{10-x}\text{Na}_x(\text{PO}_4)_{6-y}(\text{CO}_3)_z(\text{OH})_{2-u}\text{Fu}$ ), pois alguns íons cálcio são substituídos por íons como sódio, magnésio e potássio. No entanto, a principal substituição é o carbonato ( $\text{CO}_3$ ). Apesar da composição mineral semelhante, a quantidade de carbonato é maior em dentina (6%) do que em esmalte (3%) (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006).

A parte orgânica da dentina é formada de fibras colágenas dispostas em pequenos feixes ao redor e entre os prolongamentos odontoblásticos. Estas fibras são unidas pela substância fundamental amorfa de natureza glicoprotéica (lipídios, glicosaminasglicanas e compostos protéicos) (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006). Além disso, a dentina caracteriza-se pela presença de múltiplos túbulos dentinários, preenchidos pelo fluido dentinário, dispostos muito próximos e que se estendem desde a junção amelodentinária (JAD) até a polpa, tornando-a um substrato naturalmente úmido (SOFAN et al., 2017). Recobrimo o interior dos túbulos existe uma camada de dentina quase totalmente mineralizada, denominada dentina peritubular ou intratubular. Já a dentina intertubular, porção com grande quantidade de matéria orgânica, ocupa o restante do corpo da dentina, correspondendo à maior parte do volume dentinário (PERDIGÃO; REIS; LOGUÉRCIO, 2013).

## 2.2. O PROCESSO EROSIVO EM ESMALTE E DENTINA

O processo de erosão dental ocorre tanto pela ação dos íons hidrogênio ( $H^+$ ), derivados de ácidos fortes ou fracos, ou por ânions que podem se ligar ao cálcio (agentes quelantes). Os íons  $H^+$  se combinam com íons carbonato ou fosfato e atacam os cristais de hidroxiapatita, promovendo assim a dissolução do substrato (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006). Portanto, o desgaste erosivo provoca, primeiramente, a redução da rigidez do esmalte, aumento da rugosidade e diminuição da microdureza, podendo chegar até dentina pela perda permanente do tecido mineralizado (BERTASSONI et al., 2010).

Quando a dentina é exposta aos ácidos, seu conteúdo mineral é rapidamente dissolvido, enquanto a porção orgânica permanece retida na forma de uma densa malha superficial de fibras colágenas, conhecida como matriz orgânica da dentina erodida. Esta camada aumenta em espessura com um maior tempo de exposição aos ácidos (BRESCHI et al., 2002).

Os cristais de hidroxiapatita da dentina são bem menores que do esmalte, sendo assim, a área de superfície da dentina torna-se maior, ofertando mais superfície disponível para os ataques ácidos. Além disso, uma vez que dentina possui maior volume de carbonato, torna-se mais susceptível ao processo de erosão (FEATHERSTONE; LUSSI, 2006).

É possível, após um desafio erosivo, remineralizar uma subsuperfície, desde que esta não tenha sido diretamente removida. A saliva tampona o ácido retornando o pH do meio para neutro. Neste caso, cálcio, fosfato e a presença de fluoretos na saliva podem remineralizar a superfície dentária agredida. No entanto, se um desafio erosivo é constante e supera a capacidade tampão da saliva, o dano à estrutura torna-se irreversível (LUSSI, 2006).

## 2.3. ADESÃO EM ESMALTE E DENTINA X RESISTÊNCIA DE UNIÃO

Na maioria dos procedimentos restauradores adesivos, a adesão em esmalte hígido é alcançada com certa simplicidade, através um mecanismo micromecânico na superfície do esmalte desmineralizado. Para promover essa desmineralização é realizado um condicionamento ácido, geralmente com ácido fosfórico, que aumenta a energia livre de superfície, facilitando o escoamento dos monômeros resinosos e

formação dos *tags* após a fotopolimerização (BEDRAN-RUSSO et al., 2017; SOFAN et al., 2017).

Já o mecanismo de adesão na dentina hígida, não alcança o mesmo sucesso do esmalte, pois, a dentina é altamente úmida e hidrofílica. Diante disso, a dentina requer uma técnica de adesão úmida para manter os espaços interfibrilares da rede de colágeno exposta para a infiltração de monômeros. Após o condicionamento ácido, monômeros de resina hidrofílica (primer) e monômeros hidrofóbicos, podem infiltrar a superfície da dentina desmineralizada rica em fibrilas de colágeno tipo I, encapsulando a matriz de dentina exposta e formando a camada híbrida. A hibridização das superfícies dentinárias é o principal mecanismo de retenção micromecânica dos sistemas adesivos convencionais (MASARWA et al., 2016; BEDRAN-RUSSO et al., 2017).

O processo erosivo que se estabelece na superfície do esmalte promove um condicionamento semelhante ao ocasionado pelo ácido fosfórico, aumentando assim, o imbricamento mecânico do adesivo e, conseqüentemente, a resistência de união (CARVALHO et al., 2015). Um estudo de Yabuki, e colaboradores (2018), mostrou que a resistência adesiva aumenta em esmalte erodido. No entanto, o processo erosivo na dentina, causa efeitos deletérios à adesão, pois a espessa faixa de substrato desmineralizado resulta em uma camada híbrida com imperfeições estruturais, porosidades, com espaços destituídos de monômeros resinosos, e assim colaborando para menores valores de resistência a união (CARVALHO et al., 2015; GIACOMINI et al., 2019).

Considerando os efeitos deletérios do desgaste erosivo em dentina, o encapsulamento incompleto das fibras colágenas por parte dos monômeros resinosos deixa as fibras expostas, susceptíveis à ação das enzimas proteolíticas, as metaloproteinases (MMPs). A ativação dessas enzimas foi identificada tanto em meio ácido cariogênico, como após condicionamento ácido dos adesivos convencionais ou autocondicionantes. A união adesiva à dentina diminui com o passar do tempo devido, em partes à ação das MMPs, que degradam o colágeno não infiltrado por monômeros adesivos na parte mais profunda da camada híbrida (LIBERATTI, 2018).

As MMPs constituem-se de um grupo de enzimas (endopeptidases) responsáveis pela degradação dos componentes da matriz extracelular e das membranas basais. Essas enzimas degradam as macromoléculas da matriz, incluindo o colágeno

intersticial. As MMPs são quase onipresentes em todo o corpo nos tecidos e foram encontrados na saliva, fluido gengival e dentina (STROBEL; HELLWIG, 2015).

Zanatta e colaboradores (2017) avaliaram, por meio do teste de microcisalhamento, o desempenho de restaurações em resina composta, confeccionadas previamente ao desafio ácido, com diferentes sistemas adesivos. Os espécimes foram submetidos às ciclagens térmica (10.000 ciclos 5°C a 55°C), erosiva (ácido clorídrico), e térmica / e erosiva, em esmalte e dentina, e concluíram que a resistência de união ao esmalte foi reduzida nas ciclagens térmicas/ erosiva, sem diferença para dentina.

Yabuki e colaboradores (2018) avaliaram, a resistência de união, sob esmalte bovino erodido previamente com solução de ácido cítrico a 1,23%. Os espécimes foram submersos na solução, cinco vezes ao dia, durante um minuto, a cada doze horas. O desafio ácido foi repetido por 14 dias. Após a restauração com adesivo universal e realização do ensaio mecânico, concluíram que a resistência de união adesiva aumentou no esmalte erodido.

No estudo de Hosni e colaboradores (2019), a resistência de união foi testada em esmalte dental humano após ciclagens com Coca-Cola®, Fanta Laranja® e água destilada. As restaurações com adesivo convencional e compósito Filtek Z350 XT™ foram realizadas 24 horas depois do último dia de ciclagem, e se pôde concluir que a resistência de união foi reduzida nos grupos expostos aos refrigerantes.

Assunção e colaboradores (2020) avaliaram a resistência de união ao microcisalhamento sob substratos erodidos e abrasionados. Foram confeccionados espécimes de esmalte e dentina humana, divididos em 4 grupos, de acordo com quatro estratégias adesivas e submetidos às ciclagens com Coca-Cola®. Concluíram que a resistência de união em esmalte e dentina não foi afetada pela erosão/ abrasão ou tipo de sistema adesivo.

Wiegand, Lechte e Kanzow (2021), em uma revisão sistemática, compararam a resistência de união em dentes hígidos e dentes que sofreram erosão. As estratégias adesivas utilizadas foram convencional e autocondicionante, realizadas após as ciclagens erosivas, e foi concluído que a resistência ao esmalte não foi afetada pelo desafio. Porém, em dentina, a resistência de união foi significativamente reduzida para ambas as estratégias adesivas.

## 2.4. O DESGASTE EROSIVO E AS BEBIDAS ÁCIDAS

O desgaste erosivo tem sido uma condição crescente na sociedade contemporânea, sendo observado nas diversas faixas etárias, com nível de prevalência estimada de 27% a 83%. Há indícios de que essas lesões costumam prevalecer em indivíduos mais jovens, o que se justifica pelas mudanças de estilo de vida e hábitos, principalmente, alimentares (BASHA et al., 2019; TAHMASSEBI; BANIHANI, 2020). Esses hábitos têm contribuído de forma significativa para comprometer o bom desempenho de procedimentos restauradores na cavidade bucal, havendo um processo de degradação e a consequente perda das propriedades físicas e mecânicas desses materiais, limitando o seu emprego clínico em longo prazo (BARTLETT, 2016; PROVATENOU et al., 2016).

