

FERNANDA BARNE GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE SUBSTÂNCIAS CORANTES NA
ESTABILIDADE ÓPTICA DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO EM
COMPARAÇÃO A RESINA ACRÍLICA TERMOPOLIMERIZÁVEL:
ESTUDO IN VITRO**

CAMPO GRANDE

2023

FERNANDA BARNE GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE SUBSTÂNCIAS CORANTES NA
ESTABILIDADE ÓPTICA DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO EM
COMPARAÇÃO A RESINA ACRÍLICA TERMOPOLIMERIZÁVEL:
ESTUDO IN VITRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à banca examinadora da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

**Orientador: Prof^a Dr^a Luciana Mara Negrão
Alves**

CAMPO GRANDE

2023

FERNANDA BARNE GONÇALVES

**AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DE SUBSTÂNCIAS CORANTES NA
ESTABILIDADE ÓPTICA DE POLÍMERO TERMOPLÁSTICO EM
COMPARAÇÃO A RESINA ACRÍLICA TERMOPOLIMERIZÁVEL:
ESTUDO IN VITRO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
banca examinadora da Faculdade de Odontologia
da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Resultado: _____

Campo Grande (MS), _____ de _____ de _____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Luciana Mara Negrão Alves (Orientadora)
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

Examinador 1
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

Examinador 2
Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/UFMS

Dedico este trabalho a minha família, pelo apoio e compreensão ao longo desses anos. Aos meus amigos por serem força e exemplo em minha vida. Aos meus professores que me forneceram o conhecimento para chegar a esse momento. E para minhas queridas sobrinhas, Catarina e Maria Clara, que são o motivo de eu não desistir, para que elas saibam que nós podemos tudo que está no nosso coração!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ser minha base, minha força e me guiar na caminhada diária, sem ele eu não teria tido a vontade de continuar e chegar ao fim.

Aos meus pais, Therezinha e Clodoaldo, que me guiaram desde pequena, que planejaram suas vidas ao redor de me dar uma oportunidade de ter uma boa educação. Obrigada pelo apoio incondicional, por abrir mão de várias conquistas pessoais para que eu chegasse até aqui. E por ter me dado o tempo que eu precisei, só eles sabem como o ano de 2022 foi uma provação em nossas vidas, e ainda assim eu fiquei, e aqui estou terminando de realizar este sonho.

Aos meus amigos, que mais são uma segunda família que eu adquiri nessa Universidade, Najla, Igor, Carmen, Luana e Mariana, sem vocês, sem sua ajuda, sem sua preocupação, sem o amor eu jamais teria chegado até aqui. Foram vocês que me lembraram que nunca estamos sós e que tudo passa, e que o tempo é nosso, a jornada é nossa.

Aos meus queridos amigos, mas em especial a Flávia, Gabriela, João Pedro, Caroline, Caíque, que estiveram comigo nos momentos bons e ruins, que me mantiveram disposta a continuar. Obrigada por me proporcionar tantos momentos felizes.

A minha orientadora, Prof Lu, que me fez descobrir uma nova paixão dentro da área de prótese, e que foi um dos motivos para que eu terminasse o curso, obrigada por não desistir de mim e me dar liberdade de explorar um material tão interessante. E por todo carinho ao longo desses anos.

Ao prof Vitor, por estar disposto a tirar do tempo que tem em outra cidade para fazer a medição dos meus corpos de prova, sem você esse trabalho não seria possível, e por nos ajudar a analisar nossos dados estatísticos.

E a todos que contribuíram direta ou indiretamente para minha formação, demais professores, funcionários das diversas equipes da faculdade, colegas de turma, todos que passaram por essa jornada comigo. Muito obrigada, levarei todos no meu pensamento.

“ Por fim, irmãos, vivei com alegria. Tendei à perfeição, animai-vos, tende um só coração, vivei em paz, e o Deus de amor e paz estará convosco. II Coríntios 13:11”

"A prótese dentária é a arte de recriar a perfeição do sorriso perdido."

- Dr. Mark Schneider

RESUMO

GONÇALVES FB. Avaliação da influência de substâncias corantes na estabilidade óptica de polímero termoplástico em comparação a resina acrílica termopolimerizável: estudo in vitro. [Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Os polímeros flexíveis para próteses dentárias têm a capacidade de oferecer uma alternativa esteticamente agradável às próteses tradicionais, que apresentam metais em regiões estéticas e na linha do sorriso. Elas são frequentemente usadas em próteses parciais removíveis. Este estudo avaliou o grau de manchamento entre resina acrílica comum termopolimerizável (*OndaCryl, Clássico®*) e polímeros termoplásticos flexíveis (*Deflex® Classic SR*) quando expostos a refrigerante a base de cola, erva mate (*Ilex paraguariensis*) e café solúvel. No estudo 80 corpos de prova foram confeccionados, n=40 partir de uma matriz circular em resina acrílica ativada termicamente, e n=40 em polímero termoplástico flexível termoinjetado. Após acabamento e polimento, os corpos de prova foram divididos aleatoriamente em 4 grupos (n=10) em cada material, onde passaram 24 dias (simulando o uso diário de 2 anos, sendo cada dia representativo de 1 mês) imersos nas substâncias corantes, mais um grupo controle em água destilada. Os resultados foram analisados em 2 etapas com o auxílio de um espectrofotômetro, inicialmente após acabamento e polimento (T0), após 24 dias de imersão com troca diária das substâncias (T1). Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na alteração de cor (ΔE) entre todos os grupos ($p < 0,005$) após 24 dias de imersão. Tendo sido observadas alterações consideráveis quando as amostras foram imersas em café e refrigerante a base de cola. Observou-se uma grande alteração da cor quando os espécimes foram imersos em erva mate.

Palavras: Prótese Parcial Removível; Pigmentação; Polímeros termoplásticos.

ABSTRACT

GONÇALVES FB. Assessment of the influence of coloring substances on the optical stability of thermoplastic polymer compared to heat-polymerized acrylic resin: an in vitro study. [Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul]

Flexible polymers for dental prostheses have the ability to offer a visually appealing alternative to traditional prostheses, which feature metal in aesthetic regions and in the smile line. They are often used in removable partial dentures. The aim of this study was to evaluate the degree of staining between common thermosetting acrylic resin (*OndaCryl, Clássico®*) and flexible thermoplastic polymers (*Deflex® Classic SR*) when exposed to cola soft drinks, yerba mate (*Ilex paraguariensis*) and instant coffee. In the study, 80 specimens were made, n=40 from a circular matrix of thermally activated acrylic resin and n=40 from a flexible thermoplastic polymer. After finishing and polishing, the specimens were randomly divided into 4 groups (n=10) in each material, where they spent 24 days (simulating daily use for 2 years, with each day representing 1 month) immersed in the staining substances, plus a control group in distilled water. The results were analyzed in 2 stages using a spectrophotometer, initially after finishing and polishing (T0), and after 24 days of immersion with a daily change of substances (T1). Statistically significant differences in color change (ΔE) were found between all groups ($p < 0.005$) after 24 days of immersion. Considerable changes were observed when the samples were immersed in coffee and cola. A major color change was observed when the specimens were immersed in yerba mate.

