

Marcela Borghi Paulini

**ANÁLISE DE DIFERENTES PROPRIEDADES
FÍSICAS E ÓPTICAS DE SILICONES FACIAIS, COM
DIFERENTES PIGMENTOS, SUBMETIDOS AO
TRATAMENTO COM PLASMAS DE BAIXA
TEMPERATURA E AO ENVELHECIMENTO
ACELERADO.**

ARAÇATUBA – SP
2018

Marcela Borghi Paulini

**ANÁLISE DE DIFERENTES PROPRIEDADES
FÍSICAS E ÓPTICAS DE SILICONES FACIAIS, COM
DIFERENTES PIGMENTOS, SUBMETIDOS AO
TRATAMENTO COM PLASMAS DE BAIXA
TEMPERATURA E AO ENVELHECIMENTO
ACELERADO.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia do Câmpus de Araçatuba – Unesp, para a obtenção do Grau de “Mestre em Odontologia” – Área de Concentração Prótese Dentária.

Orientador: Prof. Tit. Marcelo Coelho
Goiato

Co-orientador: Profa. Dra. Daniela
Micheline dos Santos

ARAÇATUBA – SP
2018

Catálogo na Publicação (CIP)

Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação – FOA / UNESP

P328a Paulini, Marcela Borghi.
Análise de diferentes propriedades físicas e ópticas de silicones faciais, com diferentes pigmentos, submetidos ao tratamento com plasmas de baixa temperatura e ao envelhecimento acelerado / Marcela Borghi Paulini. - Araçatuba, 2018
50 f. ; tab.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Odontologia de Araçatuba
Orientador: Prof. Marcelo Coelho Goiato
Coorientadora: Profa. Daniela Micheline dos Santos

1. Prótese maxilofacial 2. Silicones 3. Envelhecimento
I. T.

Black D3
CDD 617.6

Claudio Hideo Matsumoto CRB-8/5550

DEDICATÓRIA

Dedico a **Deus** essa vitória, por ter me dado forças para superar obstáculos que eu jamais imaginava que conseguiria; por ter me dado saúde e nunca ter me deixado perder as esperanças, e, principalmente, por ter me dado a família que tenho que não mede nem nunca mediu esforços para me ajudar de qualquer forma.

À minha irmã **Giovana Borghi Paulini**, que para mim é como uma filha, “minha pequena”, que sempre esteve ao meu lado nesses seis anos de graduação, que superou comigo a morte de nossa mãe, que me guiou em minhas vitórias e derrotas, que sempre foi meu alicerce, guerreira como só ela sabe ser, que sempre sonhou comigo minha tão almejada formação acadêmica, muito obrigada por existir, Te Amo.

À minha mãe **Sônia Maria Borghi Paulini**, que se foi há tanto tempo, mais que está tão viva dentro de mim. Mãe obrigada por ter lutado pela nossa família, por ter sido tão forte em meio a tantas dificuldades. Dedico minha formação como Cirurgiã Dentista á você Mãe, meu orgulho.

Ao meu avô **Agenor Victorino Borghi**, que neste ano nós deixou, exemplo de pai, irmão, avô e biso. Quantos puxões de orelha, quantos conselhos, ele sabe que não é apenas um avô é um Pai para mim, sempre presente em minha vida, o único a me ligar toda semana, apenas para saber se estou viva. Vô obrigado por cada ajuda, por acreditar na minha capacidade, por torcer tanto pelo meu sonho, eu não teria conseguido sem o senhor. Te amo vô.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Agradeço a **Deus** essa vitória, por ter me dado forças para superar obstáculos que eu jamais imaginava que conseguiria

Agradeço a **família** que tenho, que não mede nem nunca mediu esforços para me ajudar de qualquer forma.

Aos meus **amigos**, que sempre estiveram como nesses anos de graduação e pós-graduação. Deixando meus dias mais leves e alegres.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Professor Titular **Marcelo Coelho Goiato**.

Professor, agradeço-lhe imensamente, pois, sem o senhor, o nosso grupo não existiria. Agradeço por ser o idealizador da nossa linha de pesquisa em Prótese Bucomaxilofacial e por ser o elo que nos mantém unidos. Considero-o um profissional incrível e admiro muito sua humildade e simplicidade. Obrigada por todos os ensinamentos, pela motivação e pela amizade nesses anos todos. Sem o senhor, não haveria tudo isso. Muito obrigada.