Bebidas contendo vitamina C, ácido cítrico encontrados em sucos e bebidas carbonadas e chás, são um dos principais responsáveis pela quelação do cálcio da hidroxiapatita, aumentando a suscetibilidade à dissolução, levando à erosão quando consumidos em alta frequência (FARIAS NETO, 2017; SATO T. et al., 2021).

A mensuração do pH, isoladamente, representa o melhor parâmetro para avaliação do potencial erosivo de bebidas ácidas, mas não é necessariamente o único fator. Aspectos como: tipo de ácido, concentração, acidez total titulável, concentração de cálcio, fosfato e flúor e temperatura são relevantes nesse processo (RIOS, 2004; FURTADO et al., 2010).

A capacidade de dissolução de uma bebida ácida depende também de sua acidez titulável, ou seja, de sua habilidade em manter o pH original estável, abaixo do pH crítico de dissolução das estruturas dentais (5,5). Bebidas erosivas com elevada acidez titulável mantêm o meio bucal ácido por um período maior de tempo e proporcionam acentuada dissolução mineral previamente ao processo de neutralização do pH. Considerando que, previamente a sua neutralização pela saliva, o tempo em que o ácido permanece ativo na cavidade bucal influencia na severidade da perda do tecido dental, a acidez titulável de uma bebida representa um guia importante na determinação de seu potencial erosivo (FURTADO et al., 2010). A acidez total titulável é um teste que mede a quantidade de base (NaOH) necessária para neutralizar uma substância ácida (IAL, 2008).

A dissolução de minerais da superfície dental ocorre em função do grau de saturação das bebidas ácidas em relação aos cristais de apatita, que é determinada, entre outros aspectos, pelo conteúdo de íons cálcio, fosfato e flúor na solução. Substâncias supersaturadas em relação ao tecido dental não provocam dissolução mineral, ao passo que soluções subsaturadas levam à desmineralização (LUSSI; JAEGGI, 2006; FURTADO et al., 2010).

## 2.5. O TUCUPI

O tucupi, assim como a farinha de mandioca, deriva da mandioca (*Manihot esculenta Crantz*). De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020), a produção de mandioca brasileira em 2020 foi de 18,25 milhões de toneladas. A Região Norte lidera a produção de mandioca com 36,1% da safra nacional e o Estado do Pará se destaca como o maior produtor da região, com percentual de 56,96% (EMBRAPA, 2018).

O tucupi é um caldo bastante utilizado na culinária regional no preparo de iguarias como: tacacá, pato no tucupi, caldeirada de peixe e frango no tucupi. Para o preparo do frango no tucupi, por exemplo, é necessário em torno de 450 ml desse líquido (BRASIL, 2015).

Esse líquido regional é obtido a partir do processo de fabricação da farinha. As raízes de mandioca são trituradas e prensadas para a remoção do seu líquido. A massa prensada segue para a torração e o resíduo líquido, denominado de manipueira, é descartado ou transformado no tucupi. Sendo assim, o tucupi é o molho parcialmente fermentado da manipueira, que fica em repouso por 1 ou 2 dias para a decantação do amido, que é posteriormente removido, ocorrendo naturalmente a sua fermentação. Após esta etapa, é realizada uma fervura adicionando-se condimentos e, desta forma, obtido o tucupi pronto para consumo. (CHISTÉ; COHEN; OLVEIRA, 2007; CHISTÉ; COHEN, 2011).

No estudo de Chisté, Cohen e Oliveira (2007) sobre as propriedades físico-químicas do tucupi, a partir de amostras adquiridas em feiras e supermercados da cidade de Belém-PA, foi possível concluir que a iguaria possui pH que pode variar de 3,0 até 4,35 e acidez total titulável de 3,92 a 10,66 MEq NaOH.100 ml.

As características físico-químicas do tucupi dependem diretamente da variedade de mandioca utilizada como matéria-prima e dos tempos de fermentação e cocção empregados no processamento (CAMPOS et al., 2017). A Agência de Defesa Agropecuária do Pará (ADEPARÁ) regulamenta e fiscaliza os padrões relativos às características originais do tucupi. Para fins de padronização, portanto, é terminantemente proibido o uso de corantes, realçadores de sabor, emulsificantes, espessantes ou qualquer outra substância que altere sua composição original. Anualmente são produzidos 200 mil litros de tucupi em dez fábricas certificadas pela ADEPARÁ (ADEPARÁ, 2020).

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência da ação erosiva do tucupi na resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina (desafio erosivo pós-restaurações).

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

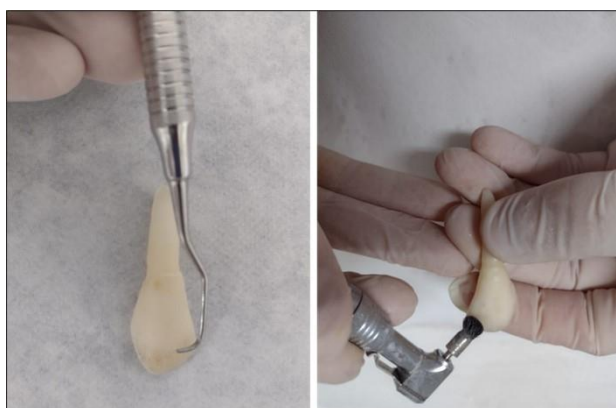
- a) Mensurar a acidez do tucupi através das análises de pH e acidez total titulável;
- b) Mensurar a resistência de união adesiva de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina após ciclagens erosivas em água destilada, refrigerante a base de cola e tucupi;
- c) Classificar os padrões de fratura obtidos.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. OBTENÇÃO, CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA E ASPECTOS ÉTICOS

Este projeto de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso Animais (CEUA) da Universidade Federal do Pará sob o número 1358240920 (ANEXO). Foram utilizados 168 dentes incisivos bovinos hígidos da espécie *Bos taurus indicus* (com idade média de 24 meses) obtidos de animais abatidos na Cooperativa da Indústria Agropecuária do Pará (SOCIPE - Belém, Pará, Brasil). Foram incluídos na pesquisa os dentes bovinos que se apresentaram irrompidos na cavidade oral, com coroa hígida e formação completa da raiz.

Os elementos dentários foram, inicialmente, imersos por uma semana em solução de timol 0,1% (Pharmapele, Belém, PA, Brasil) para desinfecção, sob refrigeração (4°C), seguido de remoção do tecido periodontal aderido e profilaxia com pasta de pedra-pomes (**Figura 1**). Em seguida, foram analisados em lupa estereoscópica (40x) para avaliação de trincas na superfície do esmalte. Os elementos que apresentaram trincas foram descartados. Após, foram armazenados em água destilada (4°C), renovada semanalmente, até o início da fase experimental.



**Figura 1.** Remoção de tecido periodontal e profilaxia.

### 4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ACIDEZ DO TUCUPI

Para a caracterização da acidez do tucupi utilizado no presente estudo, foram realizadas mensurações de pH e de acidez total titulável, conforme descritas a seguir:

#### 4.2.1. Determinação do pH

Para as avaliações do pH, foram utilizados 20 ml de tucupi (Vovó da Floresta - Agroindústria São Francisco do Itá - LTDA, Santa Izabel do Pará, Pará) em temperatura ambiente, inserido no frasco de Erlenmeyer, seguido da anotação do pH em cada análise. Foram realizados 3 tempos de avaliações, no decorrer de 5 dias, com intervalo de 2 dias entre esses, ou seja, as avaliações foram feitas no 1<sup>o</sup>, 3<sup>o</sup> e 5<sup>o</sup> dia. Todas as avaliações foram feitas em triplicata e os valores foram determinados através de leitura direta em pHmetro, (Quimib, Q48876, Diadema, São Paulo, Brasil) (**Figura 2**) devidamente calibrado com as soluções tampões de pH 7,0 e 4,0, segundo o método n<sup>o</sup> 981.12 da AOAC (1997).



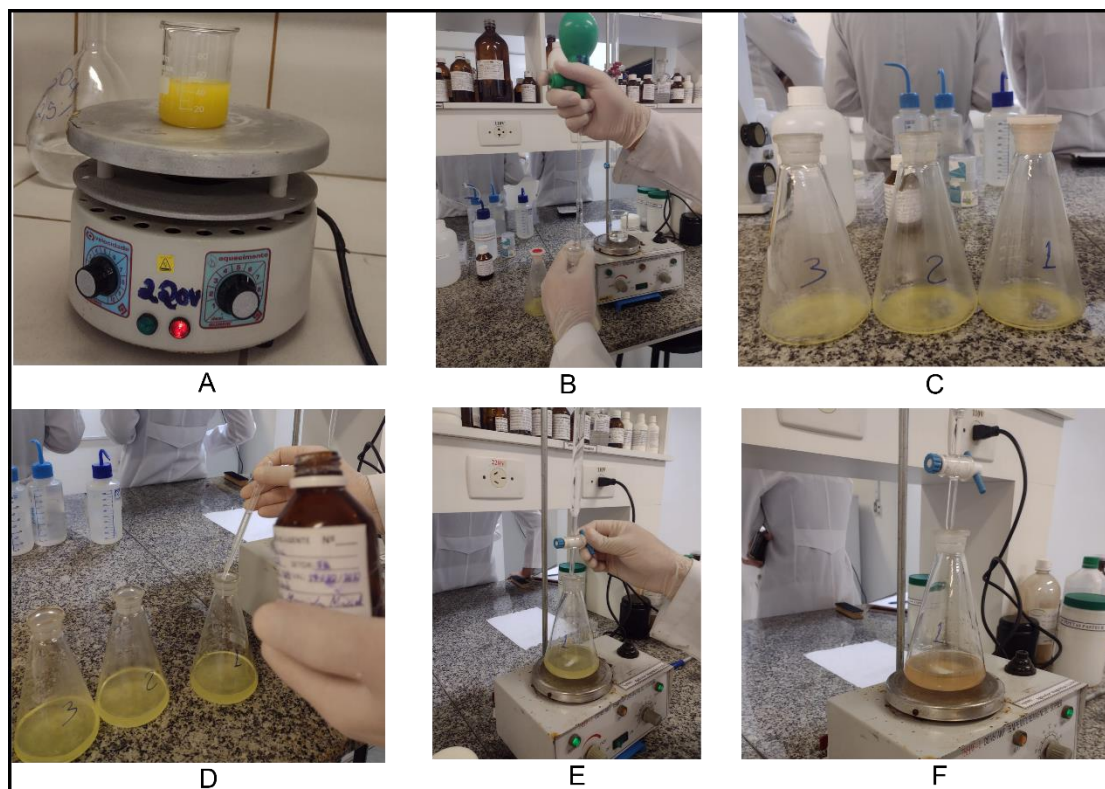
**Figura 2.** Leitura do pH do tucupi testado em pHmetro.

