

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

ÁREA DO CONHECIMENTO DE CIÊNCIAS DA VIDA CURSO DE ODONTOLOGIA

GILSON ROCHA WEBER E LUCAS TOIGO

**ESTUDO COMPARATIVO DE DUREZA E RUGOSIDADE ENTRE MATERIAIS
UTILIZADOS PARA CONFEÇÃO DE DISPOSITIVOS INTERCLUSAIS**

CAXIAS DO SUL

2021

GILSON ROCHA WEBER E LUCAS TOIGO

**ESTUDO COMPARATIVO DE DUREZA E RUGOSIDADE ENTRE MATERIAIS
UTILIZADOS PARA CONFECÇÃO DE DISPOSITIVOS INTEROCLUSAIS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Odontologia da Universidade de Caxias
do Sul.**

**Orientadora: Prof^a. Dra. Suzana Uggeri
Coradini**

GILSON ROCHA WEBER E LUCAS TOIGO

**ESTUDO COMPARATIVO DE DUREZA E RUGOSIDADE ENTRE MATERIAIS
UTILIZADOS PARA CONFEÇÃO DE DISPOSITIVOS INTEROCLUSAIS**

**Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como requisito para a
obtenção do Grau de Bacharel em
Odontologia da Universidade de
Caxias do Sul.**

**Orientadora: Prof^a. Dra. Suzana
Uggeri Coradini**

Aprovado em: ____/____/ 2021.

Banca Examinadora:

**Prof^a. Dra. Suzana Uggeri Coradini
Universidade de Caxias do Sul – UCS**

**Prof. Dr. Paula Ioppi Faggion
Universidade de Caxias do Sul - UCS**

**Prof. Dr. Paulo Roberto Castro Mattia
Universidade de Caxias do Sul - UCS**

RESUMO

O objetivo deste estudo experimental foi avaliar o grau de rugosidade superficial e dureza de três materiais diferentes utilizados para a confecção de dispositivos interoclusais. Foram confeccionados 30 blocos de 30mm de diâmetro e 10mm de espessura: 10 placas impressas (Resina Smart Print Bio Bite Splint), 10 placas impressas (Resina Smart Bio Clear Guide) e 10 placas de resina fotopolimerizável (Vipi CriIPluS). As placas foram submetidas ao teste de rugosidade, com um rugosímetro Digital Portátil (SJ-201 – Mitutoyo) e ao teste de dureza, com o Shore D. Os dados obtidos foram primeiramente verificados pelo teste de normalidade de Shapirokwin e posteriormente analisados estatisticamente pelo do programa SPSS (versão 2020), através do teste ANOVA. Os resultados obtidos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas, entre os três materiais quanto a dureza e rugosidade. Mais estudos com o objetivo de dar confiabilidade ao uso das placas oclusais impressas 3D, são necessários para termos a mesma confiabilidade e credibilidade dada às placas oclusais feitas com resinas termopolimerizáveis.

Palavras-chave: Placas Oclusais, Dureza, Oclusive plates, Splints, splints oclusais, occlusal splint material, roughness, Hardness

ABSTRACT

The aim of this experimental study was to evaluate the degree of surface roughness and hardness of three different materials used for making interocclusal devices. Thirty blocks of 30mm in diameter and 10mm in thickness were made: 10 printed plates (Resin Smart Print Bio Bite Splint), 10 printed plates (Resin Smart Bio Clear Guide) and 10 plates of light-cured resin (Vipi CriIPluS). The plates were submitted to the roughness test, with a Portable Digital rugosimeter (SJ-201 - Mitutoyo) and to the hardness test, with Shore D. The data obtained were first verified by the Shapirokwin normality test and later analyzed statistically by the SPSS program (version 2020), through the ANOVA test. The results obtained did not present statistically significant differences, showing that the three materials have similar

characteristics of hardness and roughness. Further studies aiming to give reliability to the use of 3D printed occlusal plates, are necessary to have the same reliability and credibility given to occlusal plates made with thermopolymerizable resins.

Keywords: Oclusive plates, Splints, occlusal splints, occlusal splint material, roughness, Hardness

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA	11
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
4 RESULTADOS.....	20
5 DISCUSSÃO.....	23
6 CONCLUSÃO.....	25
7 REFERÊNCIAS.....	26

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Criador do Universo, porque sem ele nada seria possível.

Gratidão pelos meus pais, sua memória e amor incondicional na minha vida sempre, Jurandyr Carlos Weber e Terezinha Igenes Weber . Esta monografia é a prova de que os esforços deles pela minha educação não foram em vão e valeram a pena.

Agradeço à minha esposa Cristina Worm Weber e aos meus filhos Bernardo Worm Rocha Weber e Luísa Worm Rocha Weber por compreenderem as várias horas em que estive ausente por causa do desenvolvimento deste projeto.

