

UNIVERSIDADE SANTO AMARO

Programa de Mestrado em Odontologia - Implantodontia

Régis Cléo Fernandes Grassia Junior

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESINAS À BASE
DE METACRILATO DE METILA ENRIQUECIDO COM
NANOMONTMORILONITA CARREGADA COM METRONIDAZOL OU
CLOREXIDINA**

SÃO PAULO

2019

RÉGIS CLÉO FERNANDES GRASSIA JUNIOR

MESTRADO EM ODONTOLOGIA - IMPLANTODONTIA

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESINAS À BASE DE
METACRILATO DE METILA ENRIQUECIDO COM NANOMONTMORILONITA
CARREGADA COM METRONIDAZOL OU CLOREXIDINA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* da Universidade de Santo Amaro – UNISA, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Odontologia, na área de concentração em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. William Cunha Brandt

SÃO PAULO

2019

G798a Grassia Junior, Régis Cléo Fernandes

Avaliação das propriedades mecânicas de resinas à base de metacrilato de metila enriquecido com nanomontmorilonita carregada com metronidazol ou clorexidina / Régis Cléo Fernandes Grassia Junior. – São Paulo, 2019.

32 f. il.

Dissertação (Mestrado em Odontologia: Área de concentração em Implantodontia) – Universidade Santo Amaro, 2019.

Orientador(a): Prof. Dr. William Cunha Brandt

1. Materiais dentários. 2. Dureza. 3. Montmorilonita. 4. Propriedades mecânicas. 5. Clorexidina. I. Brandt, William Cunha, orient. II. Universidade Santo Amaro. III. Título.

Elaborado por Ricardo Pereira de Souza – CRB8 / 9485

RÉGIS CLÉO FERNANDES GRASSIA JUNIOR

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE RESINAS À BASE DE
METACRILATO DE METILA ENRIQUECIDO COM NANOMONTMORILONITA
CARREGADA COM METRONIDAZOL OU CLOREXIDINA**

Trabalho de Conclusão de Curso de Mestrado
em Implantodontia da universidade Santo
Amaro – UNISA, como requisito para obtenção
do título de Mestre em Implantodontia.

Orientador: Prof. Dr. William Cunha Brandt.

São Paulo, 25 de fevereiro de 2019

Banca Examinadora

Prof. Dr. William Cunha Brandt

Prof. Dr. Daniel Isaac Sendyk

Profa. Dra. Lilian Costa Anami

Dedico essa obra à Silvia Helena Busatto Beréa Grassia, minha esposa e maior incentivadora deste projeto, por sua inesgotável paciência, aos meus filhos e a todos os amigos que me apoiaram durante esses dois anos.

Agradecimentos

Agradeço a Deus, à minha esposa Silvia Grassia, meu amor, aos meus filhos Beatriz Grassia e Pedro Grassia, por toda compreensão, aos meus Pais Régis e Maria Amália, aos meus sogros Luís Fernando e Olgamaria, ao meu querido amigo Prof. Renato Pimentel que me trouxe de volta ao meio acadêmico, ao meu incentivador e amigo Prof. Paulo Ferreira, ao meu grande amigo Prof. Ms. Jorge Mulatinho pelo incentivo, ao meu amigo Prof. Ms. Edson Parra Nani Filho que me tirou da zona de conforto, ao Prof. Dr. Wilson Roberto Sendyk, que desde o primeiro dia nos abraçou nessa caminhada, a toda a sua equipe nota 10, em especial ao meu orientador sempre prestativo e sua amizade William Cunha Brandt, à Natália Cunha e Beatriz Alves pela grande ajuda neste trabalho aos meus colegas de turma e a todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“Tudo aquilo que o homem ignora, não existe para ele. Por isso o universo de cada um, se resume no tamanho de seu saber.”

Albert Einstein.

Lista de ilustrações

Figura 1 – Balança Analítica	26
Figura 2 – Grupo controle, grupo com clorexidina, grupo com metronidazol	26
Figura 3 – Amostra para testes	26
Figura 4 – Politriz Metalográfica	27
Figura 5 – Máquina de ensaio universal EMIC.....	27
Figura 6 – Microduromêtro Shimadzu	27

Lista de tabelas

Tabela 1 – Valores de médias e desvio padrão de resistência à flexão (RF), módulo flexural (MF) e dureza Knoop (DK) de resinas acrílicas bioativas.....	21
---	----

Lista de Abreviaturas

C Controle.

CHX Clorexidina.

DK Dureza Knoop.

MF Módulo Flexural.

MMA Metacrilato de Metila.

MMC Metacrilato de Metila/Montmorilonita/Clorexidina.

MMM Metacrilato de Metila/Montmorilonita/Metronidazol.

MMT Nanomontmorilonita.