#### 4.2.2. Determinação da Acidez Total Titulável

A acidez total titulável da amostra foi determinada com a solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 0,1M, segundo o método n<sup>o</sup> 942.15 da AOAC (1997), com o resultado expresso em g/100 ml. Foram realizados 3 tempos de avaliações, com intervalo de 2 dias entre esses, no decorrer de 5 dias.

Inicialmente foram utilizados 50 ml de tucupi, submetidos a um processo de fervura. Após esta etapa, com o tucupi já em temperatura ambiente, foi realizado o processo em triplicata, sendo pipetados 5 ml do tucupi, diluído com 50 ml de água destilada em frascos de Erlenmeyer, seguido da adição de 3 gotas de fenolftaleína em cada frasco. Após essa etapa, uma bureta foi carregada com a solução NaOH 0,1M para iniciar a titulação das amostras, até atingir a coloração rosa claro (por pelo menos 30 segundos), sendo feita a anotação do volume gasto de NaOH (**Figura 3**).

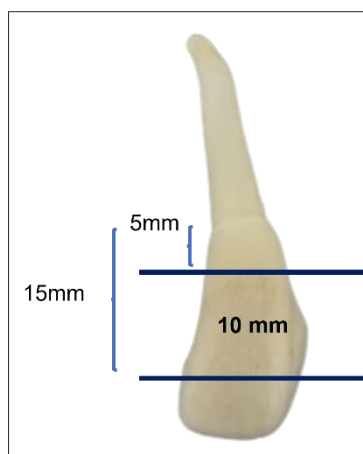
Após os procedimentos acima, os dados foram tabulados e aplicados na fórmula:  $\frac{V_{NaOH} \times M_{NaOH} \times MM_{ácido} \times FC}{V_{amostra} \times 1000} \times 1000$ , e assim obtendo-se os resultados em g/100 ml por cada titulação realizada.



**Figura 3.** Determinação da acidez total titulável do tucupi. A: Fervura de 50ml de tucupi; B: Pipeta com 5ml de tucupi; C: Amostra em triplicata; D: Adição de fenolftaleína; E: Bureta com NAOH para o processo de titulação; F: Amostra após atingir a colocação rosa claro.

### 4.3. OBTENÇÃO DOS FRAGMENTOS DENTAIS

As coroas dentais passaram por duas secções transversais com disco diamantado dupla face em peça reta e micromotor, com refrigeração constante. O primeiro corte foi realizado a uma distância de 15 mm da junção amelo-cementária e paralelo à borda incisal, mensurado com paquímetro digital (DIN 862; Mitutoyo, São Paulo, SP, Brasil), e o segundo a 5 mm da junção amelo-cementária, obtendo-se, desse modo, amostras da porção média da coroa dental com uma altura de 10 mm (**Figura 4**).



**Figura 4.** Distância dos cortes para obtenção dos fragmentos dentais de 10 mm.

#### 4.4. CONFECÇÃO DOS ESPÉCIMES

Todos os fragmentos dentais tiveram sua face vestibular inserida em cera nº 7 e sobre estes foram posicionadas matrizes de PVC (Transplástica LTDA - 1,2 cm de altura por 2 cm de diâmetro) (**Figura 5**), para preenchimento com resina acrílica incolor ativada quimicamente (JET Clássico, Campo Limpo Paulista, SP, Brasil), de forma que apenas a face vestibular ficasse exposta, sendo mantidos, em seguida, por 24h em água destilada para a completa polimerização da resina acrílica. Seguiu-se com a planificação da superfície dos espécimes, em politriz horizontal (Aropol VV, Arotech, Cotia, SP, Brasil) utilizando-se lixas de óxido de alumínio (**Figura 6**) com granulações #180, #400 e #600 sob refrigeração (Buehler Ltda., Lake Buff, IL, EUA – Padrão FEPA) (BAIA et al., 2020). Os 84 espécimes de dentina foram planificados com a lixa #180 até haver a exposição da dentina superficial, e obtenção de um raio de pelo menos 6 mm de exposição de dentinária (MACEDO; DORINE; MENDONÇA, 2010), para assim passar para as lixas #400 (30 segundos) e #600 (60 segundos), sob refrigeração constante, para padronização da *smear layer* (NASCIMENTO et al., 2019). Os 84 espécimes de esmalte, passaram pela planificação/polimento com as lixas #400 (30 segundos) e #600 (60 segundos), (NASCIMENTO et al., 2019). Ainda, os espécimes foram lavados em banheira ultrassônica (CD 4820, Kondortech, São Carlos, São Paulo, Brasil) com água destilada por 3 minutos a cada troca de lixa, que ocorreu a cada 10 espécimes. A lavagem final foi realizada em banheira ultrassônica (**Figura 7**) com água destilada por 20 minutos (BAIA et al., 2020).



**Figura 5.** Fragmentos dentais inseridos em cera 7 e posicionados em matriz de PVC, prontos para inclusão em resina acrílica.



**Figura 6.** Planificação de espécime, com lixa de óxido de alumínio, em politriz.



**Figura 7.** Lavagem dos espécimes em banheira ultrassônica.

#### 4.5. DIVISÃO DOS GRUPOS

O total de espécimes foi dividido, aleatoriamente, em 12 grupos (n = 14), de acordo com a intervenção realizada, na superfície de esmalte ou dentina (**Tabela 1**). Os materiais utilizados no experimento estão especificados abaixo: (**Tabela 2**).

**Tabela 1.** Divisão dos grupos de acordo com o substrato e a intervenção realizada.

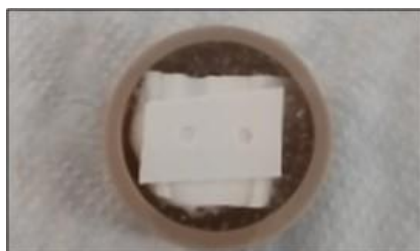
Grupos	Intervenção
G1 - ESMALTE G2 - DENTINA	Condicionamento ácido total + ciclagem em água destilada
G3 - ESMALTE G4 - DENTINA	Condicionamento ácido total + ciclagem em refrigerante a base de cola
G5- ESMALTE G6- DENTINA	Condicionamento ácido total + ciclagem em tucupi
G7 - ESMALTE G8 - DENTINA	Autocondicionamento+ ciclagem em água destilada
G9 - ESMALTE G10 - DENTINA	Autocondicionamento + ciclagem em refrigerante a base de cola
G11- ESMALTE G12- DENTINA	Autocondicionamento+ ciclagem em tucupi

**Tabela 2.** Descrição dos materiais utilizados no experimento, nomes comerciais, fabricantes e composição (segundo os fabricantes).

Nome	Fabricante	Composição
Adper Single Bond 2	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA.	Água, etanol, HEMA, Bis-GMA, outras resinas dimetacriladas e copolímeros dos ácidos policarboxílico e dimetacrilato modificado e sistema fotoiniciador.
Clearfil SE Bond	Kuraray Medical, Osaka, Japão.	Primer: HEMA, dimetacrilado hidrofílico, 10-MDP, N,Ndietanolptoluidina, CQ, água; Adesivo: Sílica silanizada, Bis-GMA, HEMA, dimetacrilato hidrofílico, 10-MDP, CQ, toluidina.
Água Destilada	Asfer Indústria Química Ltda, São Caetano do Sul, SP, Brasil.	Água desmineralizada
Coca-Cola	The Coca-Cola Company, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.	Água gaseificada, açúcar, extrato de noz de cola, cafeína, corante caramelo IV, acidulante ácido fosfórico, aroma natural.
Filtek Z350XT	3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA.	TEGDMA, PEGDMA e Bis-EMA, Cerâmica silanizada tratada, Sílica tratada de silano.
Saliva Artificial	Pharmapele - Farmácia de Manipulação, Belém, PA, Brasil.	Bicarbonato de sódio 2190mg, fosfato de potássio 1270mg, cloreto de magnésio 125mg, cloreto de cálcio 441mg, cloreto de potássio 820mg, fluoreto de sódio 4,5mg, nipazol 100mg, sorbitol 24mg, carboximetilcelulose 8mg, água destilada 3000ml.
Tucupi Vovó da Floresta	Agroindústria São Francisco do Itá Ltda. Rodovia PA 140, km 15. Santa Isabel. do Pará – PA.	Seiva de mandioca amarela, água, cipó d'alho, chicória, sal e alfavaca.