Keywords: Partial Removable Prosthesis; Pigmentation; Thermoplastic Polymers.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 Objetivo Geral	12
2.2 Objetivos Específicos	12
3 METODOLOGIA	13
3.1 Tipo de estudo	13
3.2 Confeção dos corpos de prova	13
3.2.1 Resina acrílica termopolimerizável	13
3.2.2 . Polímero termoplástico	14
3.3 Acabamento e polimento	15
3.4 Disposição dos grupos	16
3.5 Exposição às soluções corantes	16
3.6 Avaliação da alteração	18
4 RESULTADOS	21
5 DISCUSSÃO	24
6 CONCLUSÃO	31
7 REFERÊNCIAS	32
8 ANEXOS	35
8.1 Fabricação dos corpos de prova de resina termoativada	35
8.2 Fabricação dos corpos de prova de polímero termoplástico	36
8.3 Solução de controle e soluções corantes	37
8.4 Equipamento utilizado para acabamento e polimento das peças	40
8.5 Medida inicial e final dos corpos de prova	42

1 INTRODUÇÃO

Quando se fala em prótese, refere-se a dispositivo artificial que visa substituir tecido e/ou estrutura ausente. A Prótese Parcial Removível trata-se da reposição de elementos quando a arcada é parcialmente desdentada e estruturas adjacentes e que pode ser removida para ser realizada a higienização.

Ainda hoje há uma visão normalizadora da perda dentária a partir do envelhecimento. É considerado que na terceira idade a dentição já não esteja mais completa, vindo de uma época em que a odontologia não era parte da rotina da população e que os tratamentos se resumiam basicamente a extração dentária.

Com o avanço dos tempos, nota-se uma mudança de comportamento da população acerca da visão quanto à saúde bucal. Haja vista que o acesso à informação e ao atendimento vem aumentando. Já é possível perceber que os pacientes estão procurando o cirurgião dentista não só por problemas funcionais, mas também a visão estética do sorriso.

As resinas acrílicas são polímeros sintéticos formados a partir de compostos acrílicos e metacrilatos. Resinas termopolimerizáveis são resinas que requerem calor para o processo de polimerização, neste caso utilizada a resina de microondas. é importante notar que o uso de resinas acrílicas também pode apresentar algumas desvantagens, como a possibilidade de desgaste, manchas e degradação ao longo do tempo, o que pode levar à necessidade de substituição.

A proposta do polímero termoplástico flexível é a de promover maior qualidade na confecção de próteses parciais, já que as mesmas lançam mão de uma ancoragem não metálica utilizando de material biocompatível, com material que apresenta propriedades elásticas semelhantes ao osso humano, de baixo peso e ausência de condutividade elétrica.

A tendência no aumento do uso de polímeros flexíveis se dá pela associação aos grampos de liga cobalto-cromo, que são grande queixa estética de muitos pacientes. Segundo Ludan Kin “Isso se deve às suas vantagens, incluindo baixo potencial para causar uma alergia, baixa solubilidade em água, biocompatibilidade superior, alta resistência térmica e química, formação moderada de biofilme e excelentes propriedades mecânicas”.

A análise da estabilidade óptica, e a comparação com a resina acrílica termoativada, vem da necessidade de saber quais outras vantagens, além da estética ao substituir a liga metálica, teria o uso do polímero. A aplicação de uma ou outra depende das necessidades específicas do procedimento e das necessidades apresentadas pelo caso em si, e pelo paciente.

Ao optarmos por um material mais estético, poderemos trazer um conforto físico e psicológico aos pacientes. Os polímeros flexíveis são mais leves e menos tendente a causar desconforto ou irritação nas gengivas e tecidos moles da boca, o que é particularmente benéfico para pacientes que enfrentam dificuldades com próteses rígidas convencionais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

É de objetivo geral deste projeto compreender a estabilidade da coloração de polímero termoplástico flexível quando utilizado como base de Prótese Parcial removível, em comparação a resina acrílica termopolimerizável, a partir da exposição a substâncias comumente associadas a manchas nos dentes e resinas.

2.2 Objetivos Específicos

Este estudo irá avaliar:

A estabilidade cromática das resinas termoplásticas e acrílica termopolimerizável, utilizadas em próteses dentárias removíveis, após a imersão em café solúvel, erva mate, refrigerante a base de cola e água destilada;

3 METODOLOGIA

3.1 Tipo de estudo

Trata-se de um estudo in vitro, realizado no laboratório de pesquisa da Faculdade de Odontologia (FAODO) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), coordenado pela Professora Doutora Luciana Mara Negrão Alves, com as trocas de substâncias ocorrendo no período de 30 de junho e 24 de julho.

3.2 Confeção dos corpos de prova

Foram confeccionados 80 corpos de prova, sendo em resina acrílica ativada termicamente n=40 e polímero termoplástico n=40. Os corpos de prova passaram por acabamento e polimento, distribuídos aleatoriamente em grupos (n=10), em um momento inicial todas as amostras passaram por solução de água destilada de pH 7, durante um dia.

3.2.1 Resina acrílica termopolimerizável

A resina termo ativada de escolha foi por ativação em microondas, seguindo as orientações do fabricante quanto ao tempo de exposição, potência e frequência utilizada. A escolhida foi a Onda-Cryl da marca Clássico (A.O.Clássico Ltda, Brasil) (**figura 1**) por ser referência no mercado quanto à estabilidade de cor pós polimerização.



Figura 1 . Resina Acrílica Termopolimerizável

Anexo 1 - Passo a passo da resina Acrílica termopolimerizável

Neste material as peças (**figura 2**) são preparadas em mufla para microondas a partir de uma matriz metálica que faz a vez de forma para inserir o material que é misturada em pote paladon de vidro.



Figura 2 - corpo de prova em resina acrílica ativada termicamente.

3.2.2 . Polímero termoplástico

O polímero de escolha para confecção dos corpos de prova (**figura 3**), foi o polímero termoplástico semi-rígido (Deflex® Classic SR) (**figura 4**), desenvolvido e distribuído no país pela Talden Ltda.



Figura 3 . Corpo de prova em polímero termoplástico



Figura 4 . Polímero termoplástico flexível

Anexo 2 - Polímero pós injeção

3.3 Acabamento e polimento

As peças, de ambos os materiais passaram pelo processo de acabamento e polimento através de lixas abrasivas de granulação #400, #600, #1000 e #1200, em sequência, acopladas ao politriz horizontal do laboratório de pesquisa da faculdade. Sendo o mesmo feito em 1 face até apresentar lisura visual e tátil, e a face sem polimento recebeu uma marcação com ponta diamantada 1014, para identificação. As peças então foram levadas a água destilada por 24 horas para finalizar a eliminação de monômeros e então iniciar a exposição aos agentes corantes.

Anexo 3 - Acabamento e polimento das peças

3.4 Disposição dos grupos

Os espécimes foram separados em 2 categorias, resina acrílica termoativada e Polímero termoplástico, em 4 grupos (n=10) para exposição e análise.

Grupo Resina Acrílica Termoativada agrupados em:

Grupo RA-C: corpos de prova de Resina Acrílica imersos em água destilada.

Grupo RA-T: corpos de prova de Resina Acrílica imersos em chá de erva mate.

Grupo RA-CS: corpos de prova de Resina Acrílica imersos em solução de café solúvel.

Grupo RA-R: corpos de prova de Resina Acrílica imersos de refrigerante à base de cola.

Grupo Polímero Termoplástico Flexível:

Grupo PF-C: corpos de prova de Polímero flexível imersos em água destilada.

Grupo PF-T: corpos de prova de Polímero Flexível imersos em chá de erva mate.

Grupo PF-CS: corpos de prova de Polímero Flexível imersos em solução de café solúvel.

Grupo PF-R: corpos de prova de Polímero Flexível imersos em 100ml de refrigerante a base de cola.

3.5 Exposição às soluções corantes

Os corpos de prova então foram expostos às substâncias corantes durante 24 dias consecutivos com trocas diárias das soluções, no mesmo horário, passando por breve lavagem em água destilada, antes de ser imerso na solução novamente, a fim de simular a ingestão frequente, representando 2 anos de consumo. As soluções eram feitas diariamente.

Quadro 1 - Soluções utilizadas na pesquisa e suas origens.

