



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BRUNNA RAQUEL LEITE PINTO**

**INFLUÊNCIA DE BEBIDAS ÁCIDAS SOBRE RESINA  
COMPOSTA NANOHÍBRIDA**

**CAMPINA GRANDE – PB**

**2014**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA - UEPB**  
**CAMPUS I – CAMPINA GRANDE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - CCBS**  
**DEPARTAMENTO DE ODONTOLOGIA**  
**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**BRUNNA RAQUEL LEITE PINTO**

**INFLUÊNCIA DE BEBIDAS ÁCIDAS SOBRE RESINA COMPOSTA  
NANOHÍBRIDA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
em Odontologia da Universidade  
Estadual da Paraíba, para obtenção do  
título de Bacharel em Odontologia.

**Orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro

**Co- orientadora:** Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Nadja Maria Silva de Oliveira Brito

Campina Grande – PB

2014

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

P659i Pinto, Brunna Raquel Leite.

Influência de bebidas ácidas sobre resina composta nanohíbrida [manuscrito] / Brunna Raquel Leite Pinto. - 2014. 42 p. : il. color.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Odontologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2014.

"Orientação: Profa. Dra. Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro, Departamento de Odontologia".

"Co-Orientação: Profa. Dra. Nadja Maria Silva de Oliveira Brito, Departamento de Odontologia".

1. Resinas dentárias. 2. Resina composta. 3. Teste de dureza da resina. I. Título.

21. ed. CDD 617.675

BRUNNA RAQUEL LEITE PINTO

INFLUÊNCIA DE BEBIDAS ÁCIDAS SOBRE RESINA COMPOSTA  
NANOHÍBRIDA

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Curso de Graduação  
em Odontologia da Universidade  
Estadual da Paraíba, para obtenção do  
título de Bacharel em Odontologia.

Área de concentração: Clínica Odontológica

Data da defesa: 21 de julho de 2014.

Resultado: \_\_\_\_\_

BANCA EXAMINADORA

Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro/

Orientadora/CCBS/UEPB

Kátia Simone Alves dos Santos

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Kátia Simone Alves dos Santos/

Examinadora/CCBS/UEPB

Darlene Cristina Ramos Eloy Dantas

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Darlene Cristina Ramos Eloy Dantas/

Examinadora/CCBS/UEPB

## **DEDICATÓRIA**

À minha família, em especial aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado e se fizeram presente em todos os momentos. Acreditaram em mim quando nem mesmo eu acreditava e me deram força para continuar a jornada e chegar até aqui.

À minha fiel amiga Anna Cecília que fez parte da trajetória de minha graduação, sempre me apoiando e me incentivando a vencer os obstáculos e medos.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus pelo dom da vida, pelas oportunidades e discernimento nas minhas decisões, por guiar e iluminar meus caminhos.

Aos meus pais pelo amor, apoio, carinho, educação e dedicação. Pela paciência e sabedoria em lidar com as diferentes situações que foram impostas.

Aos meus irmãos, cunhados e tia, Celi, pelo apoio e confiança.

Ao meu namorado, Rafael, pela compreensão, carinho, apoio e por dividir comigo todos os momentos de ansiedade, nervosismo, alegrias e conquistas.

À minha orientadora Dr<sup>a</sup> Ana Isabella Arruda pela oportunidade, paciência, atenção e ensinamentos, que foram muito além da realização deste trabalho, nas aulas, clínicas e laboratórios.

Aos professores do curso de Biologia e Engenharia Mecânica que facilitaram o desenvolvimento do trabalho.

Ao técnico de mecânica, George, pela sua contribuição, boa vontade e paciência.

.....À minha colega de curso e parceira nesse trabalho, Rayssa, que muito contribuiu e me ajudou em seu desenvolvimento.

“Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor.”

*Johann Goethe*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C- Grau Celsius

ANOVA- Análise de variância

BISGMA- Bisfenol Glicidil Dimetacrilato

EGDMA- Etileno Glicol Dimetacrilato

Fig.- Figura

h- Hora

LED- *Light Emitting Diode*

ml- Mililitro

mm- Milímetros

mW/cm<sup>2</sup>- Miliwatts por centímetro quadrado

nm- Nanometros

Pág. Página

pH- *Hydrogen- ion concentration*

®- Marca registrada

s- Segundos

SPSS- *Statistical Package for the Social Sciences*

TEGDMA- Trietilenoglicol Dimetacrilato

UDMA- Dimetacrilato Uretano.

UEPB- Universidade Estadual da Paraíba

UFMG- Universidade Federal de Campina Grande

x- Indica número de vezes

µm- Micrometro

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Distribuição da resina composta segundo a composição, quantidade e tamanho das partículas, fabricante e lote.....	Pág. 20
Quadro 2. Distribuição das bebidas segundo o sabor e o fabricante.....	Pág. 20
Quadro 3. Distribuição dos grupos segundo a resina composta e a bebida.....	Pág. 23
Quadro 4. Médias iniciais da microdureza.....	Pág. 30
Quadro 5. Médias finais da microdureza.....	Pág. 31

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Resultado do pH endógeno das bebidas.....Pág. 27

Tabela 2. Testes t pareado e wilcoxn signed rank.....Pág. 29

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Materiais utilizados.....	Pág. 19
Figura 2- Medição do diâmetro.....	Pág. 21
Figura 3- Medição da espessura.....	Pág. 21
Figura 4- Aplicação de vaselina.....	Pág. 22
Figura 5- Incremento de resina.....	Pág. 22
Figura 6- Pressão por placa de vidro.....	Pág. 22
Figura 7- Unidade polimerizadora.....	Pág. 22
Figura 8- Polimerização por LED.....	Pág. 22
Figura 9- Matriz e corpo de prova.....	Pág. 22
Figura 10- Processo de embutimento.....	Pág. 22
Figura 11- Potenciômetro.....	Pág. 23
Figura 12- Bebidas utilizadas.....	Pág. 23
Figura 13- Corpos de prova submersos em Coca-Cola® e saliva.....	Pág. 24
Figura 14- Corpos de prova submersos em Gatorade® e saliva.....	Pág. 24
Figura 15- Microdurômetro (Microhardness Tester FM – 700).....	Pág. 25
Figura 16- Penetrador piramidal tipo vickers.....	Pág. 25
Figura 17- Boxplots para cada um dos meios (inicial). 1 - Água Destilada; 2 - Coca-Cola Gatorade; 4 - Suco de Laranja; 5 - Red Bull; 6 - Sollys Laranja.....	Pág. 31
Figura 18- Boxplots final para cada um dos meios (final). 1 - Água Destilada; 2 - Coca-Cola; 3 - Gatorade; 4 - Suco de Laranja; 5 - Red Bull; 6 - Sollys Laranja.....	Pág. 32

## RESUMO

A resina composta tem sido um material amplamente utilizado na odontologia atual, devido à evolução de suas propriedades mecânicas e ópticas. Contudo a mesma está continuamente sujeita à ação deletéria do meio bucal, podendo sofrer constante erosão, devido ao crescente consumo de bebidas cítricas, frutas e refrigerantes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a microdureza de uma resina composta após diferentes desafios ácidos. A amostra foi constituída por 18 corpos de prova (n=3), sendo estes discos da resina composta Esthet-X HD que foram imersos em 6 tipos de bebidas (Coca-Cola<sup>®</sup>, Gatorade<sup>®</sup>, suco de laranja, Red Bull<sup>®</sup>, Sollys<sup>®</sup> e água destilada). Foi medido o pH de cada bebida, através do potenciômetro Modelo Q400A. A microdureza inicial e final de cada corpo de prova foi avaliada, antes e após os ciclos dos desafios ácidos, utilizando-se o microdurômetro (Microhardness Tester FM - 700) com penetrador diamantado piramidal tipo Vickers programado para aplicar uma carga estática de 100 g durante 15 segundos. Após a análise dos dados verificou-se que a Coca Cola apresentou o pH mais ácido entre as bebidas utilizadas; gatorade laranja, suco de laranja e red bull apresentaram diferenças médias da microdureza inicial e final estatisticamente significativa; a água destilada apresentou a maior média da microdureza para os dados iniciais e que a água destilada e gatorade laranja apresentam maiores médias da microdureza para os dados finais. Não houve relação direta entre o nível do pH com o potencial de redução da microdureza do material, ou seja, outros fatores contribuíram para o resultado, como titulação e propriedade de queelação do ácido.