#### 4.6. CONFECÇÃO DOS CILINDROS DE RESINA COMPOSTA

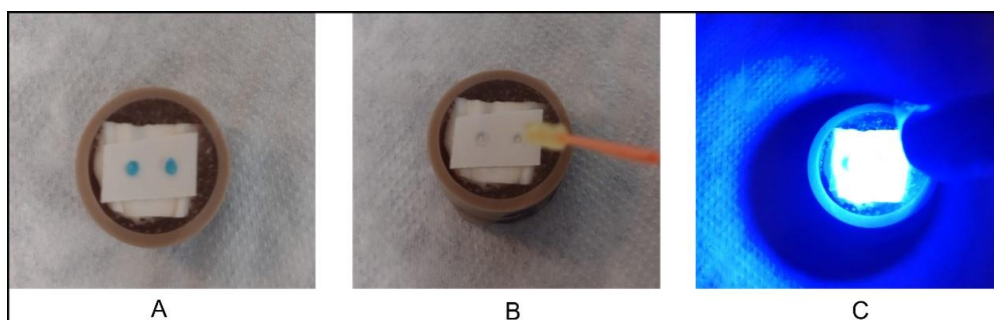
Para confecção dos cilindros de resina composta sobre a superfície vestibular dos espécimes, foi delimitada a área de união com uma fita adesiva dupla face (Tactape®, Manaus, AM, Brasil), perfurada de forma circular, com 0,8 mm de diâmetro, com auxílio de um alicate perfurador de Ainsworth (**Figura 8**). Após a fixação da fita, as estratégias adesivas foram realizadas da seguinte forma:



**Figura 8.** Delimitação da área de união com fita dupla face perfurada.

##### **Estratégia Adesiva 1: Condicionamento ácido total**

Foi realizado condicionamento com gel de ácido fosfórico a 37% (Condac 37%, FGM Produtos Odontológicos, Joinville, SC, Brasil), da superfície de esmalte ou dentina, durante 15 segundos, seguido de lavagem com seringa tríplice por 20 segundos. Após a secagem da superfície com jato de ar por 5 segundos e discos de papel absorvente (CASAS-APAYCO et al., 2014; GIACOMINI et al., 2016), o sistema adesivo Adper Single Bond 2 (3M Espe, Sumaré, SP, Brasil) foi aplicado, de forma ativa, durante 20 segundos, seguido de um jato de ar por 5 segundos, a uma distância de aproximadamente 3 cm da superfície (FARIAS NETO, 2017) e fotoativação por 10 segundos com aparelho tipo LED Rádi-Cal (SDI Limited, Victoria, Austrália) (1200 mW/cm<sup>2</sup>) (**Figura 9**). A intensidade de luz do aparelho fotoativador foi aferida, com auxílio de um radiômetro, a cada 10 corpos de prova.

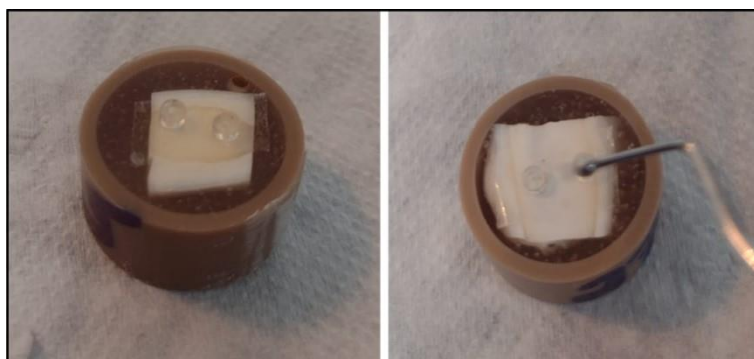


**Figura 9.** Estratégia adesiva 1: Condicionamento ácido total: A: Condicionamento com ácido fosfórico; B: Aplicação do adesivo; C: Fotopolimerização.

## Estratégia Adesiva 2: Autocondicionamento

Foi realizada a aplicação ativa do primer, nas superfícies de esmalte ou dentina, por 20 segundos, seguida da aplicação do adesivo do sistema Clearfil SE Bond (Kuraray Medical, Osaka, Japão) de forma ativa, por 10 segundos, e fotoativação por 10 segundos com aparelho LED Radium-Cal (SDI Limited, Victoria, Austrália) (1200 mW/cm<sup>2</sup>). A intensidade de luz do aparelho fotoativador foi aferida, com auxílio de um radiômetro, a cada 10 corpos de prova.

Após a hibridização da superfície dos espécimes, a primeira camada de fita adesiva foi removida, e então foram construídos cilindros de resina composta com o auxílio de tubo especial para cateter (Tygon®) com diâmetro interno de 0.8 mm e altura de 0.5 mm. Foram confeccionados 02 cilindros de resina composta na superfície de cada espécime. No interior desses tubos, a resina composta Filtek Z350XT (3M ESPE, St. Paul, Minnesota, USA) foi aplicada em incremento único, com auxílio de um aplicador de hidróxido de cálcio, (**Figura 10**) e fotoativada por 20 segundos.



**Figura 10.** Construção dos cilindros de resina composta com auxílio de tubo cateter Tygon®.

### 4.7. CICLAGEM EROSIVA

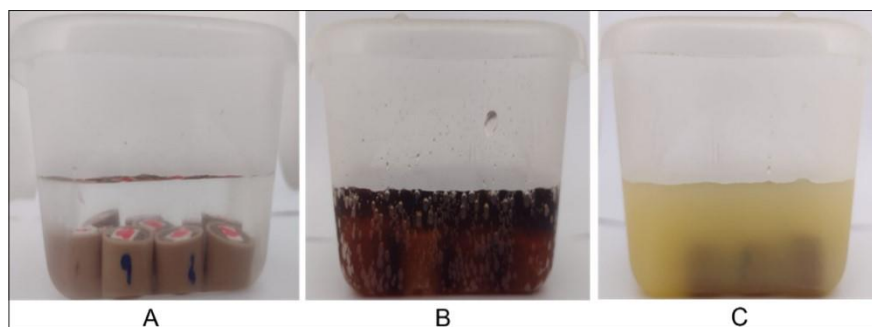
Após a confecção dos cilindros de resina composta, as áreas de esmalte e dentina, ao redor das interfaces adesivas, foram protegidas com esmalte cosmético vermelho (Colorama – Procosa produtos de beleza LTDA, São Paulo, SP, Brasil), mantendo uma área de 1 mm (que foi delimitada com auxílio de lapiseira e paquímetro digital) de esmalte ou dentina. Dessa forma, o desafio erosivo foi realizado apenas na região

delimitada (área não impermeabilizada) (**Figura 11**).



**Figura 11.** Delimitação da área de 1mm ao redor das interfaces adesivas com auxílio de esmalte cosmético vermelho, para realização do desafio erosivo.

Os espécimes foram mergulhados em cerca de 30 ml de água destilada (controle negativo), 30 ml de refrigerante à base de cola (controle positivo) ou 30 ml de tucupi (**Figura 12**) e o pH foi obtido através de um pHmetro com eletrodo de vidro e mostrador digital, antes da imersão dos mesmos nas soluções. Os ciclos de imersão ocorrerão sob leve agitação, com auxílio de um agitador magnético (Intllab, Selangor, Malásia), por 20 minutos diários durante 5 dias (RIOS et al., 2008). Após cada ciclo de imersão, os espécimes foram lavados com água destilada por 1 minuto a uma distância aproximada de 5 cm, secos com papel absorvente, imersos em 30 ml saliva artificial (Pharmapele - Farmácia de manipulação, Belém, PA) e mantidos em estufa a 37°C (**Figura 13**), durante 24 horas, até o próximo ciclo de imersões.

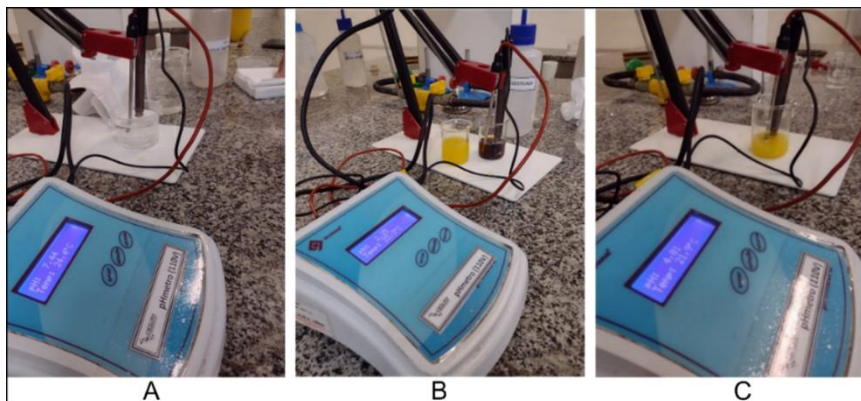


**Figura 12.** Ciclo de imersão dos corpos de prova, de acordo com as soluções testadas: A: água destilada; B: refrigerante a base de cola e C: tucupi (20 min/dia/5 dias).



**Figura 13.** Espécimes mantidos em estufa após cada ciclagem.

Foi realizada a troca diária da saliva artificial em todos os grupos. As bebidas estavam em temperatura ambiente e antes de cada ciclo de imersão/agitação, o pH foi aferido e registrado (**Figura 14**), sendo as bebidas desprezadas após cada ciclo.