Também agradeço a todos os meus colegas de curso, em especial ao colega Lucas Toigo, pela oportunidade do convívio e pela cooperação mútua durante estes anos.

Agradeço a minha família Evandro Toigo, Adriane Elisa Winsch Toigo e Nicolas Winsch Toigo pela oportunidade e por me apoiarem tanto nessa jornada, sem vocês nada disso seria possível. Aprendi e aprendo muito com vocês, esse trabalho é o início de muito trabalho pela frente.

Queria agradecer também ao Gilson Rocha Weber por todos esses anos que passamos juntos, por todos momentos bons e ruins, no qual aprendemos e nos divertimos muito.

Somos gratos a todo corpo docente da Universidade de Caxias do Sul (UCS) que sempre transmitiram seu saber com muito profissionalismo.

A Professora Dra. Suzana Uggeri Coradini, nossa orientadora, nosso especial agradecimento, pela disponibilidade, dedicação e todo aprendizado oferecido durante o desenvolvimento deste trabalho.

Agradecemos ao Laboratório Dgtalls, a Escola de Educação Profissional Dr. Bernardino de Caxias, no nome de Darnes Diogo Merchiori , que nos auxiliaram na confecção das placas para realização dos testes.

Ao setores de Engenharia mecânica da Universidade de Caxias do Sul (UCS), no nome de Gaston Henrique Rossa, ao setor de polímeros que realizaram os testes do presente estudo.

1 INTRODUÇÃO

Os dispositivos interoclusais são aparelhos removíveis usados como parte do tratamento para disfunções temporomandibulares e bruxismo noturno. Elas são utilizadas na prática odontológica com grande frequência para relaxamento da musculatura da mandíbula, como prevenção de traumas temporomandibulares, proteção dos elementos dentários e controle de cefaléias tensionais (dores de cabeça), (CROUT, 2017). Estes aparelhos são utilizados, normalmente, durante o período da noite e quando usados pelo paciente alteram o contato oclusal e a posição da mandíbula inferior (ZA ZHI, 2019).

Com o desenvolvimento tecnológico digital e os novos materiais odontológicos disponíveis como: vinil de etileno (EVA), polímero de metacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polietrotélio (ESPI) e polietileno tereftalato (PETG), ampliaram-se as possibilidades de confecções e os dispositivos interoclusais como as placas miorreaxantes. Normalmente elas são confeccionadas em resina acrílica autopolimerizável ou termopolimerizável, mas hoje temos outros tipos de materiais como: etileno vinil acetato (EVA), polimetil metacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polieteretercetona (PEEK) e polietileno tereftalato (PETG) (ZA ZHI, 2019).

As novas tecnologias associadas a novos materiais, abrem ao cirurgião-dentista uma grande possibilidade de realizar novas abordagens, e oferecer aos seus pacientes novas possibilidades de tratamento. Os problemas do sistema oclusal, tem se tornado mais perceptíveis com o aumento das pressões sociais e econômicas sobre o indivíduo. O uso de placas miorreaxantes se torna cada vez mais importante para a saúde do sistema estomatognático do indivíduo, assim como para a longevidade dos elementos dentários (BENLI, 2020).

Observa-se uma grande tendência para realização de pesquisas sobre design digital e produção de placas oclusais, as quais ainda encontram-se em fase inicial (ZA ZHI, 2019). Através do avanço da odontologia digital, que está cada vez mais presente no dia a dia dos dentistas, os dispositivos interoclusais (DOIs) estão sendo confeccionados de forma impressa em 3D. As placas termopolimerizáveis compostas por resinas acrílicas termopolimerizáveis são utilizadas desde os anos

50, obtendo resultados conhecidos e de durabilidade úteis no manejo da desordens temporomandibulares (RAMFJORD, 1994). Em contrapartida, alguns estudos apresentaram resultados com a perda de volume e rugosidade do EVA maior que a PEEK e estes materiais podem ser considerados como uma nova opção para a confecção dos dispositivos de tratamento (BENLI, 2020).

Assim as placas oclusais podem ser consideradas como uma abordagem de tratamento não invasivo para pacientes com DTM, segundo a revisão sistemática realizada por ZHANG SH, 2020, porém chamam a atenção para a necessidade de um consenso padronizado em relação ao prognóstico da mesma utilizada na DTM.