**Palavras- chave:** Resinas compostas, testes de dureza, pH.

## ABSTRACT

The composite resin material has been widely used in dentistry today, due to the evolution of its mechanical and optical properties. However the same is continually subject to deleterious effects from the oral environment and may undergo constant erosion due to increased consumption of citrus drinks, fruit and soft drinks. The aim of this study was to evaluate the hardness of a composite resin after different acid challenges. The sample consisted of 18 specimens ( $n = 3$ ), and these disks composite Esthet-X HD that were immersed in 6 types of drinks (Coca-Cola ®, Gatorade ®, orange juice, Red Bull ®, Sollys ® and distilled water). The pH of each beverage through the pot Model Q400A was measured. The start and end of each test specimen microhardness was measured before and after acid challenge cycles, using a microhardness tester (Microhardness Tester FM - 700) with diamond Vickers indenter pyramidal type programmed for applying a static load of 100 g for 15 seconds. After the data analysis it was found that Coca-Cola introduced between the more acid pH beverages used; orange gatorade, orange juice and red bull showed mean differences in initial and statistically significant microhardness end; distilled water had the highest average microhardness for the initial data and that distilled water and orange gatorade have higher average microhardness for the final data. There was no direct relationship between the pH level with the potential to reduce the hardness of the material, ie, other factors contributed to the result, as titling and property chelating acid.

**Key- words:** Composite resins, hardness tests , hydrogen- ion concentration

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b>	15
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS</b>	18
3.1	OBJETIVO GERAL	18
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b>	19
4.1	MÉTODO DE ABORDAGEM, DE PROCEDIMENTO E TIPO DE ESTUDO	19
4.2	LOCAL DO EXPERIMENTO	19
4.3	AMOSTRA E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA	19
<b>4.3.1</b>	<b>Corpos de Prova de Resina Composta</b>	21
4.4	ESTUDO PILOTO	23
4.5	DETERMINAÇÃO DO pH ENDÓGENO	23
4.6	CICLO DO DESAFIO ÁCIDO	24
4.7	COLETA DE DADOS	25
4.8	ANALISE ESTATÍSTICA	25
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b>	27
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b>	33
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	37
	<b>REFERÊNCIAS</b>	38
	<b>APÊNDICE</b>	42

## 1 INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda pelas técnicas de tratamento estético restaurador, observa-se uma grande demanda do uso das resinas compostas. Contudo, vários fatores devem ser avaliados antes da escolha do material restaurador utilizado, a fim de se obter sucesso no procedimento clínico. A partir disso, tem-se desenvolvido materiais com propriedades físicas e mecânicas melhoradas, visto que estas propriedades são influenciadas por sua composição, tamanho, tipo e volume das partículas de carga, assim como, pelo tipo de sistema monomérico, e pela efetividade da união entre partícula de carga e a matriz resinosa. As características inerentes às partículas de carga estão diretamente relacionadas com a melhoria das propriedades mecânicas das resinas compostas (SILVEIRA et al., 2012).

Apesar da necessidade de uma criteriosa escolha do material restaurador a ser utilizado, conforme ressaltado, o mesmo está continuamente sujeito à sofrer modificações a partir do meio bucal, como constante erosão, devido ao crescente consumo de bebidas cítricas, frutas e refrigerantes. O estilo de vida moderno que une praticidade e rapidez na alimentação, leva ao aumento do consumo de *fast foods*, contribuindo para uma alimentação rica em ácidos, açúcares e sódio. (SANTOS et al., 2005). Estes meios afetam a resistência dos materiais restauradores através da decomposição da matriz e da interação com partículas de carga (LUIZ, 2007).

Devido às dificuldades do desenvolvimento de estudos *in vivo*, os ensaios laboratoriais são utilizados para se avaliar, dentre outras características, a microdureza superficial, que pode ser definida como a resistência que um material oferece à indentação, penetração permanente em sua superfície, submetida a uma carga constante. É uma medida de resistência à deformação plástica e se afere como a força por unidade da superfície de indentação (QUISPE, 2011).

O teste de microdureza Vickers é adequado para utilização em materiais pequenos, sendo constituído por um penetrador piramidal de diamante com base quadrangular (REZENDE, 2012). Apresenta uma vantagem em relação às demais escalas de dureza, por se aplicar a praticamente todas as classes de materiais, em uma extensa faixa de força (SOUZA et al., 2005). Este tipo de ensaio também tem sido utilizado para obtenção do grau de polimerização das resinas compostas. Os valores de

microdureza obtidos podem ser utilizados como forma de medida indireta da ação de conversão de monômeros em polímeros (SILVEIRA et al., 2012).

A evolução dos meios disponíveis para avaliar as propriedades das resinas compostas dá a oportunidade de compará-las com os demais componentes dentais, como esmalte e dentina, contribuindo para o aprimoramento de um material restaurador que restitua a função do elemento dental. Necessita-se também de uma união forte e durável com a estrutura dental para obtenção de um resultado clínico efetivo e duradouro, suportando as variações dos diferentes meios que serão submetidas.

Frente ao exposto, este trabalho teve o objetivo de avaliar quantitativamente as alterações superficiais ocorridas após diferentes desafios ácidos em uma resina composta nanohíbrida.

## 2 REVISAO DE LITERATURA

A partir do insucesso da utilização da resina epóxi e acrílica na restauração dos elementos dentários, Bowen desenvolveu o Bis- GMA (bisfenol A glicidil dimetacrilato) com a união das características desejáveis de ambas. O Bis- GMA foi aprimorado com a adição de partículas inorgânicas para melhorar as características físicas e mecânicas, sendo então chamada de resina composta (REZENDE, 2012).

A resina composta é constituída por uma matriz orgânica, inorgânica e um agente de união. A matriz orgânica, formada por monômeros, inibidores, modificadores de cor e sistema iniciador/ ativador, sendo seus principais constituintes os monômeros, como: Bis- GMA, UDMA, TEGDMA e o EGDMA. As partículas de carga estão disponíveis em diferentes tamanhos (macroparticuladas, microparticuladas, híbridas, micro- híbridas e nanoparticuladas), podendo ser acrescido o quartzo (tamanho médio de 12 $\mu$ m), a sílica coloidal (tamanho médio de 0,04 a 0,4 $\mu$ m) e as partículas de vidro (tamanhos inferiores a 6 $\mu$ m). O agente de união possui a função de unir as partículas inorgânicas à matriz orgânica, para que as partículas de carga desempenhe seu papel de aumentar as propriedades mecânicas e reduzir a sorção de água (JUNIOR et al., 1989; REIS; LOGUERCIO, 2007; ROSA, 2010).