**Figura 14.** Aferição do pH das soluções. A: Água destilada; B: Refrigerante a base de cola; C: Tucupi.

#### 4.8. TESTE DE MICROCISALHAMENTO

Após 24h do 5º dia do ciclo erosivo, os corpos de prova (CPs) foram individualmente fixados à máquina universal de ensaios (Kratos KE®, Cotia, SP, Brasil). Um fio metálico de 0.2 mm de diâmetro (Morelli®, Sorocaba, SP, Brasil) foi utilizado para laçar o prolongamento da célula de carga e o cilindro de resina composta. O ensaio mecânico de microcislamento (**Figura 15**) foi realizado com velocidade de 0.5 mm/minuto, e os resultados obtidos em megapascal (MPa).



**Figura 15.** Ensaio mecânico de microcisalhamento.

#### 4.9. CLASSIFICAÇÃO DOS PADRÕES DE FRATURA

Os CPs foram analisados em lupa estereoscópica (**Figura 16**), com aumento de 40x, abrangendo toda a área adesiva fraturada, onde foram analisadas as áreas em que ocorreram as falhas de acordo com a classificação: Tipo I (adesiva), Tipo II (mista), Tipo III (coesiva em resina composta), Tipo IV (coesiva em esmalte ou dentina) O número de falhas ocorridas para cada tipo foi determinado em porcentagens.



**Figura 16.** Análise do padrão de fratura em lupa estereoscópica.

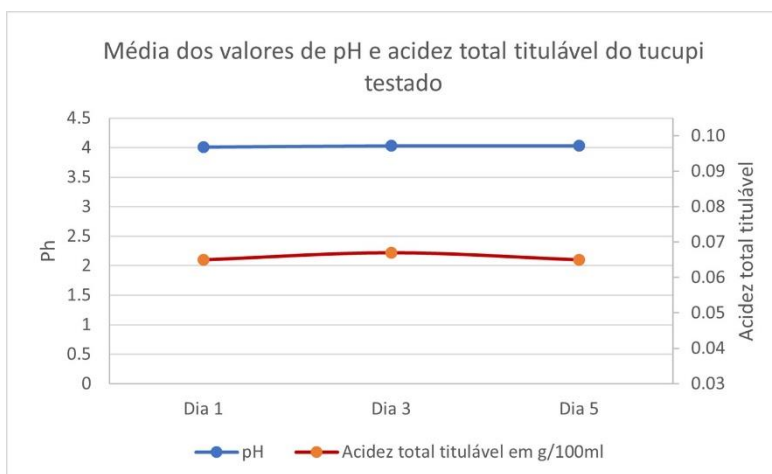
#### 4.10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos em MPa, apresentaram distribuição normal (Teste de Shapiro-Wilk) e, portanto, foram avaliados por meio da ANOVA *two-way*, com pós-teste de Tukey, sendo descritos, em média e desvio-padrão. O nível  $\alpha$  de significância de 5% ( $p \leq 0.05$ ) foi adotado para todas as análises empreendidas.

## 5. RESULTADOS

Observou-se uma estabilidade dos valores de pH e da acidez total titulável do tucupi ao longo dos 5 dias, onde a média do pH foi de 4,02 e da acidez foi de 0,060 (g/100ml) (**Figura 17**).

Foi verificado também, antes de cada ciclo de imersão, o pH do refrigerante a base de cola e da água destilada, os quais marcaram 2,25 e 7,24 respectivamente.



**Figura 17.** Média dos valores de pH e acidez total titulável do tucupi testado, ao longo de 5 dias.

O grupo G7 (dentina: água destilada + autocondicionamento) apresentou a maior média de resistência de união (15.10 MPa), sendo que o grupo G6 (dentina: tucupi + condicionamento ácido total) apresentou a menor média (3.43 MPa) (**Tabela 3**).

Independente da estratégia de união utilizada (condicionamento ácido total ou autocondicionamento), os grupos expostos ao tucupi apresentaram resistência de união significativamente menor ( $p < 0.05$ ) em relação aos grupos controle (água destilada), e foram estatisticamente semelhantes aos grupos controle positivo (refrigerante a base de cola) tanto para esmalte quanto para dentina (**Tabela 3**).

**Tabela. 3.** Médias (desvio-padrão) dos valores de resistência de união (em MPa) ao esmalte e dentina submetidos a 5 dias de exposição às soluções testadas utilizando duas estratégias adesivas. Teste ANOVA two-way ( $p \leq 0.05$ ).

ESMALTE	Água destilada	Refrigerante a base de cola	Tucupi
	Estratégia Adesiva 1: Cond. Ácido total	14.16 ( $\pm 4.37$ )Aa	9.35 ( $\pm 2.43$ )Ab
Estratégia Adesiva 2: Autocondicionamento	13.37 ( $\pm 3.40$ )Ba	6.86 ( $\pm 3.83$ )Bb	6.07 ( $\pm 2.41$ )Bb

DENTINA	Água destilada	Refrigerante a base de cola	Tucupi
	Estratégia Adesiva 1: Cond. Ácido total	10.48 ( $\pm 1.86$ )Aa	3.69 ( $\pm 0.74$ )Ab
Estratégia Adesiva 2: Autocondicionamento	15.10 ( $\pm 2.00$ )Ba	3.50 ( $\pm 0.52$ )Ab	3.84 ( $\pm 0.78$ )Ab

Letras minúsculas diferentes indicam diferença estatística na mesma linha  
 Letras maiúsculas diferentes indicam diferença estatística na mesma coluna

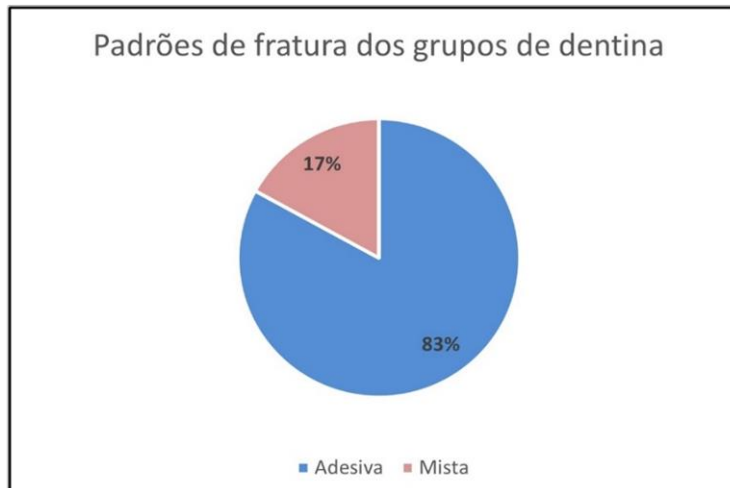
Observa-se que as menores médias de resistência de união ocorreram em dentina, para os grupos controle positivo (refrigerante a base de cola) e grupo teste (tucupi), independente da estratégia adesiva.

Em relação as estratégias adesivas, em de esmalte, houve diferença estatística, onde as maiores médias foram para os grupos de condicionamento ácido total. Já em dentina, houve diferença estatística apenas para os grupos de água destilada.

O padrão de fratura predominante para os grupos de esmalte foi do tipo I (adesiva) (83,3%), seguido do tipo II (mista) (16,7%) (**Figura 18**). Para dentina, o observado foi: tipo I (adesiva) (83%), tipo II (mista) (17%) (**Figura 19**), portanto nota-se uma semelhança nos padrões de fratura para esmalte e dentina.



**Figura 18.** Porcentagem dos padrões de fratura dos grupos de esmalte.



**Figura 19.** Porcentagem dos padrões de fratura dos grupos de dentina.

## 6. DISCUSSÃO

A literatura apresenta estudos que exploram a resistência de união adesiva de materiais restauradores às superfícies previamente erodidas em esmalte e dentina com bebidas ácidas, onde as ciclagens erosivas são realizadas previamente às restaurações adesivas (LENZI et al., 2013; WANG et al., 2014; GIACOMINI et al., 2016; HOSNI et al., 2019; ASSUNÇÃO et al., 2020). Este estudo foi o primeiro a fornecer evidências experimentais da influência da exposição, após restauração, de componentes de uma dieta regional, como o tucupi, na resistência de união. Nesse sentido, os nossos resultados sugerem que o tucupi interferiu na resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina.

A escolha pelo tucupi é justificada por ser um alimento bastante consumido na região Norte do Brasil, de pH caracteristicamente baixo (variando de 3.0 e 4.3) (CHISTÉ; COHEN; OLVEIRA, 2007), e pelo fato de sua influência erosiva na resistência de união adesiva ainda ser pouco explorada na literatura científica.

Foram realizadas análises de pH e acidez total titulável do tucupi a fim de caracterizar a acidez desta iguaria regional. O pH de uma bebida exerce influência no potencial erosivo enquanto a mesma está sendo consumida. Após a ingestão, a acidez total titulável torna-se responsável pelo tempo que o pH salivar é mantido em nível baixo na cavidade bucal, pois quanto maior a quantidade de base necessária para se atingir um pH neutro, maior a quantidade de saliva (alcalina) necessária à neutralização ácida (FURTADO et al., 2010; TADAKAMADLA et al., 2015;). No presente estudo, as médias dos valores do pH do tucupi (4.02) e acidez total titulável (0.060g/100ml), ao longo de 5 dias foram menores quando comparadas ao estudo de Carneiro (2020) (pH 4.4 e acidez total titulável 0.084g/100ml), embora tenha sido utilizada a mesma marca comercial do produto (mas de lotes de fabricação diferentes). Portanto destaca-se a importância dessas análises em cada pesquisa, uma vez que os resultados podem ser justificados com base nesses dados.