RF Resistência a Flexão.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. PROPOSIÇÃO	17
3. MATERIAIS E MÉTODOS	18
3.1 . Confeção da resina a base de metacrilato de metila enriquecido com MMT/Metronidazol ou MMT/Clorexidina	18
3.2 . Análise das propriedades mecânicas.....	18
3.2.1 Preparo das amostras.	18
3.2.2 Análise da resistência à flexão e módulo flexural.	19
3.2.3 Análise da Dureza Knoop.....	19
4. ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	20
5. RESULTADOS.....	21
6. DISCUSSÃO	22
7. CONCLUSÃO	25
8. FIGURAS	26
9. REFERÊNCIAS.....	28

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a resistência à flexão (RF), o módulo flexural (MF) e a dureza Knoop (DK) de resinas de metacrilato de metila (MMA) enriquecidas com nanomontmorilonita (MMT) carregadas com metronidazol ou clorexidina. MMA quimicamente ativado (VIPI Flash) foi utilizado como matriz resinosa padrão, sendo confeccionados 3 grupos de acordo com a presença dos complexos antimicrobianos: Controle (C) - Não recebeu nenhuma nanopartícula; MMA/MMT/Metronidazol (MMM) - Recebeu 5% em peso de MMT carregada de metronidazol, equivalente a uma concentração final de 0,5% de metronidazol e MMA/MMT/Clorexidina (MMC) - Recebeu 5% em peso de MMT carregada de clorexidina, obtendo-se uma concentração final de 0,5% de clorexidina. Trinta e seis amostras (n=12) foram confeccionadas na seguinte dimensão: 65 x 10 x 4 mm (comprimento x largura x altura) e armazenadas durante 24 h a 37°C. Após esse período, RF e MF foram analisados em máquina de ensaio universal (DL 500 - EMIC) a velocidade de 1 mm/min, em seguida a DK foi aferida em microdurômetro (Shimadzu). Os dados de RF, MF e DK foram analisados estatisticamente pelo teste ANOVA a 1 fator (ANOVA one way) (composição da resina) e em seguida pelo teste de Tukey ($\alpha=0,05$). Os resultados mostraram que MMC não obteve valores de RF (119,2 MPa), MF (5,0 GPa) e DK (41,8 KHN) diferentes dos valores de RF (120,2 MPa), MF (5,3 GPa) e DK (45,5 KHN) de C. Entretanto, MMM obteve menores valores de RF (16,9 MPa), MF (0,7 GPa) e DK (14,1 KHN) que C e MMC. A clorexidina não alterou as propriedades mecânicas da resina de MMA, enquanto que o Metronidazol reduziu.

Palavras-chave: Materiais Dentários. Dureza. Montmorilonita, Clorexidina, Propriedades Mecânicas

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate flexural strength (FS), flexural modulus (FM) and Knoop hardness (KH) of methyl methacrylate resins (MMA) enriched with nanomontmorillonite (MMT) loaded with metronidazole or chlorhexidine. Chemically activated MMA (VIPI Flash) was used as the standard resin matrix, and three groups were prepared according to the presence of antimicrobial complexes: Control (C) - No nanoparticle; MMA/MMT/Metronidazole (MMM) - Received 5% by weight of metronidazole-loaded MMT, equivalent to a final concentration of 0.5% metronidazole and MMA/MMT/Chlorhexidine (MMC) - Received 5% by weight of loaded MMT chlorhexidine, to give a final concentration of 0.5% chlorhexidine. Thirty-six samples (n = 12) were made in the following dimension: 65 x 10 x 4 mm (length x width x height) and stored for 24 h at 37 ° C. After this period, FS and FM were analyzed in a universal test machine (DL 500 - EMIC) at a speed of 1 mm/min, then the KH was measured in a microdurometer (Shimadzu). FS, FM and KH data were statistically analyzed by ANOVA one way and then by Tukey's test ($\alpha = 0.05$). The results showed that MMC did not obtain values of FS (119.2 MPa), FM (5.0 GPa) and KH (41.8 KHN) different from the values of FS (120.2 MPa), FM (5.3 GPa) and KH (45.5 KHN) of C. However, MMM obtained lower values of FS (16.9 MPa), FM (0.7 GPa) and KH (14.1 KHN) than C and MMC. Chlorhexidine did not alter the mechanical properties of the MMA resin, whereas Metronidazole reduced.

Key words: Dental materials, Hardness, Montmorillonite, Chlorhexidine, Mechanical properties

1. INTRODUÇÃO

Materiais poliméricos foram introduzidos na odontologia por volta de 1936 para o uso em base de dentaduras, estes são materiais de custo baixo e de fácil processamento, que resolvem muito bem a confecção das prótese totais, protocolos e próteses removíveis (Raj et al, 2013), no entanto mesmo com todo o desenvolvimento tecnológico, ainda não existe nenhum material polimérico com propriedades antimicrobianas satisfatórias bactericidas ou bacteriostáticas, sem que este altere alguma das propriedades físicas do material (Ferracane e Mitchem, 2003).

Na confecção de próteses extensas, como por exemplo, próteses totais, próteses parciais removíveis e protocolos, os materiais comercialmente disponíveis são constituídos principalmente por uma matriz orgânica de monômeros de metacrilato de metila (MMA). A reação de polimerização ocorre com a formação de uma rede polimérica, que se dá através de uma reação química, formando uma rede reticulada através da ligação de radicais livres (Floyd e Dickens, 2006).