As resinas compostas fotoativadas possuem uma relação direta entre seu grau de polimerização e suas características mecânicas (RUEGGEBERG, 1993), onde uma polimerização deficiente pode modificar a dureza, estabilidade de cor, resistência, colaborar para o aparecimento de cáries secundárias e danos pulpares devido à presença de monômeros não reagidos (MITRA; WU; HOLMES, 2003).

Entretanto, muitos aspectos colaboraram para o aperfeiçoamento desses materiais, como o aumento na quantidade das partículas de carga, favorecendo o fortalecimento da resina composta em relação aos esforços mastigatórios. A redução das partículas de carga também auxiliou para aumentar a resistência ao desgaste. Como consequência do aumento no conteúdo inorgânico e diminuição da quantidade de matriz, houve uma redução na contração de polimerização da resina composta (ESPEZIM et al., 2011).

Neste sentido, a nanotecnologia, uma tecnologia avançada, foi empregada na odontologia, diminuindo as partículas de carga, favorecendo o aparecimento de um

novo tipo de compósito resinoso, denominado resina composta de nanopartículas. Por possuírem partículas de carga com tamanho bastante reduzido, são distribuídas de forma uniforme e ampla na matriz orgânica resinosa, com colaboração de um agente sinalizador; o que proporciona um aumento na quantidade de partículas de carga no material (SILVEIRA et al., 2012).

Essa melhor distribuição das partículas possibilita que maior quantidade seja inserida com conseqüente redução da contração de polimerização e aumento das propriedades mecânicas. A partir da presença de alta quantidade de carga nas resinas nanométricas, estas tem apresentado resistência adequada para serem utilizadas em dentes posteriores e possuído melhor polimento em conseqüência do tamanho de suas partículas (CASSALE et al., 2010).

A intenção da nanotecnologia foi tentar suprir a crescente demanda por um material restaurador universal, que pudesse ser utilizado tanto em dentes anteriores como em posteriores. Estes compósitos são caracterizados por possuírem uma resistência mecânica similar dos microhíbridos conciliada com a vantagem da capacidade de alto polimento dos microparticulados. As resinas que possuem esta tecnologia são comercializadas de duas formas: as resinas nanoparticuladas, cuja constituição possui apenas partículas de dimensões nanométricas; e as resina nanohíbridas, que possuem nanopartículas em sua composição (JUNIOR et al., 1989).

As resinas nanohíbridas que são microhíbridas com nanopartículas adicionadas na ordem de menos de cem nanômetros até partículas maiores de  $0,7\mu\text{m}$ . É composta por dimetacrilatos (19- 20% em peso), contem partículas de vidro de bário, trifluoruro de itérbio, óxidos mistos e copolímeros (80- 81% de peso) e outros componentes, como: aditivos, catalizadores e pigmentos (< 1%). Possui um total de partículas inorgânicas de 55- 57% em volume (QUISPE, 2011).

Contudo, mesmo com a evolução, as resinas compostas tem apresentado vulnerabilidade à degradação química, através dos efeitos da sorção de água e de outros líquidos, intervindo de maneira irreversível nas propriedades dos materiais. As características hidrofílicas da matriz resinosa influenciam no grau de sorção de água. Observou-se, então, que o meio ácido pode prejudicar a integridade da superfície das resinas compostas, podendo modificar não só a cor como a sua microdureza (MALLMANN et al., 2009).

Khokhar, Razzoog, Yaman (1991) verificaram que, em circunstâncias cotidianas, o UDMA apresentou menor sorção de água do que o Bis- GMA. Concluindo com isso que sorção de água e solubilidade das resinas compostas dependem do tipo de matriz resinosa.

As pesquisas que relacionam as características das resinas compostas com sua degradação frequentemente fazem uso de ensaios de microdureza, geralmente utilizando ação erosiva de bebidas à base de cola que são rotineiramente ingeridas (SILVA, 2013).

Segundo Soderholm et al. (1984) e Milleding et al. (1998), o meio basal da cavidade bucal promove danos intrínsecos às resinas compostas, levando a degradação hidrolítica das cadeias poliméricas e da matriz, mesmo com a ação do sistema de defesa, através da proteção dada pela saliva (SANTOS et al., 2005). Os ácidos aplicados nos refrigerantes evidenciam a redução de microdureza de resinas composta.

Abu- Bakr et al. (2000) constataram que alguns materiais restauradores, após imersos em diferentes soluções, apresentam diferença da dureza relacionada à composição química e ao efeito dos líquidos nas diferentes composições químicas. A variação do peso molecular da matriz polimérica pode ser a característica mais passível à ação da degradação química.

Quando localizados na cavidade oral, os materiais restauradores sofrem agressões dos diferentes meios que entram em contato, principalmente os materiais poliméricos que são capazes de admitir diversos tipos de degradação (MALLMANN et al, 2009).

### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

Avaliar a influência de bebidas ácidas sobre resina composta nanohíbrida, através do teste de microdureza.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Determinar o maior e o menor valor do pH endógeno para cada uma das bebidas analisadas;

Comparar quantitativamente os valores de microdureza inicial e final da resina composta.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1. MÉTODO DE ABORDAGEM, DE PROCEDIMENTO E TIPO DE ESTUDO

Foi realizado um estudo experimental *in vitro*, utilizando a abordagem indutiva, com procedimento estatístico-descritivo, através da observação direta e quantitativa em laboratório.

### 4.2. LOCAL DO EXPERIMENTO

Os corpos de prova foram confeccionados no Laboratório do Departamento de Odontologia, e foram armazenados na estufa biológica do Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biologia da UEPB- Campus I. A análise da microdureza superficial foi realizada no Laboratório de Metalografia do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG (APÊNDICE A).

### 4.3. AMOSTRA E CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os materiais utilizados foram constituídos por 1 resina composta e por 6 tipos de bebidas (Fig.1) conforme descrito nos Quadros 1 e 2. A resina composta Esthet X HD, apresentando viscosidade média e o matiz e croma (A1) foi testada (Quadro 1).



Figura 1- Materiais utilizados

<b>Quadro 1. Distribuição da resina composta segundo a composição, quantidade e tamanho das partículas, fabricante e lote.</b>					
<b>Material restaurador</b>	<b>Classificação da Resina Composta</b>	<b>Composição da Matriz Orgânica*</b>	<b>Quantidade de partículas de carga (volume)*</b>	<b>Tamanho e tipo das partículas de carga*</b>	<b>Fabricante e lote</b>
Esthet-X HD	Nanohíbrida	BisGMA, TEGDMA, BisEMA	77%	Vidro de Fluoroborosilicato de Bário com tamanho médio de 0.4 a 0.7 micron e nanosílica de 0.04µm.	DENTSPLY Caulk - Milford, DE L.:B1203000553 L.:B1308000695 L.:B1308000695

<b>Quadro 2. Distribuição das bebidas segundo o sabor e o fabricante.</b>		
<b>Bebida</b>	<b>Sabor</b>	<b>Fabricante</b>
Água Destilada	-----	-----
Coca-Cola®	-----	Coca-Cola Company
Gatorade®	Laranja	AMBEV Ind. Brasileira
Suco Natural	Laranja	-----
Red Bull®	-----	Red Bull GmbH
Sollys®	Laranja	Nestlé Brasil LTDA
Saliva Artificial	-----	Royal

### 4.3.1. Corpos de Prova de Resina Composta

Os corpos-de-prova foram confeccionados em matriz metálica, a fim de evitar dispersão da luz através das mesmas (COTRINA et al., 2003). A matriz era de formato circular, com cavidade interna de 10 mm de diâmetro e 2 mm de espessura (Fig. 2 e Fig. 3), seu diâmetro coincidia com o diâmetro da ponta ativa do aparelho fotopolimerizador, para que a intensidade de luz fosse igual em todo o corpo-de-prova.