Bebidas ácidas com baixo pH promovem erosão através de um ataque ácido inicial à superfície de esmalte ou dentina e a acidez total titulável diminui a recuperação do pH salivar (TENUTA et al., 2022), sendo assim quanto mais alta a acidez total titulável, mais tempos a saliva necessita para tornar-se neutra. Em um estudo de Tenutta e colaboradores (2015) sobre a influência da acidez de bebidas sob a recuperação do

pH salivar, foi possível concluir que acidez total titulável influencia mais nessa recuperação do que o pH da bebida.

Wiegand, Lechte e kanzow (2021), em uma revisão sistemática, concluíram que a resistência de união ao esmalte não foi afetada pelo desafio erosivo prévio, porém, em dentina, a resistência de união foi significativamente reduzida para ambas as estratégias adesivas (condicionamento ácido total e autocondicionamento), assim como no presente estudo (G4: refrigerante a base de cola + condicionamento ácido total: 3.69 MPa/ G10: refrigerante a base de cola + autocondicionamento: 3.50 MPa/ G6: tucupi + autocondicionamento: 3.43 MPa/ G12: autocondicionamento: 3.84 MPa).

Carneiro (2020) demonstrou que a resistência de união não foi afetada pela ciclagem erosiva com tucupi, em restaurações realizadas após o desafio ácido. Nesse sentido, sabe-se que o desafio ácido agiu apenas sobre o substrato, diferentemente do presente estudo, onde especula-se que os agentes ácidos tenham atuado tanto no substrato, como diretamente na interface adesiva.

No estudo onde as ciclagens erosivas foram realizadas sobre interfaces adesivas preestabelecidas (ZANATTA et al., 2017), observou-se que resistência de união ao esmalte foi reduzida, corroborando com os resultados desse trabalho. Zanatta e colaboradores (2017) especulam ainda que a solução ácida pode ter agido diretamente na interface adesiva e não apenas no substrato. O efeito adverso do ácido nas margens da interface adesiva pode aumentar o fluxo de fluido nesta, comprometendo a integridade da mesma.

Martins e colaboradores (2016) demonstraram que o tucupi foi capaz de reduzir a microdureza do esmalte semelhantemente ao refrigerante a base de cola, portanto, concluíram que a ingestão do tucupi é um fator de risco para erosão do esmalte tanto quanto os refrigerantes a base de cola. Fato que pode explicar os resultados deste estudo, uma vez que os grupos expostos ao tucupi apresentaram resistência de união estatisticamente semelhantes aos grupos controle positivo (refrigerante a base de cola) para os dois substratos (esmalte e dentina).

Os menores resultados de resistência de união em dentina para os grupos tucupi e refrigerante a base de cola, podem ser explicados pelo fato de a dentina possuir maior quantidade de íons carbonato, tornando-se mais suscetível a erosão. Além disso, a apatita do tecido dentinário é muito menor em tamanho, o que a deixa mais susceptível

à dissolução na presença de ácidos quando comparada ao esmalte (BERTASSONI et al., 2010).

Se considerarmos o longo prazo, a degradação da camada híbrida ocasiona diminuição da resistência de união à dentina, o que influencia diretamente na longevidade da restauração. Após o condicionamento ácido, o sistema adesivo deveria penetrar em toda a dentina descalcificada. Como isso nem sempre ocorre, fibras colágenas ficam desprotegidas e suscetíveis ao ataque das metaloproteinasas enzimas presentes na própria dentina, que, reativadas pelo ácido fosfórico ou pelos monômeros ácidos dos adesivos autocondicionantes iniciam a degradação da camada (LIBERATTI, 2018).

As MMPs da dentina são produzidas por odontoblastos durante a dentinogênese e posteriormente incorporada na dentina em uma conformação inativa. Nos valores de pH ácidos inferiores a 4,5, elas são ativadas e tornam-se enzimas totalmente funcionais (STROBEL; HELLWIG, 2015), sendo assim ativadas com o uso do condicionamento com ácido fosfórico, dos adesivos autocondicionantes e também pelo ácido láctico das bactérias patogênicas orais (LI et al., 2015). Uma vez que o tucupi e o refrigerante a base de cola do presente estudo marcaram pH 4.02 e 2.25, respectivamente, e o refrigerante tipo cola apresenta ácido fosfórico em sua composição, pode-se especular que estas são substâncias possam contribuir para ativação das MMPs.

A água destilada foi utilizada como controle negativo por apresentar um pH neutro ou próximo do neutro (variando de 5.7 a 7.0) (KULTHANAN; NUCHKULL; VARONTHAI, 2013). O refrigerante a base de cola (Coca-Cola®) possui baixa concentração de flúor, fosfato e cálcio e foi utilizado como controle positivo, devido ao seu alto potencial erosivo (pH  $\approx$  2,5) e acidez total titulável (em torno de 0.57 g/ml) (TENUTA et al., 2015), sendo o ácido fosfórico o principal ativo ácido presente em sua composição. (DINIZ; LIMA; VALENÇA, 2017; WANG et al. 2014; TENUTA et al., 2015). A escolha do tucupi da marca comercial Vovó da Floresta justifica-se por ser padronizado e regulamentado pela Adepará, além disso foi a mesma marca utilizada no estudo pioneiro de resistência de união utilizando tucupi para ciclagens erosivas (CARNEIRO, 2020). O refrigerante utilizado no presente estudo apresentou média de pH 2,25, o tucupi 4,02 e a água destilada foi de 7,24.

Os protocolos de ciclagem erosiva variam entre os diferentes estudos em relação ao tempo de ciclagem e tipos de bebidas (CASASAPAYCO et al., 2014; WANG et al., 2014; CRUZ et al., 2015; ZIMMER et al., 2015; ZANATTA et al., 2017; RIOS et al., 2018; STEIGER-RONAY et al., 2018; ASSUNÇÃO et al., 2020). Neste estudo, para simular a erosão dental, as ciclagens erosivas foram realizadas com água destilada, refrigerante a base de cola e tucupi, sob leve agitação, por 20 minutos ao dia, durante 5 dias, assim como no estudo de Carneiro (2020), que avaliou a influência erosiva do tucupi em interfaces adesivas estabelecidas após o desafio erosivo. Apesar disso, ainda não existe um protocolo erosivo estabelecido para esta iguaria regional, sendo assim, trabalhou-se com um tempo de ciclagem erosiva (5 dias) tomando por base os tempos previamente estabelecidos para o ácido fosfórico e o ácido cítrico (ROMÃO, 2014; WANG et al., 2014; GIACOMONI et al., 2016; MODA et al., 2019; ASSUNÇÃO et al., 2020; WIEGAND, LECHTE E KANZOW, 2021). Apesar de estudos *in vitro* não reproduzirem as condições exatas *in vivo*, o modelo utilizado simula uma alimentação diária com tucupi.

Foram utilizadas duas estratégias adesivas diferentes: (1) condicionamento ácido total de 2 passos (Adper™ Single Bond 2) e (2) autocondicionamento de 2 passos (Clearfil SE Bond), pois esses materiais foram previamente utilizados em outros estudos que avaliaram a resistência de união ao esmalte e dentina sadios e previamente erodidos (LENZI et al., 2013; CASAS-APAYCO et al., 2014; WANG et al., 2014; CRUZ et al., 2015; GIACOMINI et al., 2016; WIEGAND, LECHTE E KANZOW, 2021).

De acordo com a literatura, os testes “micro” são ideais para analisar o desempenho de materiais, devido à facilidade de execução e aos altos valores de resistência de união, que não são possíveis de medir com precisão em testes “macro” (como os testes de cisalhamento e resistência à tração), portanto realizou-se o teste de microcisalhamento para avaliar a resistência de união. Além disso, através desse teste, pode-se ter uma padronização das amostras pela menor indução de tensões durante a confecção dos corpos-de-prova (CRUZ et al., 2015).

Devido as suas características morfológicas e histológicas similares ao substrato humano, facilidade de obtenção, presença de superfícies amplas e com raros defeitos ou lesões cáries (SOARES et al., 2016; TERUE et al., 2015), os dentes bovinos têm sido amplamente utilizados como substitutos de dentes humanos em estudos *in vitro* e

*in situ* que avaliam tanto a resistência de união, quanto fenômeno da erosão dental (CASAS-APAYCO et al., 2014; WANG et al., 2014; CRUZ et al., 2015; SOARES et al., 2016; RIOS et al., 2018; STEIGER-RONAY et al., 2018), e por estas razões foram utilizados neste estudo.

O padrão de fratura predominante desse estudo foi do tipo adesiva, corroborando com os resultados de Zanatta e colaboradores (2017), onde o desafio ácido também foi realizado após a construção das restaurações. Já no estudo de Carneiro (2020) o padrão de fratura predominantemente foi mista, porém as ciclagens erosivas, pré-restaurações, com tucupi, não influenciaram a resistência de união.

Entretanto, diante do exposto, fica patente a necessidade de estudos adicionais avaliando a influência de diferentes desafios erosivos sobre a resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas. A variabilidade de informações disponíveis acerca da resistência de união aos substratos dentais previamente erodidos pode ser justificada, ainda que parcialmente, por diferenças metodológicas entre os estudos, tais como: protocolos erosivos distintos, exposição ou não dos substratos a soluções remineralizantes, uso de inibidores de MMPs, diferentes materiais restauradores testados, dentre outros.