Pouco se sabe sobre a durabilidade e manutenção destas placas com novos materiais a longo prazo, aspectos de estudos tem demonstrado que alguns materiais são superiores a outros por apresentarem menor desgaste aos testes realizados. Portanto, o objetivo do presente trabalho é observar/quantificar a capacidade de absorção de força, e rugosidade superficial suportada pelos materiais utilizados, frente a carga empregada.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O bruxismo tem sido definido recentemente como uma atividade mandibular repetitiva caracterizada por apertar e ranger os dentes e / ou imobilizar ou empurrar a mandíbula. Esse hábito parafuncional, multifatorial que pode ocasionar o desgaste dentário; clinicamente, podemos observar a perda do contorno anatômico dos dentes. Essa perda em quantidade dentária resulta em problemas estéticos e funcionais, e até mesmo pode estar presente na sensibilidade dentária. (SEVILLA, 2018). Não há evidências suficientes para afirmar que as placas oclusais são eficazes para o manejo do bruxismo do sono, mas sim podem oferecer alguma proteção contra o desgaste dentário (WETSELAAR, 2019), (SACZUK, 2019), (MANFREDINI, 2013). Os dispositivos interoclusais, também chamados de placas de Michigan, são as mais utilizadas para proteger o desgaste dentário e aliviar a musculatura do sistema estomatognático e por levarem o côndilo a uma posição mais estável na fossa articular (SOUZA, 2021).

Existem diversos materiais para a confecção de placas oclusais, dentre eles as resinas acrílicas autopolimerizáveis ou até mesmo as fotopolimerizáveis que apresentam a mesma dureza e são mais fáceis de trabalhar, economizando tempo. (DANESH, 2006). Há aproximadamente 70 anos as resinas de polimetilmetacrilato são usadas na odontologia, suas propriedades dimensionais e físicas são próprias e adequadas para o uso odontológico e possuem uma grande facilidade de processamento. (ANUSAVICE, Kenneth J.2013) As resinas de polimetilmetacrilato podem ser ativadas termicamente, essa energia térmica pode ser fornecida por um banho de água ou um forno de micro-ondas. As resinas de polimetilmetacrilato possuem e sua composição, esferas pré-polimerizadas de polimetilmetacrilato e uma pequena quantidade de peróxido de benzofila, responsável por iniciar o processo de polimerização (parte sólida); monômero de metilmetacrilato com pequena quantidade de hidroquinona (parte líquida), podendo ainda conter agentes de ligações cruzadas, como o glicoidimetacrilato. (ZAFAR 2020). No entanto, segundo LIRA, (2016), as resinas autopolimerizáveis apresentam alto índice de intoxicação pela presença de monômeros residuais.

Atualmente, os dispositivos interoclusais podem ser confeccionados em outros de materiais como: etileno vinil acetato (EVA), polimetil metacrilato (PMMA), policarbonato (PC), polieteretercetona (PEEK) e polietileno tereftalato (PETG) (ZA ZHI, 2019). Segundo o fabricante das Resinas para impressoras 3D, Smart Dent (FONTE: <https://www.loja.smartdent.com.br/bite-splint>) a Resina Smart Print Bio Bite Splint, de cor translúcida azul, tem indicação para a confecção de placas miorrelaxantes. Assim como a Resina Smart Print Bio Clear Guide, de cor laranja translúcida, foi desenvolvida para impressão de guias cirúrgicas para implantes, sendo um material biocompatível. Apresenta excelente definição, resolução, baixa contração e repetibilidade, facilita a inserção de anilha diretamente após a impressão e pós-processamento (FONTE:<https://www.loja.smartdent.com.br/resina-smart-print-clear-guide->).

Placas feitas com material mais rígido se mostraram mais eficazes, reduzindo a atividade dos músculos masseter e temporal mais rapidamente, comparado com as resilientes (ANDRADE, 2010). As placas resilientes não são tão indicadas para o tratamento de bruxismo. As placas duras são as mais utilizadas como um meio de prevenir a progressão do desgaste dentário e proteger as extensas restaurações.

Segundo HUETTIG, (2017) as placas oclusais normalmente são feitas de polimetilmetacrilato (PMMA) em um fluxo de trabalho manual (técnica pó-líquido). Porém hoje a digitalização permite uma fabricação baseada em máquina em meios subtrativos (moagem) e aditivos (impressão) usando PMMA industrial ou resinas comparáveis.

Um recente estudo realizado para verificar o desgaste entre diferentes materiais utilizados para confecção de placas: resina de poliamida (ThermoSens), e um Polimetilmetacrilato (PMMA) convencional (processado manualmente), moído e impresso, colocados em antagonismo com materiais diferentes. Os mesmos foram submetidos a teste de desgaste quando uma máquina ACTA utilizada para simular in vitro o desgaste sofrido pelo material em boca, após 200.000 ciclos. Foi observado que as taxas de desgaste foram significativamente diferentes, entre os

materiais testados, porém em relação aos antagonistas não se observou influência significativa sobre os materiais das placas. (SEVILLA, 2018)

Alguns autores têm pesquisado sobre a resistência à flexão, dureza, sorção de água e topografia de superfície, frente ao envelhecimento térmico, provocado em diferentes materiais utilizados para a confecção de placas oclusais, tais como; materiais prensados, moídos e materiais de resina impressas em 3D. Os testes foram realizados após um período de armazenamento das placas em água a 37°C por 50 horas, seguido de 20.000 termociclos (TC) - a 5°C e 55°C. Obtendo-se como resultado após o envelhecimento que resinas prensadas e moídas podem ser consideradas equivalentes em termos de propriedades dos materiais. As resinas impressas em 3D apresentam menores valores de resistência à flexão e dureza e maior sorção de água e solubilidade comparadas as placas confeccionadas com materiais prensados (BERLI, 2019).