Solução	Fabricante	Composição	Preparo
Água destilada	Fornecida pela Faculdade de Odontologia da UFMS	Obtida através do processo de destilação do aparelho presente no laboratório de	

		pesquisa da FAODO.	
Erva Mate Pura Folha - Premium	Santo Antonio Industria Comercio Importacao e Exportacao de Alimentos LTDA	Erva-Mate (Ilex paraguariensis)	10g de Ilex paraguariensis para 100 ml de água destilada
Café solúvel tradicional	Três Corações Alimentos S.A. Grupo Santa Clara	Café Solúvel Granulado	2g de café para 100 ml de água destilada
Refrigerante a Base de Cola	The Coca-Cola Company. FEMSA	Água gaseificada, açúcar, extrato de noz de cola, cafeína, aroma natural, acidulante (ácido fosfórico), conservador (benzoato de sódio), regulador de acidez (citrato de sódio)	Lata de 220 ml. Aberta uma nova diariamente, utilizadas 100 ml.

Anexo 4 . Solução de controle e soluções corantes utilizadas

Todas as misturas de soluções foram efetuadas com a água inicialmente em temperatura ambiente para garantir a padronização pelo mesmo operador e para evitar alterações devido à temperatura. De acordo com as recomendações do fabricante do café, foi preparada uma solução de café misturando 2 g de café solúvel em pó (Três corações® tradicional, grupo 3corações, pH 5,10) com 100 mL de água destilada quente e sem açúcar.

Na solução derivada da *Ilex paraguariensis* a mistura foi feita utilizando 10 gramas da erva (erva mate Santo Antônio®) para 100 ml de água destilada, então aguardava-se 10 minutos para que a solução estivesse bem saturada, como um chá comum, e só então as folhas eram coadas e o líquido distribuído nos corpos de prova.

Não foi realizada qualquer preparação especial para os grupos da Coca-Cola® (Coca Cola Co, Verde Campo; pH 2,37). Os corpos de prova foram

mantidos em meios de armazenamento durante 24 horas contínuas, sendo feita uma lavagem em água destilada por dia, e os meios de solução foram atualizados diariamente durante o período de 24 dias.

3.6 Avaliação da alteração

As leituras de cor ocorreram em dois momentos (T0 e T1), a primeira antes da imersão dos corpos de prova nas soluções e a segunda após 24 dias imersos em suas respectivas soluções coradas ou não de acordo com o seu grupo. As medidas de espectrofotometria foram realizadas na Faculdade de Odontologia de Araçatuba - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

A espectrofotometria é um tipo de método que é explicado pela teoria da espectroscopia eletromagnética. Este processo é aplicado com a medição quantitativa da reflexão de um material em função do comprimento de onda. Os espectrofotômetros são utilizados para a avaliação quantitativa de moléculas. Baseiam-se na quantidade de luz que é absorvida por uma variedade de compostos. Os espectrofotômetros medem a intensidade de um feixe de luz em diferentes comprimentos de onda e têm a capacidade de obter amplas faixas do espectro eletromagnético. As características significativas dos espectrofotômetros incluem a largura de banda espectral. Esta é a escala de cores que pode ser transferida através da amostra de ensaio, a percentagem de transmissão da amostra, o intervalo logarítmico de absorção da amostra e, por vezes, uma percentagem de avaliação da reflectância. (Dimitrova, et al. 2022)

Para a leitura de cor, os corpos de prova foram retirados, com auxílio de uma pinça clínica, das soluções de imersão, lavados com água destilada, secos com papel absorvente e posicionados de modo que a superfície polida permanecesse voltada para cima. Como forma de padronizar a área da leitura inicial e final, o corpo de prova foi colocado dentro de uma caixa com fundo branco e iluminada, sempre na mesma posição. Além disso, o equipamento foi calibrado antes da leitura de cada grupo (n=10). Para a leitura inicial e final, a ponta foi posicionada sobre a superfície polida do corpo de prova e a lâmpada foi acionada.

Anexo 5 Medida inicial e final dos corpos de prova.

Os corpos de prova foram submetidos a leitura de cor utilizando-se um espectrofotômetro (UV-2450; Shimadzu, Kyoto, Japão), onde as medidas foram obtidas na escala de cor CIE $L^*a^*b^*$ (Commission Internationale de l'Eclairage), o qual consiste de dois eixos a^* e b^* que estão em ângulo reto e representam a dimensão do matiz ou cor, representando o vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$), amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$). O terceiro eixo é a claridade L^* , que é perpendicular ao plano a^*b^* , e representa o grau de claro e escuro do objeto representado pelo valor de L^* , sendo $L^*=100$ para branco e $L^*=0$ para preto.

A diferença cromática foi calculada utilizando o sistema CIEDE2000 (ΔE_{00}) por meio da fórmula: $\Delta E_{00} = \{[\Delta L^*/(KLSL)]^2 + [\Delta C^*/(KCSC)]^2 + [\Delta H^*/(KHSH)]^2 + RT[\Delta C^*/(KCSC)] \times [\Delta H^*/(KHSH)]\}^{1/2}$. O ΔL , ΔC e ΔH são as diferenças de luminosidade (L), croma (C) e matiz (H), respectivamente, enquanto que K são os fatores paramétricos de visualização e S são as funções de passagem. Quanto maior o valor do ΔE_{00} , maior a alteração de cor do material.

Para correlacionar a alteração de cor (ΔE^*) para a realidade clínica, os dados foram calculados de acordo com as unidades da *National Bureau of Standards* (NBS), por meio da fórmula: Unidades NBS= $\Delta E^* \times 0,92$. (Tabela 1)

Tabela 1:

National Bureau of Standards (NBS) – Sistema de expressão de diferença de cor

Classificação de diferença de cor	Unidades NBS
Indicial	0,0 – 0,5
Leve	0,5 – 1,5
Perceptível	1,5 – 3,0
Considerável	3,0 – 6,0
Muito	6,0 – 12,0
Excessiva	12,0 – +

4 RESULTADOS

A ANOVA two-way considerando os fatores resina e soluções de imersão, mostrou que os fatores: resina ($F = 235,375$; $P < 0,001$); solução de imersão ($F = 128,627$; $P < 0,001$); e a interação resina e solução ($F = 40,595$; $P < 0,001$) afetaram significativamente a estabilidade óptica (**Tabela 2**).

Tabela 2. ANOVA two-way com medidas repetidas para estabilidade óptica.

Source of Variation	DF	SS	MS	F	P
Resina	1	77,362	77,362	235,375	<0,001*
Solução	3	126,830	42,277	128,627	<0,001*
Resina x Solução	3	40,028	13,343	40,595	<0,001*
Residual	72	23,665	0,329		
Total	79	267,885	3,391		

* diferença significativa ($p < 0,05$), onde: DF: graus de liberdade; número de variantes analisadas. SS: soma dos quadrados; variabilidade total dentro dos dados. MS: média dos quadrados; soma dos quadrados divididos pelos graus de F: razão entre a variabilidade entre os grupos e a variabilidade dentro dos grupos. $P < 0,05$: razão entre a variabilidade entre os grupos e a variabilidade dentro dos grupos. É usado para determinar se há diferenças significativas entre as médias dos grupos.