## **7. CONCLUSÃO**

As ciclagens erosivas com tucupi influenciaram reduzindo a resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina, independente da estratégia adesiva utilizada (condicionamento ácido total ou autocondicionamento).

## REFERÊNCIAS

1. ASHLEY, P. *et al.* Oral health of elite athletes and association with performance: a systematic review. **Br J Sports Med**, v. 49, p. 14-19, 2015.
2. ASSUNÇÃO, C. M. *et al.* Microshear Bond Strength of Adhesive Systems on Eroded Primary Enamel and Dentin. **Pediatr Dent**, v. 42, n. 1, p. 47-52, 2020.
3. ARATO, C. V. B.; FUSCO, V. Influência da dieta ácida na erosão dentária: avaliação do pH de bebidas Industrializadas. **Journal of the Health Sciences Institute**, v. 34, n. 3, p. 149-152, 2016.
4. ADEPARÁ. Agência de Defesa Agropecuária do Pará. **O tucupi produzido no Pará tem padrão de identidade e qualidade certificado pela Adepara**. 2020. Disponível em: <<http://www.adepara.pa.gov.br/artigos/tucupi-produzido-no-pará>> . Acesso em: 05 de dez de 2021.
5. AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of AOAC International. **Revista Gaitherburg**, v. 3, n. 2, 1997.
6. BAIA, J. C. P. *et al.* Influence of prolonged dental bleaching on the adhesive bond strength to enamel surfaces. **International Journal of Dentistry**, n. 2, p. 1-9, 2020.
7. BARTLETT, D. A. personal perspective and update on erosive tooth wear - 10 years on: Part 2 - Restorative management. **Brazilian Dental Journal**, v. 221, n. 4, p 167-171, 2016.
8. BASHA, S. *et al.* Association between soft drink consumption, gastric reflux, dental erosion, and obesity among special care children. **Special Care in Dentistry**, v. 40, n. 1, p. 97-105, 2019.
9. BERTASSONI, L. E. *et al.* Evaluation of Surface Structural and Mechanical Changes Following Remineralization of Dentin. **Scanning**, v. 32, n. 5, p. 312–319, 2010.
10. BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. **Alimentos regionais brasileiros**. 2.ed. Brasília, 2015. Disponível em:<[https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos\\_regionais\\_brasileiros\\_2e\\_d.pdf](https://bvsm.s.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentos_regionais_brasileiros_2e_d.pdf)> Acesso em: 18 dez 20.
11. BRESCHI, L. *et al.* High resolution SEM evaluation of dentin etched with maleic and citric acid. **Dent Mater**. v. 18, n. 1, p. 26-35, 2002.
12. BEDRAN-RUSSO, A. *et al.* An Overview of dental adhesive systems and the dynamic tooth–adhesive interface. **Dental Clinics of North America**, v. 61, n. 4, p. 713-731, 2017.
13. CAMPOS, A. P. R. *et al.* **Caracterização físico-química do tucupi durante as etapas de processamento**. 1. ed. Belém/PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2017. Disponível em:< <https://www.embrapa.br/amazonia-oriental/publicacoes>>.
14. CARNEIRO, R. V. T. M. **Influência erosiva do tucupi na resistência de união ao esmalte e dentina**. 2020. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, Pará, 2020.
15. CARVALHO, T. S. *et al.* Consensus sport of the european federation of conservative dentistry: Erosive tooth wear – diagnosis and management. **Clinical Oral Investigations**, v. 19, n. 7, p. 1557-1561, 2015.

16. CARVALHO, T.S.; LUSSI, A. Chapter 9: Acidic beverages and foods associated with dental erosion and erosive tooth wear. **Monographs in Oral Science**, v. 28, p. 91-98, 2020.
17. CASAS-APAYCO, L. C. *et al.* Erosive cola-based drinks affect the bonding to enamel surface: an *in vitro* study. **Journal of Applied Science**, v. 22, n. 5, p. 434-441, 2014.
18. CAVALCANTI, A. L. *et al.* Avaliação In Vitro do Potencial Erosivo de Bebidas Isotônicas **Rev Bras Med Esporte**, v. 16, n. 6, p. 455-458, 2010.
19. CHISTÉ, R. C; COHEN, K. O; OLIVEIRA, S. S. Estudo das propriedades físico-químicas do tucupi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 3, p. 437-440, 2007.
20. CHISTÉ, R.C; COHEN, K.O. Total and free cyanide contents determination during the processing steps for preparing tucupi. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v.1, n. 70, p. 41-46, 2011.
21. CRUZ, J. B. *et al.* Bonding stability of adhesive systems to eroded dentin. **Brazilian Oral Research**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2015.
22. DINIZ, L.T.; LIMA, D.M.B.; VALENÇA, A.M.G. Análise de pH, sólidos solúveis totais e alterações microestruturais em esmalte promovidas por refrigerantes à base de cola. **Revista Brasileira de Ciências da Saúde**, v. 21, n. 3, p. 221-228, 2017.
23. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mandioca em números. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/mandioca-em-numeros>>. Acesso em: 05 de dez de 2021.
24. FARIAS NETO, A. M. **Resistência de união à dentina erodida em função da aplicação de um agente antiproteolítico para prevenção/controlado do desgaste.** 2017. Dissertação (Mestrado em Odontologia) - Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
25. FEATHERSTONE, J.D.B.; LUSSI, A. Understanding the chemistry of dental erosion. **Monographs in Oral Science**, v. 20, p.66-76, 2006.
26. FURTADO, J. R. *et al.* Aspectos físico-químicos relacionados ao potencial erosivo de bebidas ácidas. **RFO**, v. 15, n. 3, p. 323-328, 2010.
27. GANSS, C; LUSSI, A. Diagnosis of erosive tooth wear. **Monographs in Oral Science**, Karger, v. 25, p. 22-31, 2014.
28. GANSS, C.; LUSSI, A.; SCHLUETER, N. The histological features and physical properties of eroded dental hard tissues. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p.99-107, 2014.
29. GIACOMINI, M. C. *et al.* Resistência da união de restaurações confeccionadas com sistemas adesivos universais em dentes acometidos por erosão ácida. **Journal of Oral Investigations**, v. 8, n. 1, p. 7-17, 2019.
30. GIACOMINI, M. C. *et al.* Influence of erosive and abrasive cycling on bonding of different adhesive systems enamel: An *in situ* study. **Brazilian Dental Journal**, v. 27, n. 5, p. 548-555, 2016.
31. HOSNI, M. G. *et al.* Evaluation of shear bond strength of resin composite to enamel surface of permanent teeth eroded by two carbonated beverages (in vitro study). **Alexandria Dental Journal**. v.44, p. 96-100, 2019.

32. IAL. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos físico-químicos para análises de alimentos. São Paulo: 2008.
33. IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. 2020. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9201-levantamento-sistemático-da-produção-agricola>>. Acesso em: 10 jan de 2021.
34. KANZOW, P. *et al.* Etiology of pathogenesis of dental erosion. **Quintessence International**. v. 47, n. 4, p. 275-278, 2016.
35. KULTHANAN, K.; NUCHKULL, P.; VARONTHAI, V. The pH of water from various sources: an overview for recommendation for patients with atopic dermatitis. **Asia Pacific Allergy**, v. 3, n. 3, p. 155-160, 2013.
36. LENZI T.; HESSE, D.; GUGLIELMI, C. *et al.* Shear bond strength of two adhesive materials to eroded enamel. **The Journal of Contemporary Dental Practice**. v. 14, n. 4, p. 700-703, 2013.
37. LIBERATTI, G.A. **Resistência de união à dentina erodida e erodida e abrasionada**. 2018. Dissertação (Mestrado em Odontologia). Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.
38. LI, F. *et al.* Inhibition of matrix metalloproteinase activity in human dentin via novel antibacterial monomer. **Dent Mater**, v. 31, n. 3, p. 284–292, 2015.
39. LUSSI, A. *et al.* Dental Erosion. **Monogr Oral Sci**, v. 20, p.88–99, 2006.
40. LUSSI, A. *et al.* Dental erosion—an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects. **Caries Research**, v. 45, n. 1, p. 2–12, 2011.
41. LUSSI, A.; JAEGGI, T.; Chemical factors. **Monogr Oral Sci**. v. 20, p.77-87, 2006.
42. LUTOVAC, M. *et al.* Testing the effect of aggressive beverage on the damage of enamel structure. **Macedonian Journal of Medical Sciences**, v. 5, n. 7, p. 987-993, 2017.
43. MACEDO, D. R.; DORINE, A. L.; MENDONÇA, J. S.; Influência de sistemas adesivos autocondicionantes na resistência de união da resina composta à dentina. **Revista Brasileira de Pesquisa em Saúde**, v.12, n.1, p.47-51, 2010.
44. MARRO, F.; JACQUET, W.; BOTTENBERG, P. *et al.* The Influence of behavioural and sociodemographic risk indicators on erosive tooth wear in flemish adolescents, belgium. **Caries Research**, v. 52, n. 1-2, p. 119–128, 2018.
45. MARTINS, L. M.; FRANCISCONI-DOS-RIOS, L. F.; MEIRA, G. F. *et al.* Amazonian delicacy tucupí is as erosive as a cola-based soft drink. **Archives of Oral Biology**, v.61, p. 84-88, 2016.
46. MASARWA, N. *et al.* Longevity of Self-Etch Dentin Bonding Adhesives compared to Etch-and-Rinse Dentin Bonding Adhesives: A Systematic Review. **The Journal of Evidence-Based Dental Practice**, v. 16, n. 2, p. 96-106, 2016.
47. MODA, M. D. *et al.* Comparison of in vitro erosion protocols in bovine teeth to simulate natural erosion lesion: analysis of mechanical properties and surface gloss. **Journal of Applied Oral Science**, v. 27, 2019.