Em estudos comparativo entre placas feitas de polimetacrilato (PMMA) em fluxo de trabalho manual (técnica pó - líquido) comparado às placas digitalizadas confeccionadas em meios subtrativos (moagem) e aditivos (impressão), usando PMMA industrial ou resinas comparáveis. Foram realizadas a avaliação de 30 amostras de cada material, sendo então submetidos ao movimento de uma bola de esteatito sobre elas por 5.000 vezes ao longo de 1cm com 5N de pressão superficial, estando o material sob umedecido constantemente. Os pesquisadores chegaram a resultados questionáveis entre as diferenças estatísticas e se essas são de relevância clínica, e indicam a necessidade de novos testes (HUETTIG, 2017).

No estudo de WEDEKIND, (2021) foram analisados três materiais diferentes para confecção de placas interoclusais, splint SHERAprint-ortho plus (impressão 3D), SHERAeco-disc PM20 (moagem) e SHERAORTHOMER (pó e líquido). Seis (co-) monômeros e cinco aditivos foram detectados nos eluatos de metanol de todos os três materiais testados. Com o solvente metanol, os componentes liberados dos materiais das placas oclusais investigados excederam as concentrações citotóxicas em HGFs. Nos eluatos de água, apenas o metacrilato THFMA pôde ser determinado a partir de SHERAprint-ortho plus em concentrações abaixo dos níveis citotóxicos em HGFs.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 DESCRIÇÃO DO ESTUDO

Avaliamos neste estudo experimental, 30 placas de três materiais diferentes, 10 placas de resina fotopolimerizável (Vipi Cril Plus), 10 placas impressas (Smart Dent, Bite Splint) e 10 placas impressas (Smart Dent, Clear Guide) confeccionadas a partir de um molde de silicone adaptado em uma mufla com 30mm de diâmetro e 10mm de altura. (Fig 01)

Para a confecção das amostras em resina acrílica termopolimerizável. Foi realizado o ciclo de cocção em micro-ondas 900w, ciclo 10min potência 30%, 5min, potência 0%, 10 minutos potência 40% e resfriamento natural. As amostras impressas foram desenhadas, por um profissional experiente, em 3D no software Exocad e Software MiiCraft. O MiiUtility, software que acompanha a máquina, permite o posicionamento dos modelos e criação dos suportes de impressão de forma automática ou manual. Além disso, o software permite o monitoramento em tempo real do status do processo de impressão. Elas foram impressas na Impressora MiiCraft 125 Utra, Sistema aberto (.STL), projetada e destinada para uso profissional, uso de sistema de alto desempenho e confiabilidade que garantem impressões precisas. Neste sistema existe a total flexibilidade e controle sobre as configurações e parâmetros de impressão como, tempo de cura por camada, espessura da camada, nível de suavidade do modelo impresso, velocidade de deslocamento da plataforma e bandeja.

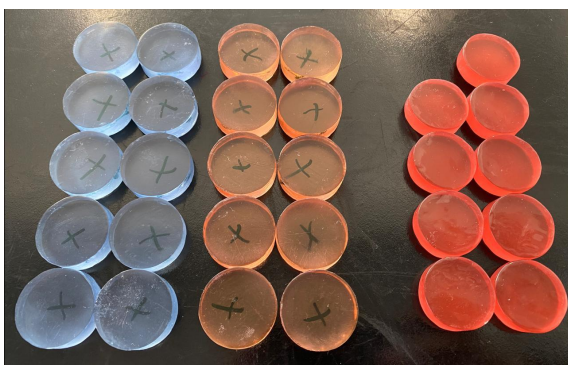
Por fim, todas as 30 amostras foram polidas com lixas e discos de polimento de acrílico. (Fig 03)



(Fig 01: molde de silicone adaptado em uma mufla, para acrílico termopolimerizado)
(arquivo pessoal)



(Fig 02: impressora MiiCraft 125 Ultra) (FONTE: imagem página:
<https://loja.smartdent.com.br/impressora-3d-miicraft-125-ultra>)



(Fig 03: amostras dos 3 materiais) (arquivo pessoal)

3.2 MATERIAIS

A descrição dos materiais, nome comercial e fabricante estão listados no Quadro 1.