As tentativas de obtenção de um material polimérico com propriedades bioativas na odontologia não obtiveram grandes sucessos até o atual momento. Quando se tentou obter um material polimérico com atividade antimicrobiana através da adição de nanopartículas de prata, o material obtido apresentou maior solubilidade (Durner et al., 2011), além de uma mudança da sua cor original prejudicando a estética. Em outra pesquisa, a tentativa de se obter um material polimérico com propriedades remineralizantes não resultou em interação química entre o fosfato de cálcio e a matriz resinosa o que resultou numa diminuição significativa das propriedades mecânicas (Rodrigues, 2014); além de que o aumento do fosfato de cálcio resultou em uma diminuição do grau de conversão dos compósitos (Aljabo et al., 2015).

O conceito de nanocompósitos surgiu como resultado do avanço da tecnologia da engenharia de materiais. Em particular a aplicação de nanocompósitos poliméricos reforçados com argila mineral (montmorilonita – MMT) tem se destacado nas indústrias; automobilísticas, de embalagens, de biomateriais e aeroespacial (Gu et al., 2004; Zhou et al., 2005; Touati et al., 2007) devido as suas propriedades mecânicas superiores (Fournaris et al., 2001). A adição desse tipo de partículas de reforço às matrizes poliméricas à base de dimetacrilatos convencionais tem como

intuito a redução da contração volumétrica, de compósitos de uso odontológico (Campos et al., 2013; Discacciati e Orefice, 2007; Solhi et al., 2012).

A MMT, principalmente a sódica, é utilizada no desenvolvimento de nanocompósitos poliméricos. Possui uma estrutura cristalina, que consiste em camadas lamelares intercaladas, de uma estrutura central octaédrica de alumina entre duas lâminas de estrutura tetraédrica de sílica sucessivamente. As lamelas se organizam por empilhamento e estão interligadas por forças de Van der Waals. Entre as lamelas existem espaços regulares chamados espaçamento basal “d”, ou espaço interlamelar (Alexandre e Dubois, 2000). A MMT apresenta capacidade de absorção de moléculas orgânicas, aumentando o seu volume inicial, uma vez que suas lamelas se distanciam ou se dispersam ao longo da matriz. Essa absorção é observada quando a argila é incorporada numa matriz polimérica a base de dimetacrilatos, e essa expansão poderia minimizar a contração de polimerização dos compósitos formados (Kelly et al., 1994).

A capacidade da MMT em absorver moléculas orgânicas, é responsável pela diminuição da contração volumétrica em matrizes a base de BisGMA/TEGDMA, assim como pela ligação da MMT à dimetacrilatos (Discacciati e Orefice, 2007; Solhi et al., 2012; Campos et al., 2013). Esse mesmo princípio de absorção de moléculas orgânicas pela MMT é explorado na indústria farmacêutica, onde a MMT, é utilizada como veículo de liberação controlada do fármaco (He et al., 2006; Wang et al., 2008; Wu et al., 2013). Um estudo recente mostrou que a montmorilonita com clorexidina incorporada resultou na liberação deste fármaco em uma cinética lenta (Wu et al., 2013). No entanto, Wu e colaboradores não utilizaram o complexo MMT/clorexidina em uma matriz polimérica. Apesar de o autor utilizar o termo “nanocompósito”, este termo se refere ao complexo clorexidina/MMT ou clorexidina+Cu/MMT. Sendo assim, não existem dados na literatura sobre a liberação de fármacos como a clorexidina ou o metronidazol, e sua atividade antimicrobiana quando o complexo MMT/clorexidina ou MMT/metronidazol é associado a uma matriz polimérica de metacrilato de metila. Deve-se destacar que a capacidade de absorver moléculas orgânicas apresentada pela MMT, possibilita que a clorexidina seja incorporada, no entanto, após a incorporação da clorexidina, não se conhece como e se ocorrerá a intercalação dos dimetacrilatos, pois as lamelas já estarão parcialmente ocupadas por moléculas de clorexidina. Dessa forma, é necessário que as propriedades mecânicas sejam verificadas como forma de avaliar se houve intercalação entre a carga e a matriz.

A clorexidina é considerada como padrão ouro no combate à micro-organismos, sendo amplamente utilizada para tratar e prevenir infecções não somente orais, mas também, em mucosas, e na pele. Por essa razão, essas substâncias vêm sendo amplamente estudada na Odontologia; principalmente para a preparação de enxaguatórios bucais, bem como para a confecção de materiais restauradores (Varoni et al., 2012).

Estudos mostram que a liberação de clorexidina tem resultados eficazes na ação antimicrobiana. Mesmo em pequenas concentrações, essa substância é capaz de causar morte e inibição bacteriana, sendo que a sua atividade antimicrobiana possui relação direta com a sua concentração (Cheng et al., 2012; Zhang et al., 2014). É impossível, e também não desejável, eliminar totalmente biofilme da placa bacteriana oral; no entanto o uso de materiais que liberem substâncias antimicrobianas pode diminuir o impacto de sua patogenicidade e alterar o sistema microbioma/compósito-dente (Spencer et al., 2014).