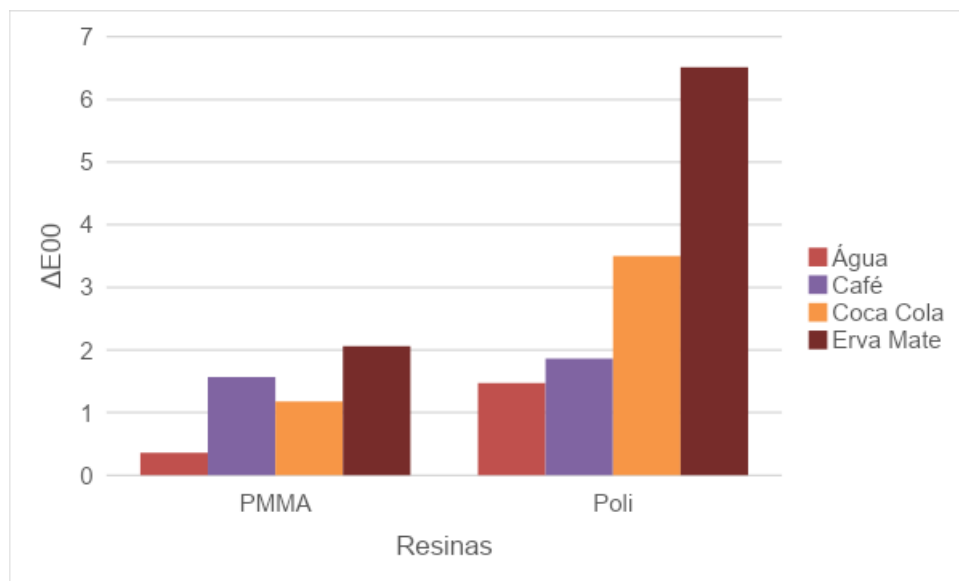
Ao analisar a comparação múltipla de pares pelo teste de Tukey (**Tabela 3**), os grupos de polímero flexível apresentaram significativamente os maiores valores de estabilidade óptica (ΔE) ($P < 0,001$), com exceção na solução de café que não apresentou diferença significativa ($P = 0,104$). Quanto a solução de imersão, a Erva Mate apresentou significativamente os maiores valores de ΔE , independentemente do tipo da resina ($P < 0,001$). No PMMA todas as soluções apresentaram significativamente maiores valores em relação ao grupo controle (água) ($P < 0,05$), enquanto no polímero flexível o café não apresentou diferença significativa ao grupo controle ($P = 0,15$). O grupo da polímero flexível na solução Erva Mate apresentou significativamente o maior valor ($\Delta E = 6,51$) entre todos os grupos ($P < 0,001$).

Tabela 3. Média \pm desvio padrão da estabilidade óptica de acordo com a resina e solução de imersão.

Resina	Estabilidade óptica (Δ)			
	Soluções de Imersão (Média \pm DP)			
	Água	Café	Coca Cola	Erva Mate
PMMA	0,36 \pm 0,26 Aa	1,57 \pm 0,31 Ab	1,18 \pm 0,39 Ab	2,06 \pm 0,73 Ac
Polímero Flexível	1,47 \pm 0,28 Ba	1,86 \pm 0,46 Aa	3,5 \pm 0,39 Bb	6,51 \pm 1,14 Bc

Letras maiúsculas diferentes em colunas e letras minúsculas diferentes em linhas apresentam diferença significativa ($p < 0,05$).

Gráfico 1 - Média da estabilidade óptica de acordo com a resina e solução de imersão



De acordo com a NBS sistema de expressão da diferença de cor, as alterações de cor foram classificadas como “indicial” para o grupo resina acrílica imersa em água, “leves” resina acrílica imersa em café solúvel e em refrigerante à base de cola e polímero flexível imerso em água destilada, “perceptível” nas resina acrílica imersa em infusão fria de erva mate e polímero flexível imerso em café solúvel, “considerável” no grupo polímero flexível em refrigerante à base de cola e “muito” para o polímero flexível imerso em infusão fria de erva mate. (**Tabela 4**)

Tabela 4 - Valores médios de ΔE , cálculo e classificação NBS de cada grupo.

Grupo	Descrição do Grupo	ΔE_{00}	NBS*	Classificação
Grupo RA-C	Resina Acrílica - água destilada.	0,36	0,33	Indicial
Grupo RA-T	Resina Acrílica - Infusão fria de erva mate.	2,06	1,90	perceptível
Grupo RA-CS	Resina Acrílica - café solúvel.	1,57	1,44	leve
Grupo RA-R	Resina Acrílica - refrigerante à base de cola.	1,18	1,09	leve
Grupo PF-C	Polímero flexível - água destilada.	1,47	1,35	leve
Grupo PF-T	Polímero flexível - Infusão fria de erva mate.	6,51	5,99	muito
Grupo PF-CS	Polímero flexível - café solúvel	1,86	1,71	perceptível
Grupo PF-R	Polímero flexível - refrigerante à base de cola	3,5	3,22	considerável

*NBS= $\Delta E_{00} \cdot 0,92$

5 DISCUSSÃO

Neste estudo, foram utilizadas a resina acrílica convencional Onda Ceryl Classico®, bem como o material de base de prótese dentária de poliamida Classic SR Dentflex®, para comparar as mudanças de cor causadas por três bebidas (café, refrigerante à base de cola e infusão fria de erva mate) consideradas como causadoras de manchas, com água destilada como controle. Os resultados das imersões, demonstraram que houve alteração na estabilidade óptica de ambos os materiais, independente a solução, sendo que as menores alterações ocorreram nas amostras de PMMA se apresentaram menores valores de ΔE_{00} (Gráfico 1).

As bases de prótese de resina acrílica devem ser de cor estável, que combinem com a aparência natural dos tecidos moles intra-orais. No entanto, sabe-se que as resinas acrílicas sofrem alterações de cor devido à sorção de água ao longo do tempo, que pode ser afetada por uma série de fatores, tais como o processo de polimerização ou a rugosidade da superfície da base da prótese, bem como higiene oral ou o consumo de alimentos e bebidas com corantes. (Altinci, et al. 2016)

O Dr. Walter Wright (1937) introduziu o polimetacrilato de metila como material de base de prótese que se tornou o principal polímero utilizado. Desde então, o polimetilmetacrilato (PMMA) tem sido utilizado na fabricação de dentaduras e próteses parciais removíveis, com subestrutura metálica.

O polimetacrilato de metila (PMMA) é um polímero sintético preparado pela adição de radicais livres e pela polimerização do metacrilato de metila em polimetacrilato de metila. A reação de polimerização pode ser ativada pela geração de radicais livres por um inibidor químico no monômero ou por meios energéticos, tais como calor, luz ou micro-ondas. Os materiais de PMMA polimerizados pelo calor estão disponíveis nas formas de pó e líquido, onde o pó contém PMMA, iniciador de peróxido de benzoílo, um plastificante (ftalato de dibutilo), opacificadores (óxidos de titânio e de zinco), agentes de reticulação, fibras e pigmentos ou corantes. O componente líquido contém monômero de metacrilato de metila (MMA), dimetacrilato de etilenoglicol e hidroquinona. (Dayan, et al. 2021)

O PMMA ativado termicamente apresenta boas propriedades físicas, tem uma resistência adequada, é fácil de reparar e tem uma estética aceitável com um custo relativamente baixo. No entanto, as suas propriedades mecânicas revelaram algumas deficiências, tais como alterações dimensionais, sorção de água, liberação de monômero, causando aumento do risco de infecções associadas à prótese. (Dayan, et al. 2019, Altinci, et al. 2016, Sharma, et al. 2014)

Nos últimos tempos, as próteses parciais removíveis tornaram-se bastante populares, pois há um aumento considerável de pacientes parcialmente desdentado. E esse tipo de reabilitação é mais acessível, pois seu custo é reduzido em relação a outras técnicas. Embora a procura pela opção ideal ainda continue, já é possível estabelecer que o polímero flexível vem com expressividade para fazer a mudança no mercado, devido a sua estética. (Sharma, et al. 2014)

Um termoplástico é um plástico que se torna maleável ou moldável acima de uma temperatura específica e que regressa ao estado sólido após arrefecimento. Existem diversas apresentações de termoplásticos utilizados na área da saúde: acetal termoplástico, policarbonato termoplástico, acrílico termoplástico, nylon (poliamida) termoplástico. Sendo a poliamida, devido à flexibilidade inerente, utilizada para próteses parciais flexíveis.