À minha co-orientadora, Professora **Daniela Micheline dos Santos**.

Tenho você não só como minha co-orientadora, mas como uma amiga. Só tenho a agradecer por todas as oportunidades, pela confiança no meu trabalho, por me abrir as portas para fazer parte da equipe da prótese. Você é um exemplo de profissional e competência, que em tão pouco tempo alcançou muitas coisas e conquistou o seu espaço. Tenho por você uma admiração enorme. Obrigada por tudo que fez, faz e se Deus quiser ainda fará por mim.

A **Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba FOA-UNESP**,

Por me permitir uma formação acadêmica de qualidade desde a graduação até o presente momento. É muito gratificante fazer parte da Família Unespiana.

Ao **Programa de Pós-graduação em Odontologia**,

A todos os professores envolvidos, por trabalharem sempre em busca do bem comum aos pesquisadores de nosso programa. E também para as funcionárias da seção de pós

graduação, Lilian, Valéria e Cris por toda a paciência e disponibilidade que têm com todos os pós graduandos.

A FAPESP,

Pela concessão da Bolsa de Mestrado.

Aos professores que compõem a **banca examinadora,**

Prof. Renan por terem aceitado prontamente em participar da avaliação deste trabalho e deixar um pouco seus afazeres para se deslocar até Araçatuba e dar suas contribuições. Agradeço por toda a disponibilidade atenção que apresentou comigo.

Prof. Stefan com o qual tive o prazer de conviver na disciplina de prótese fixa e também no departamento de prótese. Muito obrigada por partilhar um pouco de sua experiência clínica. Obrigada por aceitar o convite para participar da banca examinadora e o tempo que disponibilizou para tal.

Aos **Professores do Departamento de Prótese,**

Por todos os ensinamentos partilhados, pela paciência, simplicidade e pelos momentos agradáveis. Pela formação durante a graduação e pós-graduação. Vocês foram excelentes na minha formação clínica e acadêmica e só tenho elogios a todos.

Aos **funcionários do Departamento de Prótese,**

Por toda a gentileza e convívio agradável durante esses anos que frequentei o departamento de prótese.

A todos os **funcionários** de todos os setores da Faculdade de Odontologia de Araçatuba,

Por proporcionarem o bom funcionamento desta instituição.

Aos meus **Amigos da Pós Graduação**,

Muito obrigada a todos com quem dividi essa experiência única que é a pós graduação, muitos entraram comigo, muitos aqui já estavam e agora também tem aqueles que vieram depois. Obrigada pelos momentos em aulas, conversas na cozinha do departamento e trabalhos realizados.

EPÍGRAFE

“Quando eu tinha 5 anos minha mãe me disse que a felicidade era a chave para a vida. Quando eu fui para a escola, me perguntaram o que eu queria ser quando crescesse. Eu escrevi “feliz”. Me disseram que eu não entendi a pergunta, e eu lhes disse que eles não entendiam a vida.”

Jonh Lenon

Paulini MB. **Análise de diferentes propriedades físicas e ópticas de silicones faciais, com diferentes pigmentos, submetidos ao tratamento com plasmas de baixa temperatura e ao envelhecimento acelerado** [dissertação]. Araçatuba: Faculdade De Odontologia da Universidade Estadual Paulista; 2018.

RESUMO

Contexto: Os materiais para confecção de próteses bucomaxilofaciais estão em constante necessidade de aprimoramento, devido a sua curta longevidade. Novos matérias e metodologias necessitam ser testados para solucionar tal defasagem.

Objetivo: Avaliar a estabilidade cromática, sorção e solubilidade e rugosidade dos elastômeros MDX4-4210 e A-120, utilizados na confecção de próteses maxilofaciais. Avaliou-se a influência do plasma de baixa temperatura (PBT), a presença de pigmento (dois tipos de pigmentos inorgânicos) e o envelhecimento acelerado.

Materiais e métodos: Foram confeccionadas 160 e divididas em 16 grupos (n=10), de acordo com o tipo de silocone, pigmento e uso ou não do PBT. O plasma aplicado apresenta uma composição de 70% hexametildisiloxano, 20% O, and 10% Ar. Foi avaliado a estabilidade cromática, a rugosidade superficial (Ra), e sorção e solubilidade dos silicones antes e após envelhecimento.