Como a clorexidina possui atividade antimicrobiana, um recente estudo buscou desenvolver compósitos odontológicos com clorexidina (Zhang et al., 2014) e foi observado, que os compósitos misturados diretamente com CHX, reduziram as propriedades mecânicas, e tiveram superfícies ásperas e um excesso de liberação de CHX em um curto período de tempo; enquanto que, quando a CHX foi associada ao um tipo de sílica porosa, as propriedades mecânicas foram mantidas, e a liberação foi mais prolongada. Ambos os tipos de compósitos mostraram inibição bacteriana contra as espécies testadas. Isso demonstra que a clorexidina deve estar associada a algum tipo de carregador, pois quando sozinha pode alterar negativamente propriedades mecânicas fundamentais dos compósitos.

Além das vantagens antimicrobianas evidentes, outro ponto que deve ser destacada em relação a CHX é que a sua presença na camada híbrida resulta na inibição das enzimas responsáveis pela degradação desta camada (metaloproteinases), resultando em uma adesão mais duradoura (Spencer et al., 2014).

Nas infecções periodontais, a colonização das bactérias é muito específica e conhecida. (Gordon e Walker, 1993). O uso do metronidazol é bastante eficaz no combate desses microrganismos, apesar de ter ação contra anaeróbicos e não ter muita ou nenhuma atividade contra aeróbicos. (Roche e Yoshimori, 1997).

A literatura mundial apresenta poucos trabalhos com a adição de substâncias antibacterianas incorporadas a resina de Metacrilato de Metila.

Ainda não há estudos sobre as propriedades mecânicas de resinas baseadas em MMA enriquecidas com os complexos MMT/metronidazol e MMT/clorexidina.

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste estudo foi avaliar a Resistência à Flexão (RF), o Módulo Flexural (MF) e a Dureza Knoop (DK) de resinas de metacrilato de metila (MMA) enriquecidas com nanomontmorilonita (MMT) carregadas com metronidazol ou clorexidina.

A hipótese do estudo é que a incorporação de MMT carregado com metronidazol e clorexidina diminuirá as propriedades mecânicas das resinas de MMA.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Confeção da resina a base de metacrilato de metila enriquecido com MMT/Metronidazol ou MMT/Clorexidina

Foram utilizados compósitos de Metacrilato de metila (MMA) quimicamente ativados (VIPI Flash – VIPI Produtos Odontológicos).

A nanopartícula de Montmorilonita (MMT) foi inserida em uma solução aquosa de metronidazol ou clorexidina, numa proporção em peso equivalente a 10% (w/w). A mistura foi realizada sob constante agitação por 3 horas à uma temperatura de 80 °C. Após o processo de emulsão, o composto foi liofilizado por cerca de 6 horas. Em seguida, o complexo MMT/Metronidazol ou MMT/Clorexidina foi acrescentado ao pó de MMA com o auxílio de uma balança analítica (Figura 1).

Dessa forma, 3 grupos foram confeccionados (Figura 2):

1-Controle (C) - Não recebeu nenhuma nanopartícula.

2-MMA/MMT/Metronidazol (MMM) - Recebeu 5% em peso de MMT carregada de metronidazol, o que equivale a uma concentração final de 0,5% de metronidazol.

3-MMA/MMT/Clorexidina (MMC) - Recebeu 5% em peso de MMT carregada de clorexidina, o que equivale a uma concentração final de 0,5% de clorexidina.

Os complexos MMT/metronidazol ou MMT/clorexidina foram adicionados ao pó antes da manipulação dos espécimes e agitados vigorosamente para permitir uma homogeneização deste.

3.2. Análise das propriedades mecânicas

3.2.1 Preparo das amostras

Uma matriz em silicone de adição foi usada para a confecção de amostras com 65 mm de comprimento, 10 mm de largura e 4 mm de altura, as medidas foram conferidas através de um paquímetro digital. (Figura 3).

Todas as amostras foram confeccionadas em ambiente com temperatura controlada em 25°C, com variação de 1°C. Para cada grupo, foram confeccionadas 12 amostras (n=12).

3.2.2 Análise da resistência à flexão e módulo flexural.

Após 24 horas de armazenagem em ambiente com temperatura de 37°C e seco, as amostras foram polidas com lixas de granulação 600 para dar acabamento (Figura 4), e em seguida, submetidas à avaliação da resistência à flexão. Estas foram carregadas em uma máquina de ensaio universal (DL500 – EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) a uma velocidade de 1 mm/min. O teste de resistência a flexão foi de três pontos.

Durante o teste de resistência à flexão, um software presente na máquina de ensaios universal (DL500 – EMIC, São José dos Pinhais, PR, Brasil) calculou o módulo de elasticidade ou módulo flexural das amostras (n=12). O módulo de elasticidade foi calculado a partir da porção elástica do gráfico tensão/deformação, utilizando um software Blu Hill universal presente na máquina (Figura 5).