Quadro 1- Material, nome comercial e fabricante utilizados para a confecção dos corpos de prova (Tab: 01)

Material	Nome Comercial	Fabricante
Resina Acrílica Termopolimerizável, pó e líquido (Vermelha) grupo padrão ouro de comparação	Vipi Cril PluS (resina utilizada para confecção de placas interoclusais)	Vipi

Resina para Impressão 3D (aditiva) (Azul) grupo a	Resina Smart Print Bio Bite Splint (resina utilizada para confecção de placas interoclusais)	Smart Dent
Resina para impressão 3D (aditiva) grupo B (Laranja)	Resina Smart Print Bio Clear Guide (resina utilizada para confecção de guias cirúrgicos)	Smart Dent

(Tab: 01, materiais utilizados)

3.3 AVALIAÇÃO DA DUREZA E RUGOSIDADE SUPERFICIAL

Primeiramente as mesmas placas de teste foram testadas e avaliadas quanto a sua rugosidade e posteriormente levadas a teste de dureza.

3.3.1 Teste de Rugosidade superficial

A mensuração da rugosidade superficial foi realizada em todos os espécimes de cada grupo. O parâmetro de rugosidade (Ra) foi mensurado por meio de um Rugosímetro Digital Portátil (SJ-201 – Mitutoyo). O aparelho apresenta uma ponta analisadora de dimensões que percorreu uma distância de 4mm na superfície analisada, realizando a leitura do perfil de rugosidade por meio de uma movimentação linear e uniforme, seguindo as ondulações da superfície. Tal movimentação é convertida em sinais elétricos que foram amplificados, filtrados e transformados em sinais digitais por meio de um conversor (Fig 4).

Dessa forma, os sinais digitais foram processados em valores de Ra e mostrados no display do aparelho. O aparelho foi calibrado com um filtro de medição de 0.8 mm, que representa o comprimento de amostragem (cutoff). A velocidade de leitura foi de 0.1mm/s e o percurso de medição de 4mm. Efetuaram-se três medições paralelas contendo distância definida entre si (0.8 mm), na região central de cada espécime e logo foi feita a média dos três valores obtidos. Repetiu-se essa sequência três vezes para cada corpo de prova. Obtendo assim uma média da mensuração da rugosidade da superfície para cada peça. Medidas apresentadas na tabela de teste de rugosidade.



(Fig 4: Rugosímetro Digital Portátil, SJ-201 – Mitutoyo) (arquivo pessoal)

Rugosímetro/Perfilometro: Surface Roughness Tester Marca: Mitutoyo.

Ponteira:

Modelo: SJ-301

Material: Diamante Raio: 5 μm

Código: 178-954-4A

Força de Medição: 4mN Raio de curvatura: 40mm

Serial: 100531106

Padrão de referência utilizado para

verificação/ajuste do equipamento, (Ra): 2,94 μm .

3.3.2 Teste de DUREZA Shore D

O ensaio de dureza Shore D é responsável por avaliar a superfície do polímero, podendo também se aplicar a elastômeros. O método realizado para a obtenção dos resultados neste ensaio se baseia na avaliação da resistência relativa à endentação, medindo a profundidade deixada no material após a aplicação da carga localizada. (Fig 05, 06 e 07)

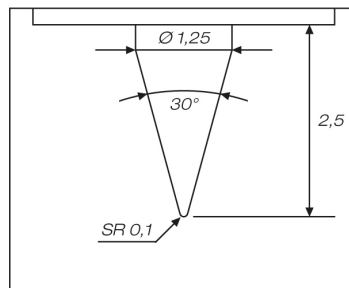


(Fig 05: durometro) (FONTE:

<https://afinkopolimeros.com.br/dureza-shore-ou-rockwell-qual-escolher/>)



imagem: 400.144



(Fig 06: durometro) (FONTE: <https://www.digimess.com.br/durometro-portatil-analogico-shore-d>)



imagem: 400.145

(Fig 07, durometro) (FONTE: <https://www.digimess.com.br/suporte-para-durometro-shore-d-analogico>)

4. RESULTADOS

A análise estatística foi realizada com o programa *Statistical Package for the Social Sciences 13.0 for Windows* (SPSS, Inc., Chicago, IL, USA (2020). Primeiramente os dados foram analisados pelo teste de normalidade para verificar se estavam dentro da curva normal, e posteriormente foi aplicado o teste ANOVA ao nível de significância de 5%.

A diferença entre o grupo de impressão 3D e o grupo de resina Vipi cril pluS, não foi estatisticamente significativa. ($P > 0,05$), tanto no teste de rugosidade como no teste de dureza.