48. NASCIMENTO, G. C. R. *et al.* Effect of sodium ascorbate on bond strength and metalloproteinases activity in bleached dentin. **Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry**, v. 11, p. 259–265, 2019.
49. OSTROWKSA, A. *et al.* Evaluation of the erosive potential of selected isotonic drinks: *In Vitro* Studies. **Advances in Clinical and Experimental Medicine**, v. 25, n. 6, p. 1313–1319, 2016.
50. PERDIGÃO, J.; REIS, A.; LOGUÉRCIO, A.D. Dentin Adhesion and MMPs: A Comprehensive Review. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, v. 25, n. 4, p. 219-241, 2013.
51. PROVATENOU, E. *et al.* Erosive tooth wear and related risk factors in 8- and 14-year-old greek children. **Caries Research**, v. 50, n. 4, p. 349-362, 2016.
52. RIOS, D. **Avaliação “in situ” do efeito erosivo de um refrigerante associado ou não à escovação e ação salivar, em dentes humanos e bovinos.** 2004. Tese (Doutorado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
53. RIOS, D. *et al.* Scanning electron microscopic study of the in situ effect of salivary stimulation on erosion and abrasion in human and bovine enamel. **Brazilian Oral Research**, v. 22, n. 2, p. 132-138, 2008.
54. RIOS, D. *et al.* The effect of aspartame and pH changes on the erosive potential of cola drinks in bovine enamel: An *in vitro* study. **Journal of Clinical and Experimental Dentistry**, v. 10, n. 9, p.933-937, 2018.
55. ROMÃO, D.A. **Validação de um modelo de ciclagens erosivas para estimar o efeito dose-resposta do pH na erosão inicial do esmalte dental.** 2014. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, Piracicaba, São Paulo, 2014.
56. SATO T. *et al.* The Onset of Dental Erosion Caused by Food and Drinks and the Preventive Effect of Alkaline Ionized Water. **Nutrientes**, v. 13, p.1-7, 2021.
57. SHELLIS, R.P.; ADDY, M. The Interactions Between attrition, abrasion and erosion in tooth wear. **Monographs in Oral Science**, v. 25, p. 32-45, 2014.
58. SOARES, F.Z.M. *et al.* Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. **Dental Materials**, v. 32, n. 11, p. 1385-1393, 2016.
59. SOARES, P.V.; GRIPPO, J. **Lesões Cervicais Não Cariosas e Hipersensibilidade Dentinária Cervical: Etiologia, Diagnóstico e Tratamento.** 1. ed. São Paulo: Quintessence, 244p, 2017.
60. SOFAN, E. *et al.* Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. **Annali di Stomatologia**, v. 8, n. 1, p. 1-17, 2017.
61. STROBEL, S; HELLWIG, E. The effects of matrix metalloproteinases and chlorhexidine on the adhesive bond. **Swiss dental journal**, v.125, n.2, p. 134- 140, 2015.
62. STEIGER-RONAY, V. *et al.* Temperature-dependent erosivity of drinks in a model simulating oral fluid dynamics. **Journal of Dentistry**, v. 70, p. 118-123, 2018.
63. SOUSA, N.W.A. **Influência da *Manihot Esculenta* (tucupi) na rugosidade superficial, microdureza, ultramorfologia e variação de massa do esmalte dental.**

2019. Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Faculdade de Odontologia, Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, Pará, 2019.
64. TADAKAMADLA, J. et al. Enamel solubility potential of commercially available soft drinks and fruit juices in Saudi Arabia. **The Saudi Journal for Dental Research**, v. 6, n. 2, p. 106-109, 2015.
65. TAHMASSEBI, J. F.; BANIHANI, A. Impact of soft drinks to health and economy: a critical review. **European Archives of Paediatric Dentistry**, v. 21, p.109–117, 2020.
66. TENUTA, L. M. A. *et al.* Titratable acidity of beverages influences salivary pH recovery. **Brazilian Oral Research**, v. 29, n. 1, p. 1-6, 2015.
67. TENUTA, L. M. A. *et al.* Effect of pH and titratable acidity on enamel and dentine erosion. **Clinical Oral Investigations**. v. 26, n. 5, 2022.
68. TUÑAS, I. T. C. *et al.* Erosão dental ocupacional: aspectos clínicos e tratamento. **Rev. Bras. Odontol.** v.73 n.3, 2016.
69. TERUEL, J. D. *et al.* Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Archives of oral biology*, v. 60, p. 768-775, 2015
70. WEIGAND, A.; LECHTE, C.; KANZOW, P. Adhesion to eroded enamel and dentin: systematic review and meta-analysis. **Dental Materials**, v.37, p. 1845-1853, 2021.
71. WANG, L. *et al.* Effect of simulated intraoral erosion and/or abrasion effects on etch-and-rinse bonding to enamel. *The American Journal of Dentistry*, v. 27, n.1, p. 29-34, 2014.
72. YABUKI, C. *et al.* Effect of acid erosion on enamel bond strength of self-etch adhesives and sonic velocity measurement of enamel. **Dental Materials Journal**, v. 37, n. 4, p. 542-548, 2018.
73. ZANATTA, R.F. *et al.* Microleakage and shear bond strength of composite restorations under cycling conditions. **Operative Dentistry**, n. 42, n. 2, p. 71-80, 2017.
74. ZIMMER, S. *et al.* Influence of various acidic beverages on tooth erosion. Evaluation by a new method. **Plos One**, v. 10, n. 5, 2015.

## ANEXO - Certificado de Aprovação pela Comissão de Ética no Uso de Animais - CEUA/UFPA.



UFPA  
Universidade Federal do Pará

Comissão de Ética no  
Uso de Animais

### CERTIFICADO

Certificamos que a proposta intitulada "INFLUÊNCIA EROSIVA DO TUCUPI NA RESISTÊNCIA DE UNIÃO ADESIVA AO ESMALTE E DENTINA", protocolada sob o CEUA nº 1358240920 (ID 001578), sob a responsabilidade de **Sandro Cordeiro Loretto e equipe; Reginna Vycória da Trindade Souza de Melo Carneiro; Marina Lima Wanderley; Mara Eliane Soares Ribeiro** - que envolve a produção, manutenção e/ou utilização de animais pertencentes ao filo Chordata, subfilo Vertebrata (exceto o homem), para fins de pesquisa científica ou ensino - está de acordo com os preceitos da Lei 11.794 de 8 de outubro de 2008, com o Decreto 6.899 de 15 de julho de 2009, bem como com as normas editadas pelo Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA), e foi **aprovada** pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Pará (CEUA/UFPA) na reunião de 22/12/2020.

We certify that the proposal "EROSIVE INFLUENCE OF TUCUPI ON ADHESIVE BOND STRENGTH TO ENAMEL AND DENTIN SURFACES", utilizing 336 Bovines (males and females), protocol number CEUA 1358240920 (ID 001578), under the responsibility of **Sandro Cordeiro Loretto and team; Reginna Vycória da Trindade Souza de Melo Carneiro; Marina Lima Wanderley; Mara Eliane Soares Ribeiro** - which involves the production, maintenance and/or use of animals belonging to the phylum Chordata, subphylum Vertebrata (except human beings), for scientific research purposes or teaching - is in accordance with Law 11.794 of October 8, 2008, Decree 6899 of July 15, 2009, as well as with the rules issued by the National Council for Control of Animal Experimentation (CONCEA), and was **approved** by the Ethic Committee on Animal Use of the Federal University of Para (CEUA/UFPA) in the meeting of 12/22/2020.

Finalidade da Proposta: [Pesquisa](#)

Vigência da Proposta: de [01/2021](#) a [08/2021](#) Área: [Odontologia](#)

Origem: [Não se aplica](#)

Espécie: [Bovinos](#)

sexo: [Machos e Fêmeas](#)

idade: [22 a 24 meses](#)

N: [336](#)

Linhagem: [Bos taurus indicus](#)

Peso: [270 a 315 kg](#)

Local do experimento: Laboratório de Materiais Dentários, pertencente ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia e localizado na Faculdade de Odontologia da UFPA.

Belém, 22 de dezembro de 2020

*Barbarella de Matos Macchi*

Profa. Dra. Barbarella de Matos Macchi  
Coordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal do Pará

*M<sup>a</sup> Vivina B. Monteiro*

Profa. Dra. Maria Vivina Barros Monteiro  
Vice-Cordenadora da Comissão de Ética no Uso de Animais  
Universidade Federal do Pará

**Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)**  
**Biblioteca do CESUPA, Belém – PA**

---

Wanderley, Marina Lima.

Influência erosiva do tucupi na resistência de união de interfaces adesivas preestabelecidas em esmalte e dentina / Marina Lima Wanderley; orientador Sandro Cordeiro Loretto, coorientadora Maria Eliane Soares Ribeiro. – 2022.

Dissertação (Mestrado em Clínica Odontológica) – Centro Universitário do Estado do Pará, Belém, 2022.

1. Esmalte dentário. 2. Erosão dentária. 3. Dentina. I. Loretto, Sandro Cordeiro, orient. II. Ribeiro, Maria Eliane Soares. III. Título.

CDD 23ª ed. 617.675

---