Resultados: O silicone A-120 apresentou melhores resultados de estabilidade cromática, que foi influenciada pela aplicação do plasma ($P<0,001$), A-120 com plasma ($\Delta E=1,13$) com pigmento bronze e A-120 com plasma ($\Delta E=1,01$) com pigmento orbipasta. A rugosidade apresentou diferença entre os silicones e o tempo ($P<0,001$) com valores de Ra entre 0,14nm e 0,39 nm, o grupo com menor rugosidade foi do silicone A-120 com plasma. A sorção e solubilidade foi diferente entre os pigmentos avaliados, os grupos com pigmento bronze apresentaram menor sorção e solubilidade após aplicação do plasma ($P<0,001$).

Conclusão: O plasma é uma opção para melhorar as propriedades dos silicones faciais.

Descritores: Prótese Maxilofacial; Silicone; Envelhecimento.

Paulini MB. **Analysis of different properties of two maxillofacial silicone, with different pigmentation, submitted to the treatment with nonthermal plasma and accelerated aging.** [dissertation]. Aracatuba: UNESP - São Paulo State University; 2018.

ABSTRACT

Statement of problem: The manufacturing materials of maxillofacial prostheses are in constant need of improvements due its poor longevity.

Aim: Evaluate the chromatic stability, surface roughness and sorption and solubility of two silicones, MDX4-4210 and A-120 with two intrinsic pigments and the application of a nonthermal plasma (NTP).

Methods: One-hundred and sixty specimens were fabricated and distributed into 16 groups (n=10) according to the silicone, pigment and plasma coat. The NTP was applied with a mixture of 70% hexamethyldisiloxane, 20% O₂, and 10% Ar. The chromatic stability, surface roughness (Ra) and sorption and solubility were evaluated.

Results: A-120 presented better chromatic stability results, which were influenced by the NTP ($P<0,001$); group A-120 with bronze pigment ($\Delta E=1,13$) and A-120 with orbipasta pigment ($\Delta E=1,01$) were the best results. Surface roughness presented a difference for period and group ($P<0,001$) with Ra ranging from 0,14nm to 0,39 nm; the least rough result was from A-120 with NTPS. Sorption and solubility were different for the pigments, the bronze pigment groups presented the smallest results after NTP treatment ($P<0,001$).

Conclusion: NTP is a viable option to improve physical properties of maxillofacial silicones.

Key Words: Maxillofacial prostheses, silicone, aging.

LISTA DE FIGURAS

Legenda	Pg
Figura 1 - Distribuição das amostras.	22
Figura 2: Esquema do reator utilizado para tratamento das amostras com plasma de baixa temperatura.	24

LISTA DE TABELAS

Legenda	Pg
Tabela 1 - Nome comercial, coloração e fabricante dos materiais utilizados.	21
Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão de alteração de cor (ΔE) dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze.	28
Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão de alteração de cor (ΔE) dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.	29
Tabela 4. Valores médios \pm desvio padrão de rugosidade dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze.	29
Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão de rugosidade dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.	30
Tabela 6. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de sorção dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze.	31
Tabela 7. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de solubilidade dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze.	31
Tabela 8. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de sorção dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.	31
Tabela 9. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de solubilidade dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.	32

LISTA DE ABREVIATURAS

Sigla

PBT

HTV

RTV

LSR

HCR

UVB

Legenda

Plasma de Baixa Temperatura

High Temperature Vulcanization

Room Temperature Vulcanization

Liquid Silicone Rubber

High Consistency Rubber

Radiação Ultravioleta

SUMÁRIO	Pg
Introdução.....	15
Proposição.....	19
Metodologia.....	21
Resultados.....	28
Discussão.....	34
Conclusão.....	39
Referencias.....	41
Anexos.....	46

Introdução

INTRODUÇÃO

As deformidades maxilofaciais são constrangedoras e embaraçosas ao portador. Os indivíduos que são submetidos a traumas ou oncociurgias, acabam por evitar o meio social, tornando-se complexados e deprimidos.¹⁻⁵

A cirurgia plástica é o tratamento de escolha, pois certamente a reparação autoplástica, realizada em tecido vivo, é mais desejável do que a reparação aloplástica ou artificial. Apesar dos recursos técnicos cirúrgicos terem progredido nos últimos tempos, há casos de defeitos congênitos e adquiridos em que ainda é aconselhável a restauração por próteses.⁶ A reabilitação desses pacientes por meio da aloplasia ou restauração protética oferece condições bastantes satisfatórias na recuperação da estética e do bem-estar pessoal, tornando possível a reintegração desses indivíduos em seu meio social e familiar.