Fig.2- Medição do diâmetro



Fig.3- Medição da espessura

Foram utilizadas dezoito amostras para a realização do teste de microdureza da Esthet X HD. O material restaurador foi manuseado de acordo com as instruções do fabricante. Antes do preenchimento da cavidade da matriz, uma fina película de vaselina líquida foi aplicada com ajuda de um pincel (Fig. 4), a fim de isolar a resina composta do metal, facilitando a remoção dos corpos-de-prova após a realização do experimento (GODOY, 2008).

A matriz foi preenchida com a resina Esthet X HD (Dentsply, Milford, DE, Estados Unidos), sendo esta inserida em um único incremento com uma espátula Thompson nº 6 (Fig. 5), tomando-se cuidado para evitar a inclusão de bolhas de ar. O material foi coberto com uma tira de poliéster (Império dental, Jaboatão, PE, Brasil) e pressionado delicadamente por uma placa de vidro (Fig. 6) para planificar a superfície através da remoção de excesso do material (ALPOZ et al., 2008; GODOY, 2008; SANTOS et al., 2000). O compósito foi polimerizado por 40s em cada uma de suas duas superfícies, através da placa de vidro, utilizando-se uma unidade polimerizadora (Fig. 7) LED (Dabi Atlante, Ribeirão Preto, Brasil) com 500mW/cm<sup>2</sup>– diodo emissor de luz (Fig. 8) – que foi calibrado pelo radiômetro (KaVo Poly 600, KaVo do Brasil Ind. Com. Ltda., Chapeco, SC, Brasil).



Fig.4- Aplicação de vaselina



Fig.5- Incremento único de resina



Fig.6- Pressão por placa de vidro



Fig.7- Unidade polimerizadora LED

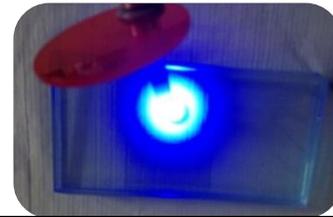


Fig.8- Polimerização por LED

Imediatamente após a cura (Fig. 9), as placas de vidro foram removidas e as amostras analisadas com o auxílio de lupa estereoscópica (Carl Zeiss, Califórnia, EUA) – aumento de 40X – e as amostras que apresentaram bolhas foram excluídas. Após a confecção dos corpos de prova, os mesmos foram embutidos em tubo de pvc, com diâmetro maior que os corpos de prova, com inserção de resina acrílica na fase plástica, facilitando o ajuste dos corpos de prova no microdurômetro (Fig. 10). Após cura do material os espécimes foram armazenados em recipientes em água destilada a 37°C (em estufa) e após 72h realizar os testes de microdureza inicial. As amostras foram armazenadas na estufa biológica. A preparação, o armazenamento e o teste foram realizados à temperatura ambiente.



Fig.9- Matriz e corpo de prova



Fig.10- Processo de embutimento

Os espécimes foram divididos de forma aleatória em seis subgrupos (n=3), de acordo com a bebida testada (Quadro 3).

<b>Quadro 3. Distribuição dos grupos segundo a resina composta e a bebida.</b>		
<b>Grupos</b>	<b>Resina</b>	<b>Bebida</b>
G1 (controle)	Esthet-X HD	Água destilada
G2	Esthet-X HD	Coca-Cola
G3	Esthet-X HD	Gatorade
G4	Esthet-X HD	Suco de Laranja
G5	Esthet-X HD	Red Bull
G6	Esthet-X HD	Sollys

#### 4.4. ESTUDO PILOTO

Previamente à realização do experimento, foi feito o estudo piloto a fim de verificar a inexistência de erros ou falhas e proporcionar a calibração do pesquisador quanto a execução dessa metodologia

#### 4.5. DETERMINAÇÃO DO pH ENDÓGENO

As medidas do pH foram determinadas utilizando-se o potenciômetro (Fig. 11) Modelo Q400A (Diadema, SP, Brasil) que possui uma acurácia de 0,1, sendo calibrado de acordo as instruções do fabricante por meio de soluções tampão com pH = 4,01 e pH = 6,86. Logo após a calibração, foi transferido 50 ml de cada bebida (Fig. 12) para um copo de polietileno, realizada a imersão do eletrodo e a subsequente leitura (CAVALCANTI et al., 2010).



Fig.11- Potenciômetro



Fig.12- Bebidas utilizadas

#### 4.6. CICLO DE DESAFIO ÁCIDO

Para realização dos desafios ácidos, cada grupo foi acondicionado em um recipiente individual, de plástico e com capacidade para 50 ml de solução, mantendo-se os corpos de prova totalmente submersos nas soluções (Fig. 13 e Fig. 14) pelo período de um minuto, seguido por três minutos em saliva artificial. O ciclo de imersão foi repetido cinco vezes em um período de 20 minutos na tentativa de simular o hábito de ingestão da bebida (LIÑAN-DURAN; MENESES-LÓPEZ; DELGADO-COTRINA, 2007). Decorrido este período, o recipiente foi totalmente esvaziado e seu conteúdo líquido descartado e os corpos de prova lavados abundantemente com água destilada. Foram realizados dois desafios diários, durante três dias consecutivos com intervalo de 12 horas entre eles, totalizando 30 minutos de exposição na solução. Todos os corpos de prova permaneceram durante o período de repouso entre os desafios, totalmente imersos em recipiente contendo água destilada. Ao final do último desafio ácido, os corpos de prova foram recolocados em água destilada, e em seguida secos com papel absorvente previamente à leitura pelo microdurômetro (Microhardness Tester FM - 700).



Fig.13- Corpos de prova submersos em Coca-Cola® e saliva



Fig 14- Corpos de prova submersos em Gatorade® e saliva

Os testes de microdureza foram realizados de acordo com a norma E384-11 da *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2012). Foram avaliadas a microdureza inicial e final de cada corpo de prova utilizando-se o microdurômetro (Microhardness Tester FM – 700, Milão, Itália) com penetrador diamantado piramidal tipo Vickers programado para aplicar uma carga estática de 100 g durante 15 segundos

(Fig. 15 e Fig. 16), baseado na metodologia utilizada por Liñan-Duran, Meneses-López e Delgado-Cotrina (2007).

Inicialmente, por meio da observação com a lente de 10x determinou-se a região de aplicação da carga, em seguida o penetrador foi deslocado e acionado. Para visualização e leitura das diagonais se utilizou lente de 50x. Dessa forma, em cada corpo de prova foram feitas cinco indentações antes do ciclo de imersão na bebida e cinco após os desafios ácidos, totalizando dez indentações que foram feitas de maneira aleatória em cada corpo de prova.