3.2.3 Análise da Dureza Knoop

Imediatamente após a fratura das amostras; das partes fraturadas, a maior foi escolhida para o teste de análise da dureza Knoop. As medidas de dureza Knoop foram realizadas em um endentador (HMV-2, Shimadzu, Tóquio, Japão), sob uma carga de 50g durante 10s. Cinco leituras foram realizadas para cada amostra. O número de dureza Knoop (KHN, Kg/mm²) para cada amostra foi obtido pela média das cinco endentações (Figura 6).

4. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Previamente as análises, os dados de resistência à flexão, módulo flexural e dureza Knoop foram avaliados quanto à normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk. Em seguida, foram submetidos à análise de variância a um fator. O fator do estudo foi a composição da resina acrílica. As comparações múltiplas foram efetuadas pelo teste de Tukey. Os cálculos estatísticos foram conduzidos adotando-se o nível de significância de 5% ($\alpha = 0,05$), no programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software Inc., San José, Califórnia, EUA).

5. RESULTADOS

Os valores de RF, MF e DK obtidos estão na Tabela 1.

Tabela. 01 - Valores de médios e desvio padrão de resistência à flexão (RF), módulo flexural (MF) e dureza Knoop (DK) de resinas acrílicas bioativas.

Grupo	RF (MPa)	MF (GPa)	DK (KNH)
C	120,2 (40,1) A	5,3 (1,4) A	45,5 (12,7) A
MMC	119,2 (22,2) A	5,0 (0,9) A	41,8 (2,9) A
MMM	16,9 (8,9) B	0,7 (0,4) B	14,1 (2,5) B
VALORES P	P>0,05	P>0,05	P>0,05

Comparação na coluna. Letras diferentes indicam diferença estatística.

Os resultados apresentados, mostram que não houve diferença significativa entre o grupo em que foi adicionada a Clorexidina (MMC) em relação ao grupo controle, enquanto que houve uma diminuição da resistência a flexão, do módulo flexural e da dureza Knoop quando o Metronidazol (MMM) foi adicionado.

6. DISCUSSÃO

O uso das resinas de metacrilato de metila está presente na odontologia há muitas décadas. O grande problema desses materiais, é que eles facilitam a colonização de bactérias e de fungos devido a formação de um biofilme em sua superfície, pela presença de micro rugosidades neste tipo de material.. Este biofilme é muito resistente à medicamentos antibacterianos e também antifúngicos, levando ao aparecimento de lesões, como a estomatite, ocasionada pela *C. Albicans* aderida na parte do suporte mucoso da prótese (Masetti et al., 2018). A formação do biofilme e a colonização por fungos e bactérias encontram uma situação favorável de aderência à prótese, devido a sorção de água e a solubilidade das resinas de polimetil metacrilato (PMMA), aliados à má higiene oral, principalmente em pacientes com maior idade e menor destreza manual (Meng et al., 2005). A *C. Albicans* é o principal patógeno (Chandra et al., 2005) e o que aparece com mais frequência, tanto na mucosa quanto na superfície de contato da prótese com os tecidos orais, sendo um pré-requisito para o início da infecção (Lyon et al., 1957).

Em pacientes imunodeprimidos, principalmente se forem idosos, essas infecções oportunistas podem levar o paciente a situações mais graves (Nikawa et al., 1999).

A presença da *C. Albicans* e a sua aderência à prótese, abre a oportunidade para a colonização de outros micro-organismos levando a estomatite protética por contato. Essa doença afeta principalmente o palato, sendo mais prevalente nos idosos, afetando de 18 a 65%, dos usuários de prótese parcial removível ou total, estes apresentam uma inflamação e eritema, avermelhado, na mucosa palatina onde há contato com a prótese, na grande maioria essas lesões são devido ao atrito da peça protética com a mucosa, mais a presença dos micro-organismos, e raramente são decorrentes de reações alérgicas. O usuário de próteses do tipo protocolo sobre implantes, também estão sujeitos a esse tipo de infecção, porém em menor número, devido ao protocolo ter um menor contato com a mucosa (Raj et al, 2013).

A clorexidina (CHX) é um agente antimicrobiano de natureza orgânica. Na odontologia é padrão ouro no combate a gengivite e a placa bacteriana, com baixa toxicidade. Foi incorporada no passado aos cimentos de ionômero de vidro, mas não

alcançou o efeito desejado, pois a sua liberação foi muito baixa por reagir com o ácido poli acrílico (Wu, Y, et al., 2013).

A CHX é liberada em porcentagens elevadas em vários polímeros de metacrilato de metila e em cimentos ósseos (Riggs et al., 2000). Várias formulações e concentrações foram desenvolvidas para a liberação mais lenta da CHX (Lee et al., 2005; Leung et al., 2005).