Após realizado o teste de rugosidade e comparado com o teste normalidade obtivemos estes resultados. (Tab 02 e 03)

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Rugosidade A azul	,148	9	,200 [*]	,910	9	,315
Rugosidade B laranja	,197	9	,200 [*]	,905	9	,283
Rugosidade C vermelha	,135	9	,200 [*]	,954	9	,730

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

(Tab 02: teste de normalidade para os resultados de rugosidade)

**Teste de Rugosidade
ANOVA**

		Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
Rugosidade A azul	Entre Grupos	,015	7	,002	23,967	,156
	Nos grupos	,000	1	,000		
	Total	,015	8			
Rugosidade laranja	B Entre Grupos	,042	7	,006	8,857	,253
	Nos grupos	,001	1	,001		
	Total	,042	8			

(Tab 03: resultados do teste de rugosidade)

Os testes de rugosidade não mostraram resultados estatisticamente significativos entre os materiais.

Depois do teste de rugosidade as amostras foram submetidas ao teste de dureza shore D, no qual obtivemos estes resultados. (Tab 04 e 05)

Testes de Normalidade

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.
Dureza Shore D média azul	,333	9	,005	,763	9	,008
Dureza Shore D Laranja	,356	9	,002	,655	9	,000
Dureza Shore D Vermelha	,227	9	,200 [*]	,828	9	,042

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

(Tab 04: teste de normalidade para os resultados de dureza)

Teste de Dureza Shore D
ANOVA

				Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
dureza media azul	Shore	D	Entre Grupos	3,222	4	,806	3,222	,142
			Nos grupos	1,000	4	,250		
			Total	4,222	8			
dureza Laranja	Shore	D	Entre Grupos	,556	4	,139	,333	,844
			Nos grupos	1,667	4	,417		
			Total	2,222	8			

(Tab 05: resultados do teste de dureza)

Também não tivemos diferenças nos resultados de dureza estatisticamente significativos entre os materiais.

A realização dos testes de rugosidade e dureza e da análise estatística, não observaram resultados estatisticamente significativos nas provas realizadas com as peças confeccionadas, quando comparado às amostras de resinas termoativadas (convencional) com a resina impressa em impressoras 3D.

5 DISCUSSÃO

Com a realização de testes *in vitro*, onde foram avaliadas a rugosidade e dureza dos materiais; resina acrílica termopolimerizável, Vipi Cril Plus - Vipi, Resina Smart Print Bio Bite Splint - Smart Dent, resina para impressora 3D; e resina Smart Print Bio Bite - Smart Dent, também uma resina para impressora 3D. Os resultados obtidos, tanto no teste de rugosidade como no teste de dureza, nos apontam que todos os materiais podem ser utilizados para o propósito inicial do trabalho, levando em consideração esses fatores analisados.

Nosso trabalho assim como no trabalho de HUETTIG, (2017), demonstram que após testes *in vitro* onde foram avaliados a rugosidade superficial e a resistência ao desgaste de materiais como lingotes PMMA convencionais e lingotes de policarbonato, concluiu-se que não houve alterações de relevância clínica, porém indicam a necessidade de novos testes, uma vez que existem outros parâmetros a serem testados, como distorção e sorção de água, fatores que podem alterar a resistência dos materiais.

Também no estudo realizado por LIN (2019), o material de policarbonato para impressão 3D apresentou propriedades mecânicas e biocompatibilidade adequadas para atender às necessidades de aplicação clínica. Já no estudo de MARCEL,(2020) as placas oclusais fresadas em CAD CAM, mostraram maior exatidão que as impressas em 3D, porém a relevância clínica em termos de precisão as duas parecem ter a mesma qualidade.

Alguns estudos apresentaram resultados com a perda de volume e rugosidade do EVA maior que a PEEK e estes materiais podem ser considerados como uma nova opção para a confecção dos dispositivos de tratamento (BENLI, 2020).

No estudo sobre dispositivos oclusais impressos tridimensionais realizado por: LUTZ,(2018), resultou que os dispositivos confeccionados em sistema 3D, apresentaram uma menor resistência ao desgaste e menor resistência à fratura do que os fresados ou fabricados convencionalmente, diferentemente do que verificamos em nosso trabalho, concluindo que, apenas para aplicação de curto prazo essa técnica deve ser recomendada e que, novos desenvolvimentos de material para dispositivo oclusal para impressão tridimensional são necessários.