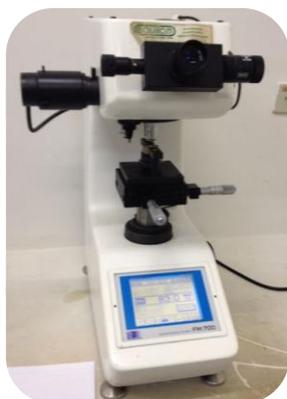


Fig. 15- Microdurômetro (Microhardness Tester FM – 700)

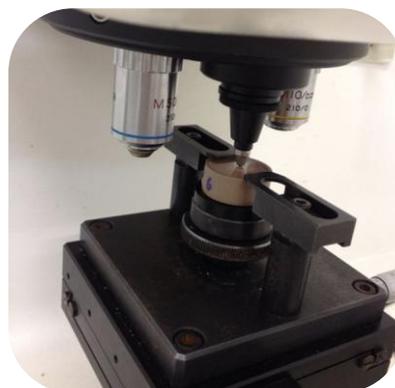


Fig. 16- Penetrador diamantado piramidal tipo Vickers

#### 4.7. COLETA DE DADOS

Os valores aferidos pelopotenciômetro e microdurômetro foram coletados por um pesquisador e registrados em ficha específica.

#### 4.8. ANALISE ESTATÍSTICA E AVALIAÇÃO

Os dados foram apresentados por meio da estatística descritiva (valor máximo, mínimo, média e desvio-padrão). Posteriormente, foram submetidos ao teste de normalidade (Kolmogorov Smirnov Test - KST) e ao teste de homoscedasticidade (Levene -I). Foram utilizados os testes ANOVA e t pareado. A variação de microdureza Vickers (inicial x final) dentro de cada grupo de material foi analisada por meio do teste

t para amostras pareadas. A significância utilizada foi de 0,05 com 95% de grau de confiança. O banco de dados e as análises estatísticas foram realizadas no software SPSS – 13.0.

## 4 RESULTADOS

Os resultados obtidos pelos testes do pH endógeno das bebidas que foram utilizadas estão disponíveis na Tabela 1, mostrando que as bebidas que obtiveram menor e maior valor de pH respectivamente foram a Coca-Cola® e a água destilada.

**Tabela 1. Resultado do pH endógeno das bebidas.**

Bebida	pH
Coca-Cola®	2.47
Gatorade® (sabor laranja)	2.94
Red Bull®	3.37
Sollys® (sabor laranja)	4.13
Suco Natural	4.64
Água Destilada	7

Para fazer-se uso dos testes t pareado e ANOVA, foi necessário verificar alguns requisitos:

- Se os dados vinham de populações com distribuições Normais;
- Se a variância das alternativas era a mesma.

Para verificar a Normalidade dos dados, se fez necessário o uso do teste Shapiro-Wilk (usando nível de confiança de 95%) e obtiveram-se os seguintes resultados:

- Grupo controle (água destilada)
  - **Inicial: p-valor = 0.01**
  - Final: p-valor = 0.27
- Coca-Cola
  - Inicial: p-valor = 0.80
  - **Final: p-valor = 0.01**

- Gatorade Laranja
  - Inicial: p-valor = 0.45
  - Final: p-valor = 0.54
- Suco de laranja
  - Inicial: p-valor = 0.24
  - Final: p-valor = 0.88
- Red Bull
  - Inicial: p-valor = 0.51
  - Final: p-valor = 0.46
- Sollys Laranja
  - **Inicial: p-valor = 0.03**
  - Final: p-valor = 0.91

Para verificar a homoscedasticidade da variância dos dados, foram utilizados testes de Bartlett para cada grupo e foram obtidos os seguintes resultados:

- Inicial: p-valor = 0.11
- Final: p-valor = 0.06

Com esses resultados, pôde-se afirmar que houve homogeneidade na variância dos dados de microdureza para os valores iniciais e finais de todos os grupos considerados nesta pesquisa (Água destilada, Coca-Cola, Red Bull, Gatorade Laranja, Sollys Laranja, Suco de laranja). Apesar da homoscedasticidade dos dados, pôde-se observar que para os dados iniciais do grupo controle, para os dados finais de Coca-Cola e para os dados iniciais de Sollys não conseguiu-se aceitar a hipótese de normalidade desses dados; dessa forma o uso do teste ANOVA foi descartado e em seu lugar foi utilizado o correspondente não paramétrico Kruskal-Wallis para comparar todos os grupos considerados nesta pesquisa.

Para comparar a média inicial em cada grupo, utilizaram-se testes t pareados onde ambos dados - inicial e final - foram normais e testes de Wilcoxon signed-rank. Para cada teste, utilizou-se como hipótese nula que o índice de tendência central (média para os dados advindos de populações normais e mediana para os advindos de populações não normais) inicial e final do grupo foi o mesmo; e, como alternativa, que

o índice de tendência central inicial foi maior que o índice de tendência central final. Os resultados obtidos foram apresentados a seguir na Tabela 2:

**Tabela 2. Testes t pareado e wilcoxn signed**

rank

Bebida	P- valor
Coca-Cola <sup>®</sup>	0.54
Gatorade <sup>®</sup> (sabor laranja)	<b>0.0002</b>
Red Bull <sup>®</sup>	<b>0.01</b>
Sollys <sup>®</sup> (sabor laranja)	0.56
Suco Natural	<b>0.04</b>
Água Destilada	0.48

Com os testes t pareados e Wilcoxon signed-rank pôde-se observar que a microdureza inicial e final para os meios: Água Destilada, Coca-Cola e Sollys, não apresentaram diferença estatisticamente significativa entre o índice de tendência central inicial e final; já para os meios: Gatorade Laranja, Suco de Laranja e Red Bull, as médias da microdureza inicial e final apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Uma vez que foi descartado o uso do teste ANOVA, foi usado o teste de Kruskal-Wallis.

#### **Teste de Kruskal-Wallis (teste H)**

Uma alternativa ao experimento de fator único (one way ANOVA) quando pelo menos uma amostra não é normal.

Possui como hipóteses:

$H_0$ : todos os grupos têm a mesma distribuição – todas as populações têm a mesma mediana.

$H_1$ : existem grupos que são maiores que outros – as medianas não são iguais.

Quando as amostras têm tamanho maior que 5 e obedecem a mesma distribuição contínua,  $H$  segue aproximadamente uma distribuição qui-quadrado com  $I-1$  graus de liberdade.  $H_0$  é rejeitada quando  $H$  é grande, maior que o valor encontrado na tabela.

Resultado do teste Kruskal-Wallis para os valores iniciais: Qui-quadrado ( $H$ ) = 10.97,  $df = 5$ ,  $p$ -valor = 0.052

Valor da distribuição qui-quadrado para 5 graus de liberdade (dado que temos 6 meios de imersão, o número de graus de liberdade é 5):  $X^2 = 1.15$ .

Como o valor:  $10.97 > 1.15$ , foi rejeitada a hipótese de que todos os grupos têm a mesma distribuição – todas as populações têm a mesma mediana.