Várias tem sido as tentativas de se incorporar agentes antimicrobianos nas resinas acrílicas para confecção de próteses totais, protocolos e próteses provisórias, em um trabalho realizado (Sujitha K et al., 2018), o autor usou uma resina experimental de (PMMA) com adição de ácido metacrílico (MA) criando uma base de prótese com carga negativa na superfície, tentando com isso impedir a adesão inicial de microrganismos pelas forças eletrostáticas repulsivas. Feito isso, foram realizados ensaios para medir a resistência a flexão e o nível de rugosidade da superfície da prótese. O autor constatou que aumentando a concentração do agente antimicrobiano, a resistência à flexão diminuía, e houve um aumento da rugosidade quando também se aumentou a concentração do ácido metacrílico (MA). Na literatura podemos encontrar vários trabalhos, como o de Park, este chegou à conclusão de que a interação eletrostática pode ser um método eficaz à colonização da *C. Albicans* (Park et al. 2003) e o de Sujitha sobre resinas com superfície carregadas, no objetivo de aumentar sua força física, e com isso atingir altos padrões biológicos e mecânicos (Sujitha et al., 2018).

Em uma pesquisa um antimicrobiano, o Cloreto de Cetilpiridínio (CPC), foi misturado à resina acrílica, porém por ele possuir baixa miscibilidade com o monômero da resina (o etanol) foi usado como um co-solvente, para proporcionar uma mistura mais homogênea. Os autores investigaram os efeitos do etanol nas propriedades da resina, este demonstrou ser um excelente co-solvente para a mistura do (CPC) com o monômero da resina de metacrilato de metila (MMA). Como resultado insatisfatório a resina após ter tomado presa sofreu uma mudança de cor exibindo um forte tom amarelado, além de uma grande diminuição da resistência à flexão (de 97 a 25 MPa) e do módulo de elasticidade (de 2,7 a 0,6GPa), quando foi usado volumes iguais de etanol e de monômero, os autores acreditam que isso possa ter acontecido devido à solvatação e desativação de radicais por etanol. Quando essa proporção foi alterada, reduzindo para 0,25% da mistura Etanol/MMA, esses efeitos insatisfatórios desapareceram, principalmente quando o excesso de etanol, pode ser removido após

a despressurização da resina. A conclusão do autor é de que uma resina acrílica com cor e propriedades mecânicas satisfatórias podem ser produzidas por essa técnica (Takashi et al., 2017).

Um estudo foi feito para tentar encontrar o Polímero ideal, sendo testados o Dimetacrilato Uretano, Policarbonatos e Polisulfonas, na tentativa de melhora nas propriedades mecânicas das resinas para base de dentaduras (Raj et al,2013).

Pesquisa para o desenvolvimento de novos materiais para o combate aos microrganismos presentes na cavidade oral estão sendo realizadas, a Prata é um metal antimicrobiano que age contra bactérias Gram-Positivas e Gram-Negativas, outros materiais podem ser incorporados as resinas acrílicas como o Brometo metacrilóil óxido de cilpiridínio e silicato de metacrilato de amónio quaternário(QAMS), Os resultados mostraram que a incorporação de QAMS não afetou as propriedades mecânicas como módulo de resistência à flexão, . resultados semelhantes foram obtidos com a incorporação com ouro para polyHEMA (pHEMA), que inibiu a adesão de bactérias a prótese (Lee et al, 2018).

Em um trabalho onde a incorporação do Metronidazol em resinas de Polimetil de Metacrilato (PMMA) para se avaliar a eluição deste, observou-se que o Metronidazol retardou a polimerização da resina. (Ramos et al., 2003).

No presente trabalho foi realizada a incorporação de clorexidina e do metronidazol nas resinas de metacrilato de metila enriquecidas com nanomontmorilonita, e foram avaliadas as propriedades mecânicas, como a resistência à flexão, o módulo flexural e a dureza Knoop. Os resultados obtidos mostraram que não houve diferença significativa da resina com adição da clorexidina quanto a resistência a flexão, ao módulo flexural e da dureza Knoop, portanto é uma resina que não teve alteração em relação ao grupo controle, enquanto que o Metronidazol, alcançou resultados insatisfatórios como: diminuição da resistência a flexão, diminuição do módulo flexural e diminuição da dureza Knoop, alterando então as propriedades mecânicas da resina. Dessa forma, a hipótese do estudo foi parcialmente aceita.

A incorporação de substâncias com o intuito de desenvolvimento de materiais bioativos é promissora, entretanto, outros trabalhos necessitam ser realizados, principalmente avaliando o efeito microbiológico dessas resinas de MMA.

7. CONCLUSÃO

Dentro das limitações do presente estudo pode-se concluir que MMT/MET diminui as propriedades mecânicas enquanto que MMT/CHX não alterou as propriedades mecânicas em comparação ao grupo controle.

8. FIGURAS



Figura 1: Balança Analítica

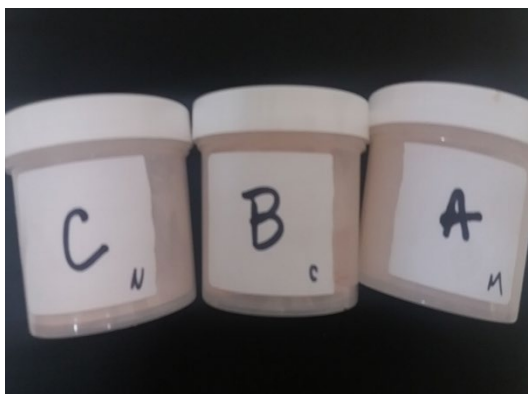


Figura 2: Grupos Experimentais: Grupo C controle, grupo B com clorexidina, grupo A com metronidazol



Figura 3: Amostras finalizadas para os ensaios.