De acordo com Sharma, et al, (2014) a poliamida é um material versátil com características como elevada resistência física, resistência ao calor e resistência química. Pode ser facilmente modificado para aumentar a rigidez e a resistência ao desgaste. Devido ao seu excelente equilíbrio entre força, ductilidade e resistência ao calor, esse é o material mais adequado disponível para a produção de PPRs. Quando comparado com o PMMA, o nylon termoplástico mais comum, Valplast®, tem uma resistência transversal mais elevada ($117,22 \pm 37,80$ MPa), bem como uma resistência ao impacto ($0,76 \pm 0,03$ kN).

Todos os tipos de resinas dentárias têm propriedades dimensionais satisfatórias e resistência para funcionar nas condições da cavidade oral. No entanto, estes tipos de materiais dentários também têm uma série de deficiências, tais como a coloração de diferentes pigmentos de origem alimentar e bebidas após um determinado período de tempo. A sorção de água e o efeito de coloração de diferentes componentes podem causar alterações irreversíveis numa prótese

removível. Como consequência, pode ocorrer desconforto durante a mastigação, devido à deformidade, e degradação da aparência estética, o que, após um certo período de tempo, pode levar à insatisfação do paciente com o tratamento protético. (Dimitrova, et al. 2022)

A capacidade de uma prótese de permanecer estável em termos de cor ao longo do tempo e do desgaste com o uso constante é fundamental e constitui uma medida através da qual se pode avaliar a longevidade e a aceitação do paciente a uma prótese removível. A etiologia da descoloração dos materiais artificiais é multifatorial. Seja por desgaste, falta de manutenção por parte do paciente, o efeito das características de composição, a exposição a corantes e o tempo em si, são fatores que contribuem para a coloração intrínseca e extrínseca. (Imirzalioglu, et al. 2009, Silva, et al. 2002)

No grupo PMMA, todas as soluções coradas alteraram a estabilidade óptica das amostras, sendo as maiores alterações o grupo imerso em solução de infusão fria de erva mate, seguido pelo café e o menor o refrigerante de cola.

A literatura evidencia que a mudança de coloração na resina acrílica pode ser originada por diversos fatores, os quais atuam de forma isolada ou em conjunto. Estes fatores incluem o contato com substâncias corantes provenientes da alimentação, danos na estrutura polimérica, existência de porosidades, variações de temperatura, processos de polimento das superfícies, práticas de higienização inadequadas e cuidados deficientes. (Goiato et al., 2013)

Como dito anteriormente, a resina acrílica (PMMA) apresenta na sua estrutura química base pequenas quantidades de agentes de reticulação, pigmentos e plastificantes que melhoraram as suas características físicas, mecânicas e estéticas. A natureza hidrofílica de um polímero depende, em grande parte, da química de seus monômeros e das ligações de polimerização. Embora os monômeros comumente usados como agentes de reticulação e seus polímeros resultantes não sejam considerados extremamente hidrofílicos, eles podem absorver água em quantidades potencialmente prejudiciais. (Ferracane, 2006)

O solvente penetra na estrutura do polímero, separando as cadeias e causando expansão. No entanto, a presença de porosidade na rede do polímero, especialmente nas proximidades das ligações cruzadas, permite a absorção de água

sem expansão do polímero, caso a resina acrílica da base da prótese dentária absorva água, ela também é capaz de absorver outros líquidos e corantes dissolvidos na solução, resultando na mudança de sua cor. (Ferracane, 2006)

Sepu' lveda-Navarro e colaboradores (2011), ao avaliar a alteração de cor de resinas acrílicas e poliamida, quando imersas em soluções coradas, também encontraram o mesmo padrão de manchamento, para as resinas acrílicas estudadas, sendo a maior variação de cor para as amostras imersas em café seguidas pelas do refrigerante de cola.

A natureza química da poliamida é intrinsecamente higroscópica, com uma taxa de alteração de umidade que evolui lentamente, dependendo das condições circundantes. A frequência dos grupos amida ao longo da cadeia tem um impacto significativo na absorção de água e nas propriedades químicas de cada tipo de nylon. Quanto maior a presença de grupos amida, menor a absorção de água e maior a resistência química. Além disso, a existência de cadeias de metileno mais longas também contribui para níveis relativamente baixos de absorção de água. (Stafford et al., 1986)

Nesse estudo, todos os grupos de polímero termoplástico, nesse caso a poliamida, apresentaram alteração na cor, sendo o grupo imerso em infusão fria de erva mate (tereré) a maior alteração ($p < 0,01$), seguida do refrigerante de cola, café e água. Assim, podemos ver o poder de manchamento do refrigerante de cola e café, concordando com estudos realizados anteriormente, como o de Sepu' lveda-Navarro e colaboradores (2011), onde eles relatam que o poder do manchamento dos polímeros pelo café que pode ser atribuída presença de corantes amarelos com polaridades diferentes, e que isso se deve pela presença do ácido tânico, o principal responsável pela capacidade de coloração desta bebida.

O café, devido a sua química, altera-se com diferentes condições, como o tempo de armazenamento, a temperatura e a umidade. Assim, da mesma forma, a cafeína e o ácido cafeico presentes no café podem causar a descoloração diferentes dos materiais poliméricos devido ao pigmento amarelo da sua composição. (Goiato, et al. 2011)

Após os 24 dias foi possível notar uma maior variação nos espécimes imersos em café e chá do que em refrigerante à base de cola. Pesquisadores demonstram

que as resinas de polimetilmetacrilato atraem mais corantes solúveis em água para a sua superfície porque são hidrofílicos. Os extratos de café e chá têm grupos ionizáveis adicionais ou metabólitos secundários altamente reactivos como fenóis, taninos, saponinas e flavonóides. Estes são estáveis a altas temperaturas e são solúveis em água. A mudança de cor ocorre devido à absorção de água destes metabólitos pela superfície das resinas. (Amin, et al. 2014)

O refrigerante de cola alterou a coloração de ambos os materiais para base de prótese, sendo estatisticamente significativa para o polímero, isso se deve pois o refrigerante apresenta em sua composição o caramelo, que apresenta cores que vão do amarelo claro ao marrom mais profundo e é feito aquecendo açúcar ou glicose na presença de álcalis ou ácido mineral. Associado a isso o refrigerante apresenta pH mais baixo o que pode danificar a integridade superficial dos materiais, colaborando com a alteração da cor, devido a adesão de corantes da superfície. (Patel et al. 2004)

A erva-mate (*Ilex paraguariensis*) é uma planta da família *Aquifoliaceae*, é comum no Brasil, inicialmente utilizada pelos povos guaranis que habitavam a região das bacias dos rios Paraná, Paraguai e Uruguai, utilizada principalmente em bebidas preparadas a partir de infusão, como chimarrão e tereré. Foi popularizada pelo homem branco no século 16 na região ao redor do rio Paraná (Garcia et al., 2022), onde é utilizada principalmente em bebidas preparadas a partir de infusões, como chás, chimarrão e o tereré. Este último é uma bebida preparada através da infusão da água gelada e erva-mate processada. A água é colocada sobre a erva situada em um recipiente - geralmente uma 'guampa' ou copo - e sugada por uma bomba de mate, possibilitando sua ingestão. (Braghini, et al. 2014)

Neste estudo as maiores alterações de cor ocorreram nos grupos que ficaram imersos em Tereré (infusão fria de erva mate processada), A erva-mate contém uma variedade de compostos químicos, incluindo cafeína, teobromina, antioxidantes, vitaminas (como a vitamina C), minerais e além do ácido tânico, que é responsável por algumas das propriedades gustativas e adstringentes da erva-mate, além de apresentar propriedades antioxidantes e pode oferecer benefícios à saúde quando consumido com moderação. A concentração de ácido tânico na erva-mate pode

variar dependendo do tipo de erva-mate, do processamento e do tempo de infusão. (Garcia et al., 2022)

A presença do ácido tânico pode ser um dos responsáveis pela coloração dos materiais para base de próteses avaliadas, visto que a solução utilizada durante a realização do trabalho era produzida diariamente aguardando 15 minutos de infusão podendo assim apresentar uma maior concentração do ácido ou qualquer outro composto que possa alterar a cor dos grupos estudados. (Sepu' lveda-Navarro et al., 2011)

Hatim et al, os autores avaliaram a estabilidade da cor de resinas acrílicas e resinas flexíveis através da imersão dos espécimes em chá com açúcar, Pepsi® (refrigerante de cola) e café com açúcar e verificaram que o chá foi considerado o agente mais cromático e mostrou uma alteração de cor inaceitável em comparação com as outras soluções avaliadas.