No estudo realizado com o objetivo de quantificar a liberação e a citotoxicidade de (co-) monômeros residuais e aditivos de materiais de dispositivos interoclusais à base de PMMA. Foram examinados três materiais diferentes usados para manufatura aditiva (impressão 3D), subtrativa (moagem) e convencional (pó e líquido). Foram analisados os materiais splint SHERAprint-ortho plus (aditivo), SHERAeco-disc PM20 (subtrativo) e SHERAORTHOMER (convencional). Seis (co-) monômeros e cinco aditivos foram detectados nos eluatos de metanol de todos os três materiais testados. Com o solvente metanol, os componentes liberados dos materiais investigados excederam as concentrações citotóxicas em HGFs calculados para um cenário de pior caso no tamanho da placa. Nos eluatos de água, apenas o metacrilato THFMA pôde ser determinado a partir de SHERAprint-ortho plus em concentrações abaixo dos níveis citotóxicos em HGFs. (WEDEKIND, 2021)

Em nosso estudo foram fabricadas amostras impressas e pela técnica pó-líquido, a fim de comparar suas durezas e rugosidades. as amostras foram submetidas aos testes com o rugosímetro digital portátil (SJ-201 – Mitutoyo) e o teste de DUREZA Shore D.

Em nossas análises não observamos diferença estatisticamente significativa entre as 3 resinas testadas, similar ao estudo de HUETTIG, (2017), onde também não obtiveram essa diferença corroborando com nosso estudo.

Com este resultado podemos vislumbrar então, que novas perspectivas devam ser consideradas pelos dentistas, ao escolherem um material para a confecção de placas oclusais, uma vez que as possibilidades estão mais amplas com a inserção de novas tecnologias e novos materiais.

Existem estudos que demonstram a probabilidade das resinas impressas terem mais monômeros citotóxicos, assim as resinas convencionais seriam a melhor escolha por serem mais seguras.

6 CONCLUSÃO

Após o estudo in-vitro foi possível concluir:

1- Os três materiais podem ser utilizados para confecção de dispositivos interoclusais.

2- Novos estudos devem ser realizados com ciclagem térmica e com pacientes no intuito de comparar clinicamente estes materiais.

7. REFERÊNCIAS

- 1) ANDRADE, 2010 Splints oclusais: tipos, materiais e propriedade - Uma revisão da literatura), (Bataglion e Palinkas Et al., 2012; Okeson,2013)
- 2) Anusavice, Kenneth J. Shen, Chiayi. Rawls, H. Ralph. Phillips materiais dentários. 12. ed - Rio de Janeiro : Elsevier, 2013 (p.474-476)
- 3) Afinkopolimeros, 2019. Disponível em:
<<https://afinkopolimeros.com.br/dureza-shore-ou-rockwell-qual-escolher>>. Acesso em: 05/04/2021
- 4) Berli C, Thieringer FM, Sharma N, Müller JA, Dedem P, Fischer J, Rohr N. Comparing the mechanical properties of pressed, milled, and 3D-printed resins for occlusal devices. *J Prosthet Dent.* 2020 Jan 16:S0022-3913(19)30704-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2019.10.024. Epub ahead of print. PMID: 31955837.
- 5) Benli, M., Eker Gümüş, B., Kahraman, Y., Gökçen-Rohlig, B., Evlioğlu, G., Huck, O., & Özcan, M. (2019). Surface roughness and wear behavior of occlusal splint materials made of contemporary and high-performance polymers. *Odontology*.doi:10.1007/s10266-019-00463-1
- 6) Crout DK. Anatomy of an occlusal splint. *Gen Dent.* 2017 Mar-Apr;65(2):52-59. PMID: 28253183.
- 7) Danesh, G., Lippold, C., Ziebura, T. et al. In-vitro Investigation on Suitability of Light-cured Resins for Interocclusal Splints. *J Orofac Orthop* 67, 138–147 (2006). <https://doi.org/10.1007/s00056-006-5032-5>
- 8) Digimess, 2021. Disponível em:
<<https://www.digimess.com.br/durometro-portatil-analogico-shore-d>>. Acesso em: 05/04/2021
- 9) Digimess, 2021. Disponível em:
<<https://www.digimess.com.br/suporte-para-durometro-shore-d-analogico>>. Acesso em: 05/04/2021
- 10)Huettig F, Kustermann A, Kuscu E, Geis-Gerstorfer J, Spintzyk S. Polishability and wear resistance of splint material for oral appliances produced with conventional, subtractive, and additive manufacturing. *J Mech Behav Biomed Mater.* 2017 Nov;75:175-179. doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.07.019. Epub 2017 Jul 14. PMID: 28734259.
- 11)Reyes-Sevilla, M., Kuijs, R. H., Werner, A., Kleverlaan, C. J., & Lobbezoo, F. (2018). Comparison of wear between occlusal splint materials and resin composite materials. *Journal of Oral Rehabilitation*, 45(7), 539–544. doi:10.1111/joor.12636