Figura 4: Politriz Metalográfica.



Figura 5: Máquina de ensaio universal. EMIC.



Figura 6: Microdurometro Shimadzu.

9. REFERÊNCIAS

Alexandre M, Dubois P.: Polymer-Layered Silicate Nanocomposites: Preparation, Properties and Uses of a New Class of Materials. **Materials Science & Engineering R-Reports**, 2000, 28(1-2):1-63.

Aljabo A, Xia W, Liaqat S, Khan MA, Knowles JC, Ashley P.: Conversion, Shrinkage, Water Sorption, Flexural Strength and Modulus of Re-mineralizing Dental Composites. **Dental materials**.2015, 31(11):1279-1289.

Boaro L.C., Goncalves F, Guimaraes TC, Ferracane JL, Versluis A, Braga RR.: Polymerization Stress, Shrinkage and Elastic Modulus of Current Low-Shrinkage Restorative Composites. **Dental Materials**. 2010 26(12):1144-1150.

Boaro LC, Goncalves F, Guimaraes TC, Ferracane JL, Pfeifer CS, Braga RR. Sorption, Solubility, Shrinkage and Mechanical Properties of "Low-Shrinkage" Commercial Resin Composites. **Dental Materials**. 2013 29(4):398-404.

Campos L.M.P., Parra D.F., Vasconcelos M.R., Monteiro J. DH and ESPI.: Laser Interferometry Applied to the Restoration Shrinkage Assessment. **Radiation Physics and Chemistry**. 2014 190-193.

Chandra, J, Patel, JD, Li, J, Zhou, DG, Mukherjee, PK, McCormick TS.: Modificacion o:f Surface Properties of Biomaterials Influences the Ability oc Candida Albicans to Form Biofilms. **Applied and Environmental Microbiology**. 2005, p. 8795–8801

Cheng L, Weir MD, Xu HH, Kraigsley AM, Lin NJ, Lin-Gibson S.: Antibacterial and physical properties of calcium-phosphate and calciicrobiologyum-fluoride nanocomposites with chlorhexidine. **Dental materials**.2012, 28(5):573-583.

Discacciati JAC, Orefice RL.: Structural analysis on photopolymerized dental resins containing nanocomponents, **Journal of Materials Science**, 2007 42(11):3883-3893.

Durner J, Stojanovic M, Urcan E, Hickel R, Reichl FX .: Influence of silver nanoparticles on monomer elution from light-cured composites. **Dental materials**. 2011 27(7):631-636.

Ferracane JL, Mitchem JC.: Relationship Between Composite Contraction Stress and Leakage in Class V Cavities. **American Journal Dent**. 2003 16(4):239-243.

Floyd CJ, Dickens SH.: Network structure of Bis-GMA- and UDMA-based resin systems. **Dental materials**. 2006 22(12):1143-1149.

Fournaris KG, Boukos N, Petridis D.: Aqueous Polymerization of Protonated 4-Vinylpyridine in Montmorillonite. **Applied Clay Science**, 2001 19(1-6):77-88.

Gordon, M.J., Walker, C.B.: Current Status of Systemic Antibiotic Usage in Destructive Periodontal Disease. **Journal Periodontology**, 1993 64, p.760-71.

Gu SY, Ren J, Wang QF.: Rheology of Poly(propylene)/Clay Nanocomposites. **Journal of Applied Polymer**. 2004 91(4):2427-2434.

He HP, Yang D, Yuan P, Shen W, Frost RL. A Novel Organoclay with Antibacterial Activity From Montmorillonite and Chlorhexidine Acetate. **Journal of Colloid and Interface Science**. 2006 297(1):235-243.

Kelly P, Akelah A, Qutubuddin S, Moet A.: Reduction of Residual-Stress in Montmorillonite Epoxy Compounds. **Journal of Materials Science**. 1994 29(9):2274-2280.

Lee B S, Chen Y J, Wei T C, T. L., Chang C C.: Comparison of Antibacterial Adhesion When Salivary Pellicle Is Coated on Both Poly(2-hydroxyethyl-methacrylate)- and Polyethylene-glycol-methacrylate-grafted Poly(Methyl Methacrylate), **International Journal of Molecular Sciences**., 2018, 9: 14-19.

Lyon, DG, Chick, AO. Effect of Surface-charged Poly (Methyl Methacrylate) on the Adhesion of Candida Albicans. **Dental Practitce** 1957;7:212-217.

Masetti, P, Arbeláez, M I A, Pavarina, A C, Sanitá, P V, and, Habib, J J. Cytotoxic Potential of Denture Base and Reline Acrylic Resins After Immersion in Disinfectant Solutions. **The Journal of Prosthetic Dentistry** 2018, Jul;120(1):155-155.