A água destilada foi utilizada como padrão (controle) pelo equilíbrio no pH e por não apresentar efeito corante, além de também ter sido utilizada como agente de neutralidade, e limpeza das peças entre uma exposição e outra. A água foi utilizada como controle, uma vez que é indicada para a imersão de próteses completas durante o período de sono, sendo assim o melhor material de escolha para comparação. (Paranhos, et al. 2013)

A sensibilidade da absorção de água e o comportamento de solubilidade dos materiais estão relacionados com a hidrofiliabilidade da matriz resinosa. As amostras imersas em água destilada exibiram a menor mudança de cor, sendo as maiores no grupo de polímero termoplástico, tal alteração está relacionada à própria característica do material, como relatado por Stafford et al. 1986.

Com os dados obtidos através do sistema CIELab, o qual consiste de vertentes que representam a luminosidade preto-branco (L^*), a cor verde-vermelho (a^*) e azul-amarelo (b^*), e que a partir dele, é possível correlacionar a alteração de cor (ΔE) para a realidade clínica (Escala NBS) (Tabela 1). Dessa forma, os dados de ΔE foram classificados para resinas acrílicas “indicial” para o grupo imersa em água, “leves” imersa em café solúvel e em refrigerante à base de cola e “perceptível” apenas para o grupo imerso em infusão fria de erva mate. Já para as amostras de polímero flexível, as alterações são mais perceptíveis clinicamente, sendo

classificadas, como “leve” para as imersas em água, “perceptível” para o grupo café solúvel, “considerável” para os imersos em refrigerante e “muito” para a infusão fria de erva mate. (Tabela 4).

Outros estudos como de Xu et al. (2012) relatam que alterações na cor com um ΔE acima de 2,0 pode ser distinguível por profissionais, já acima de 3,0 pode ser distinguível pela maioria dos pacientes.

O presente estudo apresenta algumas limitações metodológicas; não foram reproduzidas as condições bucais, como pH e biofilme, que poderiam ter alguma influência na ação dos pigmentos (Paranhos, et al. 2013). Dessa forma, verifica-se a necessidade de estudos futuros principalmente com o polímero flexível, pois tal material vem sendo utilizado frequentemente não clínicas odontológicas.

6 CONCLUSÕES

Como resultado deste estudo, dentro de suas limitações, encontramos como resultado que:

1. O consumo de bebidas coradas utilizadas nesse trabalho tem capacidade de corar tanto a resina termoativada, quanto o polímero flexível.
2. A erva mate (*ilex paraguariensis*) apresentou a maior influência na alteração de cor de ambos os materiais.
3. O PMMA apresentou mais estabilidade óptica em comparação com a diferença do grupo controle.
4. O polímero flexível teve maior estabilidade óptica que a resina ativada termicamente.

7 REFERÊNCIAS

1. Alp, G.; Johnston, W. M.; Yilmaz, B., et al. Optical properties and surface roughness of prepolymerized poly(methyl methacrylate) denture base materials. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 121, no. 2, 2019, pp. 347-352.
2. Alves AC, Cavalcanti RV, Calderon PS, Pernambuco L, Alchieri JC. Quality of life related to complete denture. *Acta Odontol Latinoam*. 2018 Aug;31(2):91-96.
3. Amin, F., Rehman, A., Azizudin, S. Spectrophotometric Assessment of Color Changes of Heat Cure Acrylic Resins after Exposure to Commonly Consumed Beverages. *Journal of the Dow University of Health Sciences (JDUHS)*, 8(2), 62–66, 2014.
4. Bastos NA, Bitencourt SB, de Mello IP, de Abreu CW, Bombonatti JFS, Silva MM. Effect of different beverages and storage period on bis-acryl color stability using two assessment methods. *J Esthet Restor Dent*. 2020 Sep.
5. Bidra, A. S.; Taylor, T. D.; Agar, J. R., et al. Computer-aided technology for fabricating complete dentures: Systematic review of historical background, current status, and future perspectives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 109, no. 6, 2013, pp. 361-366.
6. Bilgin, M. S.; Erdem, A.; Aglarci, O. S.; Dilber, E. Fabricating complete dentures with CAD/CAM and RP technologies. *Journal of Prosthodontic*. 2015; 1: 1-4.
7. Braghini, F., Carli, C. G. de, Bonsaglia, B., et al. Composição físico-química de erva-mate, antes e após simulação do chimarrão. *PESQ. AGROP. GAÚCHA*, Porto Alegre, v. 20, ns. 1/2, p. 7-15, 2014.
8. Çakmak, G., Donmez, M. B., et al. Surface roughness and stainability of CAD-CAM denture base materials after simulated brushing and coffee thermocycling. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 2022.

9. Colby, R. H. Structure and linear viscoelasticity of flexible polymer solutions: comparison of polyelectrolyte and neutral polymer solutions. Publicado em 29 de dezembro de 2009.
10. Dias JJ, Muniz FWM, Colaço J, Giotti Marostega M, Peron D, Rösing CK, Colussi EL, Colussi PR. Tooth loss and associated factors in the elderly in Cruz Alta, Brazil: a cross sectional study. *Acta Odontol Latinoam*. 2019 Dec 1;32(3):172-180.
11. Fueki, K., Ohkubo, C., et al. Clinical application of removable partial dentures using thermoplastic resin-part I: definition and indication of non-metal clasp dentures. *Journal of Prosthodontic Research*, jan. 2014, vol. 58, n. 1.
12. Garcia, H. M.; Alves, M. M.; et al. Erva-Mate (*Ilex paraguariensis*) in natura e processada para tereré: caracterização centesimal, compostos fenólicos e atividade antioxidante. *Revista Brasileira de Agrotecnologia*, v. 11, n. 2, p. 889-894, 2021.
13. Goiato, M. C., Zuccolotti, B. C. R., Santos, D. M., et al. Effect of intrinsic nanoparticle pigmentation on the color stability of denture base acrylic resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, vol. 110, no. 2, 2013, pp. 101-106.
14. Gregorius, W. C., Kattadiyil, M. T., et al. (2012). Effects of ageing and staining on color of acrylic resin denture teeth. *Journal of Dentistry*, 40(Supplement 2).
15. Hamanaka I, Iwamoto M, Lassila LVJ, Vallittu PK, Takahashi Y. Wear resistance of injection-molded thermoplastic denture base resins. *Acta Biomater Odontol Scand*. 2016 Jan 26;2(1):31-37.
16. Imirzalioglu, P. Karacaer, O. Yilmaz, B. "Color Stability of Denture Acrylic Resins and a Soft Lining Material Against Tea, Coffee, and Nicotine." *Journal of Prosthodontics*, Volume 19, Número 2, p. 118-124, fevereiro de 2010. Section of Restorative and Prosthetic Dentistry, The Ohio State University, College of Dentistry.
17. Instituto Nacional de Meteorologia. Distrito de Meteorologia em São Paulo (SP e MS). Campo Grande (MS): Boletim Climatológico de Julho/2023. 02 de agosto de 2023.
18. Krom, C. J., Van Waas, M. A. J., Oosterveld, P., Koopmans, A. S. F., Garrett, N. R. The Oral Pigmentation Chart: A Clinical Adjunct for Oral Pigmentation in