Porém, a reabilitação protética apresenta uma limitação com relação à longevidade dos materiais utilizados. As próteses faciais se degradam após poucos meses de uso devido às mudanças de cor e distorção das margens,⁷⁻¹³ que ocorre devido aos efeitos dos raios ultravioletas, uso de adesivos, manuseamento e limpeza contínua das próteses pelo paciente com produtos de limpeza e desinfetantes. Atualmente, os materiais mais utilizados para a confecção de próteses faciais são os silicões polimerizados pelo calor (*High Temperature Vulcanization* - HTV) ou pela temperatura ambiente (*Room Temperature Vulcanization* - RTV).^{14,15} Esses podem ser pigmentados extrínseca ou intrinsecamente.¹⁶

Estudos vêm mostrando que, justamente, a incorporação desses pigmentos e opacificadores à matriz do silicone aumentam o tempo de vida útil do material. O que mantém as próteses esteticamente agradáveis e estáveis em relação à cor por um

determinado tempo.¹⁶⁻¹⁸ Indicando que a pigmentação intrínseca, não somente é mais resistente a fatores de degradação externos como também pode aumentar a longevidade do material utilizado.¹⁶

É necessário que o silicone facial não seja solúvel e que apresente baixas taxas de absorção¹⁹. Desse modo, o ensaio de sorção de água e solubilidade avalia o processo de ganho de água e perda de componentes solúveis como plastificantes para o meio.^{19,20} Já a rugosidade superficial dos silicones faciais, avalia o acúmulo e retenção de placa bacteriana que afeta a longevidade do tratamento. Situações como a falta de higienização das próteses, impregnação por soluções desinfetantes, acúmulo de partículas do ambiente e exposição a interpéries^{7,11}, geram um aumento significativo da rugosidade superficial e alteração cromática, o que pode afetar a longevidade das próteses bucomaxilofaciais.

Uma alternativa para reduzir a alteração de cor, seria a utilização de plasma de baixa temperatura (PBT) como tratamento da superfície do silicone facial. Pois, de acordo com alguns autores, possuem a capacidade de modificar superfícies inertes e quimicamente ativas sem causar danos na superfície da mesma²⁰⁻²³. PBTs são monômeros e/ou gases ionizados que contêm uma mistura de elétrons, íons e radicais livres que são liberados quando estimulados por uma descarga elétrica. Estas emissões têm por objetivo modificar a superfície de determinados materiais, gerando maior estabilidade cromática, menor rugosidade superficial e menor perda e ganho de água²⁴.

O silicone Silastic MDX4-4210, é classificado como LSR (*Liquid Silicone Rubber*) enquanto que o A-120 é um HCR (*High Consistency Rubber*). A estrutura básica dos dois é a mesma, a diferença está na cura e processamento de cada material. A execução deste projeto justifica-se pela escassez de estudos científicos relacionando

os silicones Silastic MDX4-4210 (LSR) e A-120 (HCR) com o tratamento de plasma de baixa potência sobre superfície de silicones utilizados a confecção de próteses bucomaxilofaciais.

Proposição

OBJETIVO

A proposta do presente estudo foi avaliar a estabilidade cromática, sorção e solubilidade, e rugosidade entre os silicones faciais Silastic MDX4-4210 e o silicone médico A-120 (HCR), utilizando dois diferentes pigmentos, submetidos ou não ao plasma de baixa temperatura, antes e após o envelhecimento acelerado.

Hipótese do estudo

A hipótese nula deste estudo é que não haverá diferença entre os dois grupos de silicone facial estudados e suas variáveis.