Meng T R Jr., Latta M A.: Physical Properties Of Four Acrylic Denture Base Resins. **Journal Contemp Dental Pract.**, 2005; 6: 93-100

Nikawa H, Hamada T, Yamashiro H, Kumagai H.: A Review of In Vitro and In Vivo Methods to Evaluate the Efficace of Denture Cleansers. **International Journal Prosthodont** 1999; 12: 153-159.

Park SE, Periathamby AR, Loza JC.: Effect of Surface-Charged Poly(methyl methacrylate) on the Adhesion of Candida Albicans. **Journal Prosthodont.** 2003 Dec;12(4):249-254.

Riggs P.D., Braden M., Patel M.: Chlorhexidine Release from Room Temperature Polymerising Methacrylate Systems **Biomaterials** 21 (2000) 345–351.

Raj P. A., Dentino A. R.: Denture Polymers With Antimicrobial Properties: a Review of the Development and Current Status of Anionic Poly(methyl Methacrylate) Polymers. **Future Medicinal Chemistry.** 2013, 5 (14), 1635-1645.

Ramos JR, Howard RD.: Pleasant RS, Moll HD, Blodgett DJ, Magnin G, Inzana TJ.: Elution of Metronidazole and Gentamicin from Polymethylmethacrylate Beads. **Veterinary Surgery**, 2003 32:251-261.

Roche, Y. e Yoshimori R. N.: In Vitro Cativity of Spiramycin an Metronidazole Alone or in Combination Against Clinical Isolates from Odontogenic Abscesses. **Journal Antimicr. Chemoth.**, 1997, (40), p.353-57.

Sakaguchi RL, Versluis A, Douglas WH.: Analysis of Strain Gage Method for Measurement of Post-gel Shrinkage in Resin Composites. **Dental Materials : Official Publication of the Academy of Dental Materials**, 1997 13(4):233-239.

Solhi L, Atai M, Nodehi A, Imani.: A Novel Dentin Bonding System Containing Poly(methacrylic Acid) Grafted Nanoclay: Synthesis, Characterization and Properties. **Dental Materials**. 2012 28(10):1041-1050.

Spencer P, Y Q, Misra A, Goncalves SE.: Laurence JS. Proteins, Pathogens, and Failure at the Composite-Tooth Interface. **Journal of Dental Research**. 2014 93(12):1243-1249.

Sujitha K, Bharathi M, Lakshminarayana S, Shareef .: A, Lavanya B, SivKumar V (2. Physical Properties of Heat Cure Denture Base Resin after Incorporation of Methacrylic Acid. **Contemp Clin Dent.**, 2018 Sep;9(Suppl 2):S251-S255.

Takashi N., Futami N. T. and Kazuhiko E.: Designing an Antibacterial Acrylic Resin Using the Cosolvent Method —Effect of Ethanol on the Optical and Mechanical Properties of a Cold-Cure Acrylic Resin. **Dental Materials Journal**, 2017; 36(5): 662–668.

Tantbirojn D, Pfeifer CS, Braga RR, Versluis A.: Do Low-Shrink Composites Reduce Polymerization Shrinkage Effects? **Journal Dental Research**.2011 90(5):596-601.

Touati N, Kaci M, Ahouari H, Bruzaud S, Grohens Y. The Effect of Gamma-Irradiation on the Structure and Properties of Poly(propylene)/clay Nanocomposites. *Macromolecular*, **Materials and Engineering.**, 2007, 292(12):1271-1279.

Varoni E, Tarce M, Lodi G, Carrassi A. Chlorhexidine (CHX) in Dentistry: **State of the art**. **Minerva Stomatologica.**, 2012, 61(9):399-419.

Wang XY, Du YM, Luo JW.: Biopolymer/montmorillonite Nanocomposite: Preparation, **Drug-Controlled Release Property and Cytotoxicity**. **Nanotechnology.**, 2008 19(6), 01-07.

Wu Y, Zhou NL, Li WH, Gu H, Fan YT, Yuan J : Long-Term and Controlled Release of Chlorhexidine-Copper(II) from Organically Modified. Montmorillonite (OMMT) Nanocomposites. **Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications.**, 2013 33(2):752-757.

Young AM, Ng PY, Gbureck U, Nazhat SN, Barralet JE, Hofmann MP: Characterization of Chlorhexidine-Releasing, Fast-Setting, Brushite Bone Cements. **Acta biomaterialia.**, 2008 4(4):1081-1088.

Zeng P, Zhang G, Rao A, Bowles W, Wiedmann TS.: Concentration Dependent Aggregation Properties of Chlorhexidine Salts. **International Journal of Pharmaceutics.**, 2009 367(1-2):73-78.

Zhang JF, Wu R, Fan Y, Liao S, Wang Y, Wen ZT: Antibacterial Dental Composites With Chlorhexidine and Mesoporous Silica. **Journal of Dental Research.**, 2014 93(12):1283-1289.

Zhou YX, Rangari V, Mahfuz H, Jeelani S, Mallick PK: Experimental Study on Thermal and Mechanical Behavior of Polypropylene, Talc/Polypropylene and Polypropylene/clay Nanocomposites. **Materials Science and Engineering a-Structural Materials Properties Microstructure and Processing.**, 2005 402 (1-2):109-117.