- Removable Prosthesis. *International Journal of Prosthodontics*, jan./fev. 2005, vol. 18, n. 1, pp. 66-70.
19. Nascimento, I. A. Efeito do envelhecimento térmico e da desinfecção química na microdureza de resinas flexíveis. [Dissertação de mestrado]. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2019.
 20. Paranhos, H. de F. O., Peracini, A., et al. Color stability, surface roughness and flexural strength of an acrylic resin submitted to simulated overnight immersion in denture cleansers. *Braz Dent J.* 2013;24(2):152–6.
 21. Patel, S. B.; Gordan, V. V.; et al. The effect of surface finishing and storage solutions on the color stability of resin-based composites. *J Am Dent Assoc.* 2004.
 22. Qin L, Yao S, Zhao J, Zhou C, Oates TW, Weir MD, Wu J, Xu HHK. Review on Development and Dental Applications of Polyetheretherketone-Based Biomaterials and Restorations. *Materials (Basel).* 2021 Jan 15;14(2):408.
 23. Sepu´ Iveda-Navarro WF, Arana-Correa BE, Borges CPF, Jorge JH, Urban VM, Campanha NH. Color Stability of Resins and Nylon as Denture Base Material in Beverages. *J Prosthodont.* 2011;20:632–638.
 24. Sharma, A., H.S., S. A Review: Flexible Removable Partial Dentures. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)*, v. 13, n. 12, ver. VI, dez. 2014, pp. 58-62.
 25. Silva, F. A. P., Silva, T. B. P., et al. Intrinsic pigmentation of microwave-cured acrylic resin. *Braz Dent J.* 2002;13(3):205-207.
 26. Silveira, F. M., Martini, S. R., et al. Análise da estabilidade dimensional de modelos de gesso submetidos à desinfecção pelo calor úmido. *RFO UPF.* 2015 Jan-Jun;20(1):29-35.
 27. Stober T, Bermejo JL, Rues S, Rammelsberg P. Wear of resin denture teeth in partial removable dental prostheses. *J Prosthodont Res.* 2020 Jan;64(1):85-89.
 28. The glossary of prosthodontic terms. Vol. 94, *The Journal of prosthetic dentistry.* United States; 2005. p. 10–92.

29. Vasconcelos, L. M. R. de, Feitosa, M. A. L., et al. Evaluation of an alternative cycle of polymerization for microwave acrylic resin. *RPG Rev Pos-Grad*, vol. 10, n. 2, pp. 108-112, abr.-jun. 2003.
30. Vasconcelos, M. G. L. Avaliação das propriedades físicas e químicas de compósitos resinosos submetidos à técnica de polimerização por micro-ondas. [Dissertação de Mestrado]. João Pessoa: Universidade Federal da Paraíba, 2017.
31. Xu BT, Zhang B, Kang Y, Wang YN, Li Q. Applicability of CIELAB/CIEDE2000 formula in visual color assessments of metal ceramic restorations. *J Dent*. 2012;40 Suppl 1:e3-9.
32. Yeung, C., Yu, O. Y., et al. Improving Esthetics of Removable Partial Dentures Using Palatal Retentive Arms. *Clinical and Cosmetic Investigative Dentistry*, 29 set. 2020, vol. 12, pp. 391-397.
33. Zuo, W.; Feng, D.; et al. Effects of organic-inorganic hybrid coating on the color stability of denture base resins. *J Prosthet Dent*. 2016; 115: 103-108.

8 ANEXOS

8.1 Fabricação dos corpos de prova de resina termoativada



Figura 5. Mufla para microondas preenchida com gesso, Gesso Pedra tipo III (Asfer Indústria Química LTDA. São Caetano do Sul, SP, Brasil), muralha de silicóna de condensação e uma matriz de aço inoxidável.

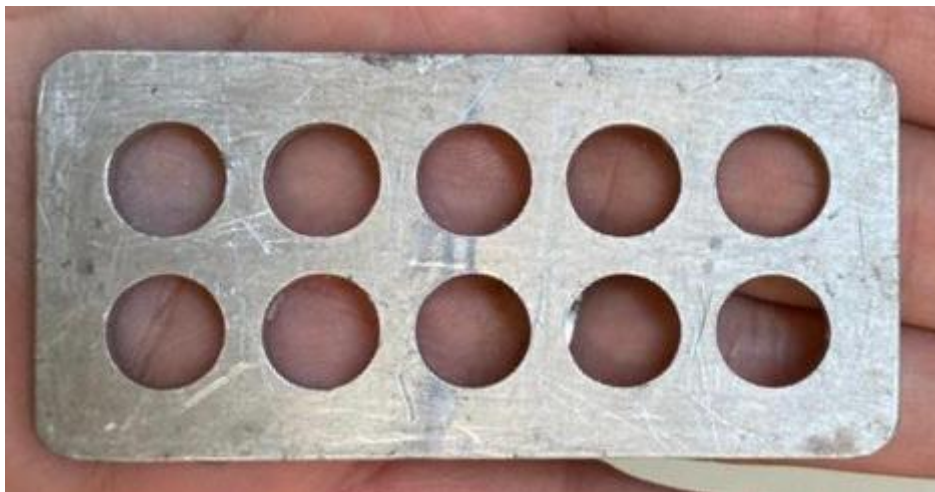


Figura . Matriz de aço inoxidável contendo 10 espaços, de 15mm de diâmetro por 4mm de espessura.



Figura . Prensa hidráulica manual. Utilizada para prensagem da mufla após a inserção da resina em fase plástica.

8.2 Fabricação dos corpos de prova de polímero termoplástico

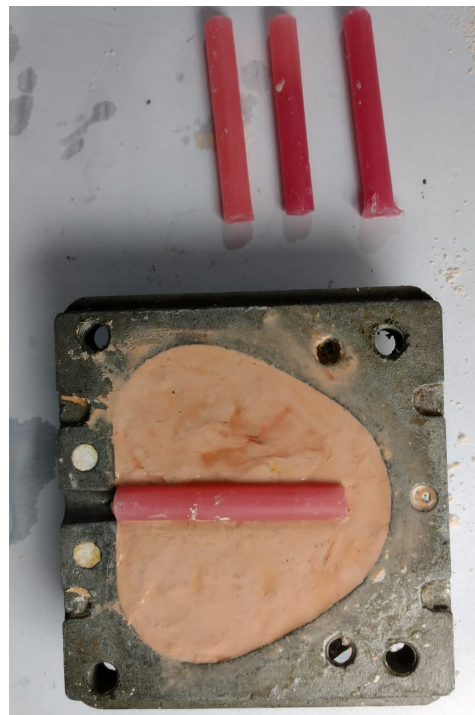


Figura . Polímero termoplástico após injeção, antes do corte



Figura . Cortadora metalográfica de precisão IsoMet 1000, utilizada para cortar os corpos de prova de maneira padronizada.

8.3 Solução de controle e soluções corantes



Figura . Destilador de água do laboratório de pesquisa da FAODO.



Figura . Erva Mate Pura folha Premium. Grupo Santo Antonio Industria Comercio Importacao e Exportacao de Alimentos LTDA.



Figura . Café solúvel Granulado



Figura . Coca cola original com açúcar.



Figura . Balança de precisão utilizada para medir a erva mate e o café solúvel.



Figura . Disposição das peças conforme solução para imersão.