Uma vez que foi descoberta diferença nas medianas iniciais da microdureza entre os grupos, parte-se para uma análise para descobrir qual o grupo possui o maior potencial de redução da microdureza. Para tentar descobrir isso, foi observada a média inicial para cada um dos meios (Quadro 4):

<b>Quadro 4. Médias iniciais da microdureza</b>
---

<b>1. Água destilada = 69.79</b>
----------------------------------

2. Coca-Cola = 74.77
----------------------

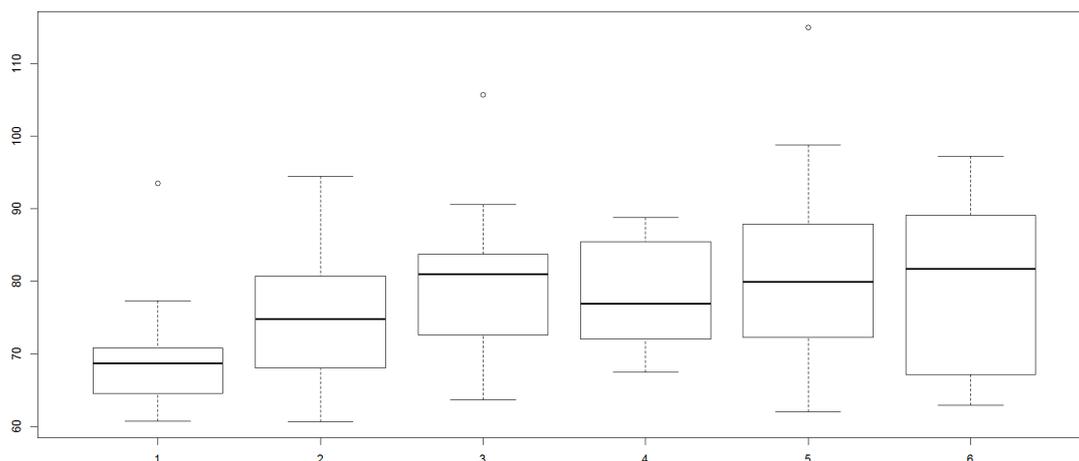
3. Gatorade = 80.47
---------------------

4. Suco de Laranja = 78.31
----------------------------

5. Red Bull = 81.12
---------------------

6. Solllys = 78.83
--------------------

Pela observação dos valores médios de microdureza nos meios e pelos boxplots apresentados na Figura 17, pôde-se afirmar que a **Água Destilada** apresentou a menor média de microdureza para os dados iniciais.



**Figura 17. Boxplots para cada um dos meios (inicial). 1 - Água Destilada; 2 - Coca-Cola; 3 - Gatorade; 4 - Suco de Laranja; 5 - Red Bull; 6 - Sollys Laranja.**

Resultado do teste Kruskal-Wallis para os valores finais: Qui-quadrado = 19.33,  $df = 5$ ,  $p\text{-valor} = 0.002$

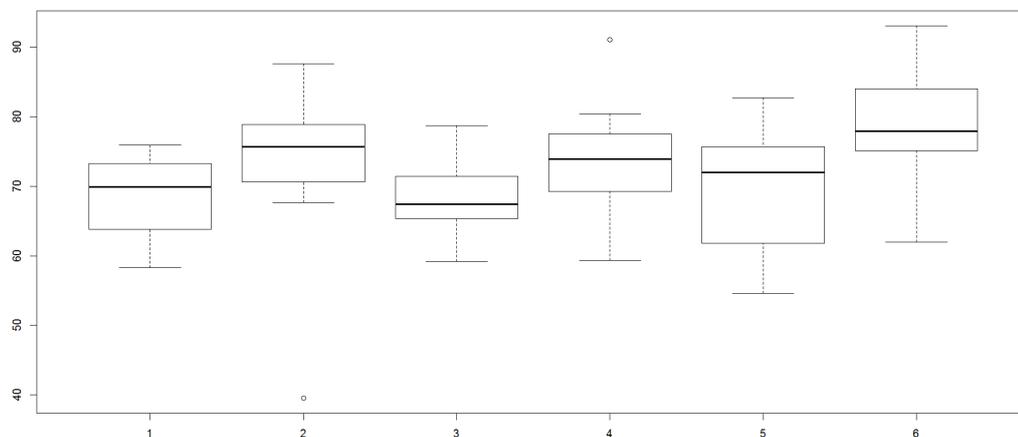
Como o valor:  $19.33 > 1.15$ , foi rejeitada a hipótese de que todos os grupos têm a mesma distribuição – todas as populações têm a mesma mediana.

Uma vez que foi descoberta diferença nas medianas finais da microdureza entre os grupos, partiu-se para uma análise a fim de descobrir qual o grupo possuiu o maior potencial de redução da microdureza. Para tentar descobrir isso, foi observada a média final para cada um dos meios (Quadro 5):

#### **Quadro 5. Médias finais da microdureza**

- 1. Água destilada = 68.43**
2. Coca-Cola = 73.55
- 3. Gatorade = 68.74**
4. Suco de Laranja = 73.72
5. Red Bull = 69.54
6. Sollys = 79.07

Pela observação dos valores médios de microdureza nos meios e pelos boxplots apresentados na Figura 18, pôde-se afirmar que a **Água Destilada** e **Gatorade Laranja** apresentam a menor média de microdureza para os dados finais.



**Figura 18. Boxplots para cada um dos meios (final). 1 - Água Destilada; 2 - Coca-Cola; 3 - Gatorade; 4 - Suco de Laranja; 5 - Red Bull; 6 - Sollys Laranja.**

Obteve-se, portanto, ao nível de 95% de confiança que a Água Destilada e o Gatorade Laranja apresentaram as menores médias de microdureza (a Água Destilada tanto nos dados iniciais quanto finais e o Gatorade Laranja nos dados finais).

## 5 DISCUSSÃO

O presente estudo revelou diferentes resultados relacionado aos diferentes tipos de bebidas analisadas, onde nem todas foram capazes de reduzir significativamente a microdureza superficial da resina composta testada. No grupo controle que foi submetido a imersão constante em água destilada não houve alterações em relação à sua microdureza. Chadwick et al. (1990), que observaram compósitos armazenados por um período de um ano em água não demonstraram diminuição da microdureza superficial, apesar de existir na literatura evidência de que a água é capaz de ocasionar modificações nas propriedades de materiais restauradores, devido seu efeito deletério na união das partículas com a matriz orgânica, através de sua ação hidrolítica (MILLEDING et al, 1998).

Os ácidos agem nos polímeros de forma que ao entrarem em contato deslocam as ligações secundárias entre as moléculas e diminuem a comunicação entre elas, levando à uma falta de interação entre as moléculas do polímero e uma consequente diminuição da microdureza do material. As resinas que apresentam uma porcentagem de carga menor sofrem maior consequência da ação ácida, ou seja, a diminuição da microdureza é mais acentuada. Os materiais podem se solubilizar e absorver água, podendo ser este outro fator gerador da diminuição microdureza. De forma que a água dissemina-se na matriz, promovendo sua degradação e reduz suas propriedades mecânicas (ESPEZIM et al., 2011).

A bebida que apresentou menor valor em relação ao pH foi a Coca-Cola<sup>®</sup> (2.47), apesar desse resultado, a mesma não reduziu significativamente a microdureza da resina composta em comparação ao valor da microdureza inicial, juntamente com a bebida Sollys<sup>®</sup> (sabor laranja) que apresentou pH 4.13. Segundo Lussi, Jaeggi, Jaeggi- Scharer, 1995, deve-se ressaltar que a capacidade erosiva de uma bebida ácida, não depende apenas de seu pH, mas também é grandemente induzida pela titulação, pelas propriedades de quelação do ácido, frequência e duração de ingestão. Em consequência dos resultados adquiridos por Santos et al., 2005 foi proposto por este que o pH das soluções não seja o principal contribuinte para a redução da microdureza das resinas, mas a ação hidrolítica causada pelas mesmas. Já para os meios de imersão: Gatorade

Laranja, Suco de Laranja e Red Bull, as médias da microdureza inicial e final apresentaram diferenças estatisticamente significantes.