- 12) RAMFJORD, S. P., & ASH, M. M. (1994). Reflections on the Michigan occlusal splint. *Journal of Oral Rehabilitation*, 21(5), 491–500. doi:10.1111/j.1365-2842.1994.tb01164.x .
- 13) Richard C Petersen, Michael S Reddy, Perng-Ru Liu *EC Dent Sci*. Author manuscript; available in PMC 2019 Sep 24. Published in final edited form as: *EC Dent Sci*. 2018 May; 17(5): 430–459. Published online 2018 Apr 10.
- 14) Lira LVA. *Materiais para confecção de placas oclusais: uma revisão de literatura*. Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2016.
- 15) Lin R, Yu CH, Sun J. [Mechanical properties and cytotoxicity of three-dimensional printing polycarbonate for occlusal splints]. *Shanghai Kou Qiang Yi Xue*. 2019 Oct;28(5):467-471. Chinese. PMID: 32274475.
- 16) Lutz AM, Hampe R, Roos M, Lümekemann N, Eichberger M, Stawarczyk B. Fracture resistance and 2-body wear of 3-dimensional-printed occlusal devices. *J Prosthet Dent*. 2019 Jan;121(1):166-172. doi: 10.1016/j.prosdent.2018.04.007. Epub 2018 Jun 29. PMID: 30647000.
- 17) Manfredini D, Winocur E, Maurice T, Goldschleger G, Aviv T, Guarda-nardini L, et al. Epidemiology of Bruxism in Adults: A Systematic Review of the Literature. 2013;99–110.
- 18) Marcel R, Reinhard H, Andreas K. Accuracy of CAD/CAM-fabricated bite splints: milling vs 3D printing. *Clin Oral Investig*. 2020 Dec;24(12):4607-4615. doi: 10.1007/s00784-020-03329-x. Epub 2020 May 21. PMID: 32436163; PMCID: PMC7666673.
- 19) Nekora, A., Evlioglu, G., Ceyhan, A. et al. Patient responses to vacuum formed splints compared to heat cured acrylic splints: pilot study. *J. Maxillofac. Oral Surg*. 8, 31–33 (2009). <https://doi.org/10.1007/s12663-009-0008-9>
- 20) Saczuk K, Lapinska B, Wilmont P, Pawlak L, Lukomska-Szymanska M. Relationship between Sleep Bruxism, Perceived Stress, and Coping Strategies. *Int J Environ Res Public Health*. 2019 Sep 1;16(17):3193.
- 21) Srinivasan M, Gjengedal H, Cattani-Lorente M, Moussa M, Durual S, Schimmel M, Müller F. CAD/CAM milled complete removable dental prostheses: An in vitro evaluation of biocompatibility, mechanical properties, and surface roughness. *Dent Mater J*. 2018 Jul 29;37(4):526-533. doi: 10.4012/dmj.2017-207. Epub 2018 Mar 6. PMID: 29515054.
- 22) Smartdent, 2021. Disponível em: <<https://loja.smartdent.com.br/impressora-3d-miicraft-125-ultra>>. Acesso em: 07/04/2021
- 23) Smartdent, 2021. Disponível em: <<https://www.loja.smartdent.com.br/resina-smart-print-clear-guide->>. Acesso em: 07/04/2021

- 24) Smartdent, 2021. Disponível em:
<<https://www.loja.smartdent.com.br/bite-splint>>. Acesso em: 07/04/2021
- 25) Wetselaar P, Manfredini D, Ahlberg J, Johansson A, Aarab G, Papagianni CE, et al. Associations between tooth wear and dental sleep disorders: A narrative overview. *J Oral Rehabil.* 2019 May 12;46(8):joor.12807.
- 26) Xie QF. [Present situation and future of occlusal splint in treatment of oral diseases]. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi.* 2019 Aug 9;54(8):515-521. Chinese. doi: 10.3760/cma.j.issn.1002-0098.2019.08.003. PMID: 31378028.
- 27) Wedekind L, Güth JF, Schweiger J, Kollmuss M, Reichl FX, Edelhoff D, Högg C. Elution behavior of a 3D-printed, milled and conventional resin-based occlusal splint material. *Dent Mater.* 2021 Apr;37(4):701-710. doi: 10.1016/j.dental.2021.01.024. Epub 2021 Feb 27. PMID: 33648744.
- 28) Zafar MS. Prosthodontic Applications of Polymethyl Methacrylate (PMMA): An Update. *Polymers (Basel).* 2020 Oct 8;12(10):2299. doi: 10.3390/polym12102299. PMID: 33049984; PMCID: PMC7599472.
- 29) Zhang SH, He KX, Lin CJ, Liu XD, Wu L, Chen J, Rausch-Fan X. Efficacy of occlusal splints in the treatment of temporomandibular disorders: a systematic review of randomized controlled trials. *Acta Odontol Scand.* 2020 Nov;78(8):580-589. doi: 10.1080/00016357.2020.1759818. Epub 2020 May 18. PMID: 32421379.