8.4 Equipamento utilizado para acabamento e polimento das peças



Figura . Politriz lixadeira metalográfica PL01



Figura . Lixa d'água de granulação 1200 3M

8.5 Equipamento utilizado para medição espectrofotométrica

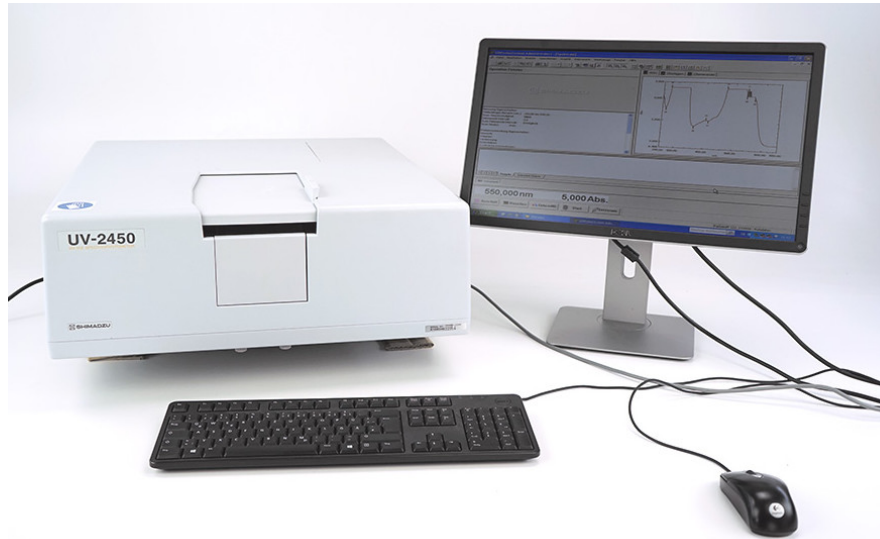


Figura. Espectrofotômetro (UV-2450; Shimadzu, Kyoto, Japão) utilizado na FOA-UNESP.

8.6 Medida inicial e final dos corpos de prova

ÁGUA - PRIMEIRA LEITURA

ÁGUA - SEGUNDA LEITURA

PMMA			POLÍMERO			PMMA			POLÍMERO		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
59	16,99	9,78	41,13	4,94	6,21	56,37	16,71	9,57	42,01	5,78	6,48
59,12	17,51	10,21	47,82	6,44	8,23	58,62	16,8	9,76	44,01	5,78	7,34
58,53	17,42	9,95	43,72	7,3	7,63	57,97	16,88	9,67	42,58	7,49	7,94
58,32	18,15	10,13	42,48	5,47	6,61	57,82	17,95	10,12	43,8	5,81	7,06
57,69	17,32	10,05	41,59	5,43	6,79	57,62	16,13	9,19	40,11	5,54	5,81
57,98	17,07	9,7	45,13	6,34	7,86	58,11	16,98	9,67	44,73	6,07	7,57
58,68	17,64	10,42	45,67	5,22	5,94	57,75	16,6	9,81	43,72	5,34	5,35
59,08	16,69	9,94	44,62	4,49	5,96	56,82	15,31	8,75	45,09	5,5	7,28
58,59	15,82	9,72	45,02	6,4	7,84	58,61	15,8	9,52	44,37	6,68	7,57
58,11	16,91	9,69	41,2	5,83	7,08	58,06	16,92	9,5	42,42	5,94	6,87

Tabela 5. Medida Inicial e final dos espécimes em água destilada

CAFÉ SOLÚVEL - PRIMEIRA LEITURA

CAFÉ SOLÚVEL - SEGUNDA LEITURA

PMMA			POLÍMERO			PMMA			POLÍMERO		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
58,44	16,41	9,39	45,44	7,2	8,16	57,92	16,02	9,42	44,97	7,01	7,88
58,18	18,51	10,58	48,35	7,13	8,28	57,32	17,08	10,26	43,9	7,25	8,23
58,44	16,61	9,32	48,51	6,59	8,41	57,76	16,34	9,89	46,84	6,79	10,76
58,58	16,26	9,48	43,52	7,33	8,65	56,97	16,57	9,48	43,12	7,54	9,76
58,06	16,49	9,47	46,19	7,13	7,91	57,89	16,45	9,5	44,32	6,91	8,29
58,43	17,2	9,86	45,92	7,74	9,24	56,29	16,46	9,88	45,44	7,67	9,48
59,44	16,57	9,49	42,45	5,44	6,71	58,09	16,19	9,93	41,92	5,61	7,43
58,57	15,78	9,04	41,99	4,99	6,37	56,41	15,64	9,27	39,14	4,53	5,71
57,67	17,59	9,96	46,85	8,36	9,18	57,34	16,8	9,7	45,34	8,27	9,93
59,18	17,35	9,64	44,31	6,69	7,08	57,18	17,6	9,92	41,53	5,68	6,37

Tabela 6. Medida Inicial e final dos espécimes em café solúvel

CHÁ MATE (TERERÉ) - PRIMEIRA LEITURA						CHÁ MATE (TERERÉ) - SEGUNDA LEITURA					
PMMA			POLÍMERO			PMMA			POLÍMERO		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
58,51	16,62	9,54	51,54	4,05	7,15	57,88	15,4	9,5	43,35	6,31	10,1
58,5	16,29	9,49	50	5,59	8,73	58,4	15,18	10,16	43,58	4,75	10,21
59,63	17,67	10,12	49,12	6,95	8,81	58,22	15,96	10,5	43,62	4,78	10,2
58	16,86	9,44	49,77	6,6	9,99	57,13	16,12	9,57	43,12	4,15	9,63
58,63	18,16	10,21	49,59	5,83	8,86	58,6	16,67	10,62	42,18	4,89	10,31
60,65	16,78	9,75	51,38	7,58	8,54	57,88	14,57	11,13	53,41	7,51	9,6
58,5	18,66	10,69	48,07	5,92	9,18	57,49	17,3	10,69	42,98	5,42	11,04
59,91	18,04	10,58	49	6,1	9	56,85	15,54	10,65	41,67	4,98	10,51
58,99	17,63	10,18	52,24	6,17	8,57	57,44	16,52	10,01	42,09	5,11	11,4
59,73	17,07	10,08	51,27	2,53	6,91	56,68	14,62	9,73	43,11	1,99	8,69

Tabela 7. Medida Inicial e final dos espécimes em infusão fria de erva mate

COCA COLA - PRIMEIRA LEITURA						COCA COLA - SEGUNDA LEITURA					
PMMA			POLÍMERO			PMMA			POLÍMERO		
L	a	b	L	a	b	L	a	b	L	a	b
51,81	20,77	10,79	45,69	4	6,35	52,39	20,22	10,25	49,57	4,19	5,87
52,09	20,68	10,46	47,4	3,39	4,94	53,68	20,21	10,53	45,47	3,37	4,77
54,64	20,1	11,09	48,46	4,59	5,95	55,35	19,29	10,71	52,14	4,2	6,28
53,97	19,33	10,87	49,44	4,02	5,69	55,57	18,71	10,75	51,26	3,69	6,06
53,97	19,29	10,51	46,71	3,17	3,95	54,94	19,78	10,81	50,23	3,08	4,83
52,95	18,35	10,49	45,81	3,87	4,73	55,79	17,74	10,28	49,64	3,46	5,31
54,01	21,47	11,56	47,96	3,32	4,47	55,85	20,87	11,65	50,97	3,09	5,11
53,21	20,45	10,74	48,6	4,05	5,11	54,02	19,89	11,1	51,91	3,7	5,87
53,6	20,84	11,22	46,78	3,29	4,6	53,55	20,65	10,88	51,64	3,38	5,47
53,4	21,43	10,96	46,78	3,73	4,96	53,36	21,48	11,15	51,11	3,29	5,43

Tabela 8. Medida Inicial e final dos espécimes em água refrigerante a base de cola