Mensurar a dureza das resinas compostas indica também medir indiretamente seu grau de conversão (SILVEIRA et al., 2012). Valores altos de dureza são demonstrações de uma polimerização mais eficaz (PEREIRA et al., 2004).. As restaurações que utilizam resina composta e apresentam menor microdureza, teoricamente, são possivelmente menos resistentes aos desafios impostos diariamente na cavidade bucal e manifestam menor longevidade clínica (OBERHOLZER, DU PREEZ, KIDD, 2005). O teste mais indicado para avaliar a microdureza das resinas compostas é o Vickers, devido à sua estabilidade (SOPRANO, 2007), correspondendo com o que foi utilizado na presente pesquisa, pois distribui as propriedades do material estudado, sendo especificamente localizado e não destrutivo (SOUZA et al., 2009).

O estudo realizado por Santos et al., 2005 mostrou que, independente da solução utilizada, todas foram capazes de reduzir a microdureza superficial de todas as resinas compostas testadas, inclusive da resina nanohíbrida Esthet X. Não estando de acordo com os resultados desta pesquisa, já que nem todas as soluções utilizadas causaram redução da microdureza da resina Esthet X. Ribeiro et al, 2008 não identificaram diferença estatisticamente significativa em relação à microdureza da resina Esthet X após influência de soluções de bochecho. De acordo com os resultados obtidos por Malafaia et al., 2008 a imersão em refrigerante (cola) associada a escovação simulada não alteraram a microdureza da resina Esthet X.

Casalle et al., 2010 analisaram a dureza de resinas compostas à base de nanotecnologia, nesse estudo a resina Grandio® (nanohíbrida) apresentou a maior porcentagem de carga e maior dureza superficial. Corroborando com os resultados do estudo de Kwon et al., 2006, onde a quantidade de carga inorgânica está diretamente relacionada com a dureza de superfície da resina composta.

De acordo com Quispe, 2011, que analisou o efeito da ação de bebidas carbonatadas na microdureza superficial de resinas de nanotecnologia, observou-se uma redução da microdureza superficial de ambas as resinas (nanoparticulada e nanohíbrida), após a imersão em bebidas com pH de 2.53 e 3.05. E que a resina nanohíbrida obteve resultados de microdureza superficial inferior aos da

nanoparticulada. Apesar dos resultados apresentados, onde nem todos os meios ácidos diminuíram a microdureza da resina analisada.

Wongkhantee et al., 2006, avaliaram a microdureza Vickers de compósitos antes e após imersão em bebidas (suco de laranja, Coca-Cola<sup>®</sup>, sopa tailandesa) e foi observado que os meios ácidos promoveram maior redução na microdureza Vickers.

Gomez, 2010 analisou a influência da ação de uma bebida (Coca-Cola<sup>®</sup>) na dureza superficial de diferentes resinas compostas (microhíbridas e de nanopartículas), obtendo resultados de redução de microdureza em quase todas as resinas, exceto da nanohíbrida Tetric Evo Ceram, corroborando com o presente estudo, visto que a Coca-Cola<sup>®</sup> não reduziu a microdureza da Esthet X.

As resinas compostas, a partir da sua constituição química, podem intervir com a resistência à ação de substâncias químicas, deixando os materiais mais ou menos vulneráveis à degradação e ao amolecimento (ARAÚJO, TORRES, MÁXIMO DE ARAÚJO, 2007). Segundo Kao, 1989, a matriz de UDMA é mais susceptível as alterações que a matriz de BisGMA, no entanto Yap; Low; Ong, 2000, consideraram que a matriz de BisGMA é mais vulnerável ao amolecimento. Ressalta-se que a Esthet X possui como principal componente da sua matriz o BisGMA.

Outros fatores que devem ser considerados são que a quantidade de danos está relacionada à penetrabilidade da substância química e retenção interfacial entre matriz orgânica e que quanto mais próximas estiverem às partículas de carga, mais difícil será a penetrabilidade e o outro fator a ser considerado está relacionado à realização do polimento e acabamento das resinas compostas que as tornam menos sujeitas à ação deletéria das substâncias químicas, pois não possui a camada superficial instável (KAO, 1989).

O presente estudo utilizou saliva artificial para simular as condições habituais da cavidade oral e que de acordo com Attin et al., 2003, representa a saliva humana, apresentando componentes orgânicos e inorgânicos parecidos.

Pôde-se afirmar neste estudo que a água destilada apresentou o maior potencial de redução da microdureza para os dados iniciais, possuindo a menor média de microdureza. Como hipótese para esse resultado tem-se que as amostras iniciais foram escolhidas aleatoriamente e que foram utilizadas diferentes áreas nas amostras para se fazer a indentação, então esse resultado poderia ter ocorrido nas amostras de qualquer uma das bebidas analisadas. Pôde-se afirmar também que a água destilada e gatorade

laranja apresentaram o maior potencial de redução da microdureza para os dados finais, pois possuíram as menores médias de microdureza.

O ambiente que as resinas compostas estão expostas juntamente com suas características intrínsecas influencia sua durabilidade e conseqüentemente seu bom desempenho clínico (MORAES et al., 2008). Ainda não existe um material que abranja todas as indicações clínicas, sendo necessário o conhecimento de todos os materiais disponíveis no mercado para selecionar o ideal para os diferentes tipos de procedimentos clínicos (SANTOS et al., 2005).

Foram encontradas dificuldades quanto a disponibilidade de estudos utilizando a resina Esthet X, sugerindo-se o desenvolvimento de novos experimentos na área, utilizando, além desta, outras resinas e diferentes meios de imersão.

## 6 CONCLUSÕES

Baseado nos resultados obtidos, dentre as bebidas submetidas ao teste de pH, a Coca Cola apresentou pH mais ácido.

Os meios: Gatorade laranja, suco de laranja e red bull apresentaram diferenças médias da microdureza inicial e final estatisticamente significante.

A água destilada apresenta a menor média da microdureza para os dados iniciais. A água destilada e gatorade laranja apresentam as menores médias de redução da microdureza para os dados finais. Sendo o gatorade laranja o meio com maior potencial de redução de microdureza.

Não houve relação direta entre o nível do pH com o potencial de redução da microdureza do material, ou seja, outros fatores contribuíram para o resultado, como titulação e propriedade de quelação do ácido.

## REFERÊNCIAS

- Abu-Bakr, N.; Han, L.; Okamoto, A.; Iwaku, M. Color stability of compomer after immersion in various media. **J Esthet Dent**, v. 12, n. 5, p. 258-63, 2000.
- Alpoz, A. R. et al. Effects of light curing method and exposure time on mechanical properties of resin based dental materials. **Eur J Dent**. v2, n.1, p.37-42, 2008.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. ASTM E384-11 Standard test method for knoop and vickers hardness of materials. **ASTM**, Philadelphia, p. 43, 2012.
- Araújo, RM; Torres, CRG; Maximo de Araujo, MA. Composite resin restorations microhardness on effect of bleaching agents and coca cola. São Bernardo do Campo, SP, Metodista. **Rev. Odonto**. v. 15, n. 30, jul. dez. 2007.
- Attin T et al. Influence of tea on intrinsic colour of previously bleached enamel. **J Oral Rehabil**, v.30, n.5, p.488-94, May 2003.
- Casalle, N et al. Avaliação da dureza de resinas compostas à base de nanotecnologia. Faculdade de Odontologia de Araraquara, Universidade Estadual Paulista, 2010.
- 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.
- Chadwick RG et al. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. **Dent Mater**. 6: 123-8, 1990.
- Cotrina D. A. L et al. Efeito de diferentes Sistemas de Fotopolimerização na Microdureza de uma Resina Composta. **Rev Ibero Am Odontol Estet Dent**. v. 2, n.8, p.348-57, 2003.
- Espezim C. S et al. Comportamento de resinas compostas e de um cimento de ionômero de vidro resinoso após desafio erosivo - estudo in vitro. Florianópolis. **Int J Paediatr Dent**. 2011.
- Godoy E. D. P. Avaliação da capacidade de polimerização e elevação de temperatura produzida por aparelhos fotopolimerizadores. **[Dissertação]**. Ponta Grossa: Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.
- GOMEZ S. NORIEGA M. GUERRERO J. BORGES A. Evaluacion in vitro de la microdureza superficial de diferentes resinas comerciales, frente a la accion de una bebida gaseosa. **Rev. Odont. Mex**. 14. 1. 8-14, 2010.

Júnior S. A. R et al. Flexural strength and modulus of elasticity of different types of resin Kao, E.C. Influence of food – simulating solvents on resin composites and glass ionomer restorative cement. **Dent Mater**, v.5,p.201-8, May 1989

Khokhar, Z. A.; Razzoog, M. E.; Yaman, P. Color stability of restorative resins. **Quintessence International**, v. 22, n. 9, p. 733-737, Set 1991.

Kwon, Y.H. et al. Evaluation of polymerization of light-curing hybrid composite resins. **J. Biomed. Mater. Res. Part. B. Appl. Biomater., Hoboken**, v. 76, n. 1, p. 106-113, Jan. 2006.

Liñan-Duran C, Meneses-López A, Delgado-Cotrino L. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. **Rev Estomatol Hered**, v.17, n.2, p.:58-62, 2007.

Luiz BKM. Resinas Compostas Fotoativadas: Propriedades micro e macroscópicas após cura e armazenadas em meios que simulam dieta. [Tese]. Florianópolis: Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Santa Catarina; 2007

Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Scharer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. **Caries Res**. 29. 349-54, 1995.

Mallmann A. et al. Resistência flexural de resinas compostas imersas em diferentes líquidos. ISSN 1981 – 3708, **Robrac**, 18. 45, 2009

MALAFAIA, F. M. et al. Microdureza de compósitos nanoparticulados e híbridos submetidos à imersão em solução ácida e escovação. *In: XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação*, 2008, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba, 2008.

Milleding, P. et al. Microhardness and surface topography of a composite resin cement after storage. **Int. J. Prosthodont.**, Lombard, v. 11, n.1, p. 21-26, Jan./ Feb. 1998.

Mitra S. B, Wu D, Holmes BN. An application of nanotechnology in advanced dental materials. **J Am Dent Assoc**, 134. 1382-1390, 2003

Moraes, R.R. et al.; Effects of 6 Months of Aging in Water on Hardness and Surface Roughness of Two Microhybrid, Dental Composites/ **J Prosthodont** ; v.17, p. 323-326, 2008.

Oberholzer T. G, Du Preez IC, Kidd M. Effect of LED curing on the microleakage, shear bond strength and surface hardness of a resin-based composite restoration. **Biomaterials**. 26. 18. 3981-6, 2005.

Pereira M. A. et al. Avaliação da dureza superficial de três resinas compostas em função da fonte polimerizadora e do tempo de armazenagem. **RPG Rev Pós Grad**, 11. 3. 238-44, 2004.

Quispe, M. S. R. Microdureza superficial in vitro de resinas de nanotecnología, frente a la acción de dos bebidas carbonatadas. Monografía (Bacharelado em Odontologia) – Escola Acadêmica de Profissional de Odontologia – Faculdade de Odontologia, Universidade Nacional Major de São Marcos, Lima, Peru, 2011.

Reis A, Loguercio A. Materiais dentários restauradores diretos dos fundamentos à aplicação clínica. São Paulo. Editora Santos. 2007.

REZENDE, R. R. **Estudo da degradação provocada por agentes físicos em resinas compostas utilizadas em restaurações dentárias diretas**. 2012. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Materiais) - Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Engenharia de Materiais, Belo Horizonte, 2012.

RIBEIRO, M. V. M.; LEPRI, C. P.; DIBB, R. G. P. Influência de diferentes soluções para bochecho na estabilidade de cor e microdureza de resina composta. *In: Simpósio Internacional de Iniciação Científica*. 16., 2008. **CD-online...** Universidade de São Paulo, 2008. Disponível em: <<https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=2641&numeroEdicao=16>>. Acesso em: 09 jul. 2014.

Rosa R. S. Propriedades mecânicas de resinas compostas com nanopartículas. Tese (Doutorado em Odontologia)- Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2010

Rueggeberg, F.A. Precision of hand-held dental radiometers. **Quintessence Int., Berlin**, v. 24, n. 4, p. 391-396, Jun. 1993.

Santos et al. Influência de diferentes soluções químicas na microdureza de resinas compostas. **UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde**, Londrina, v. 7, n. 1, p. 49-54, out. 2005

Santos, L. A. et al. Microdureza de resina composta: efeito de aparelhos e tempos de polimerização em diferentes profundidades. **Pesqui Odontol Bras**, v. 14, n. 1, p. 65-70, 2000.

Silva, A. H. A. Avaliação do efeito de seis meses de armazenamento em água na superfície de compósitos do tipo nanohíbrido, nanoparticulado e híbrido. Monografia (Bacharelado em Odontologia) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Paraíba, 2013.

Silveira et al. Análise Comparativa da Microdureza Superficial e Profunda entre uma Resina Composta Microhíbrida e uma Resina Composta de Nanopartículas. **Pesq Bras Odontoped Clin Integr**, João Pessoa, 12. 4. 529-34, out./dez., 2012

Soderholm, K.J. et al. Hydrolytic degradation of dental composites. **J. Dent. Res., Alexandria**, v. 63, n. 10, 1248-54, 1984.

Soprano V. Estudo de parâmetros para ensaios de microdureza em amálgama de prata, resina composta, dentina e esmalte bovinos [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2007.

Souza NC et al. Evaluation of surface roughness of one composite resin. **RGO**. 53. 71-4, 2005.

Souza, R.O.A. et al. Avaliação da dureza Vickers de resinas compostas de uso direto e indireto. **Cienc Odontol Bras**; v. 12, n. 1, p. 23-30, 2009.

Wongkhantee S et al. Effect of acidic food and drinks on surface hardness of enamel, dentine, and tooth-coloured filling materials. **J Dent.** 34. 214-220, 2006

Yap, A. U.; Low, J. S.; ONG, L. F. Effect of food-simulating on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent*, v. 25, n. 3, p. 170-176, 2000.

## APÊNDICE



Ao prof. João Baptista da Costa de Agra de Melo,

Cumprimentando-o cordialmente, eu, Prof<sup>a</sup> Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro, na condição de orientadora das alunas de iniciação científica (PIBIC) da Universidade Estadual da Paraíba, Rayssa Pereira Maia e Brunna Raquel Leite Pinto, venho solicitar de V. S<sup>a</sup>, a autorização para uso das instalações e equipamentos (microdurômetro e DSC) do Laboratório Multidisciplinar de Materiais e Estruturas Ativas de Engenharia Mecânica (LaMMEA) da unidade acadêmica de Engenharia Mecânica (UAEM) da UFCG, para realização da pesquisa laboratorial intitulada “ Influência de bebidas ácidas sobre resinas compostas nanoparticuladas e nanohíbridas”.

Certos de podermos contar com vossa colaboração neste sentido, antecipadamente agradecemos.

Atenciosamente,

---

Prof<sup>a</sup> Dra. Ana Isabella Arruda Meira Ribeiro