Metodologia

METODOLOGIA

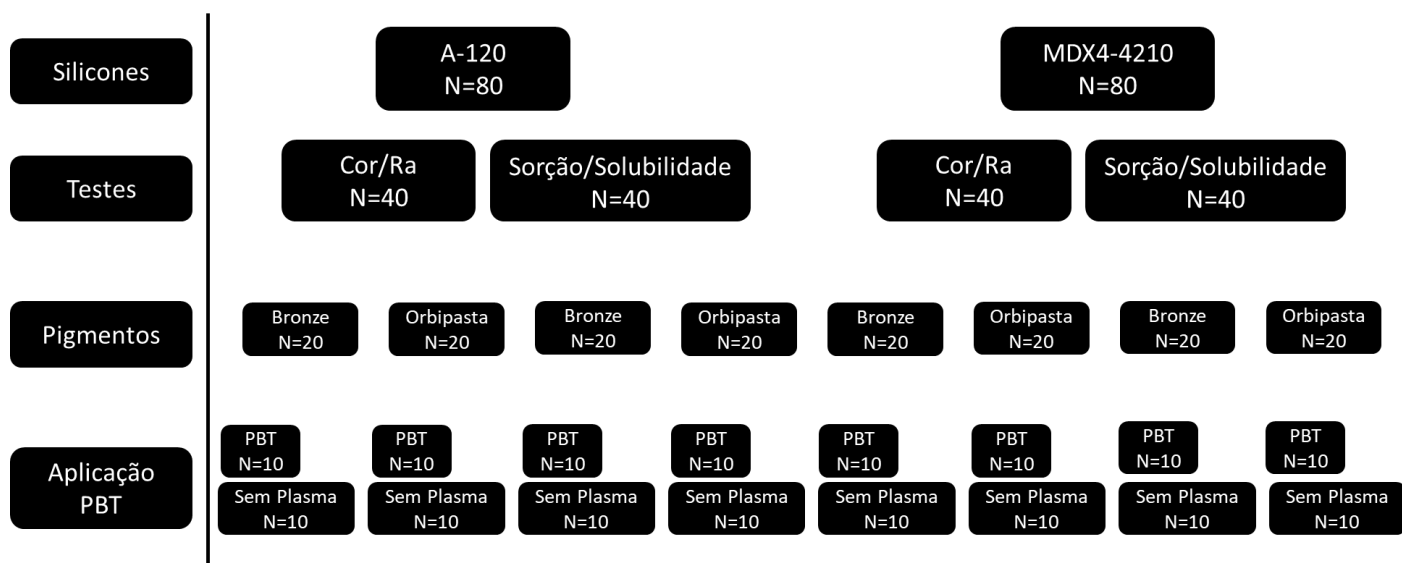
Tabela 1 - Nome comercial, coloração e fabricante dos materiais utilizados.

MATERIAL	COLORAÇÃO	FABRICANTE
MDX4-4210 (LSR)	Incolor	Dow Corning Corporation, EUA.
A-120:Gum Rubbers (HCR)	Incolor	Factor II, Inconporeded, EUA.
Pigmento: FI- Functional Intrinsic II - Silicone Coloring System	Bronze (Tan FI – 215)	Factor II, Inconporeded, EUA.
Pigmento: Orbipastas	Rosa	Orbital Colors, BR.
Opacificador Óxido de Zinco	Branco	Aphoticario (farmácia de manipulação), BR.
Plasma de baixa temperature	_____	Sigma Aldrich, USA.

Confecção das amostras

Foram confeccionados um total de 160 amostras circulares (metade de cada silicone). Dessas, 80 tinham 45mm (ϕ) x 2mm e foram utilizadas para os testes de estabilidade cromática e rugosidade, as outras 80 tinham 45mm (ϕ) x 1mm e foram utilizadas para os testes de sorção e solubilidade. A figura 1 exemplifica a distribuição dos grupos de cada amostra.

Figura 1: Distribuição das amostras.



Para a confecção das amostras, os dois silicones, os dois pigmentos e o opacificador foram pesados em balança digital de precisão (BEL Equipamentos Analítico, Brasil). Sendo o peso dos pigmentos equivalentes a 0,2% do peso total do silicone e o peso do opacificador referente a 2% do peso do silicone. Os silicones foram manuseados de acordo com as instruções do fabricante, em temperatura ambiente de $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 50/10%.¹⁶

Para o silicone MDX4-4210 (Dow Corning Corporation, EUA), os pigmentos foram incorporados sobre uma placa de vidro com o auxílio de uma espátula de aço inoxidável até a obtenção de uma mistura homogênea. Após o manuseio do silicone pigmentado, o mesmo foi inserido em uma matriz metálica e passou-se uma espátula para realizar a regularização da espessura. As amostras permaneceram confinadas no interior da matriz com a superfície externa exposta ao meio ambiente durante três dias, para a completa polimerização do material.¹⁶

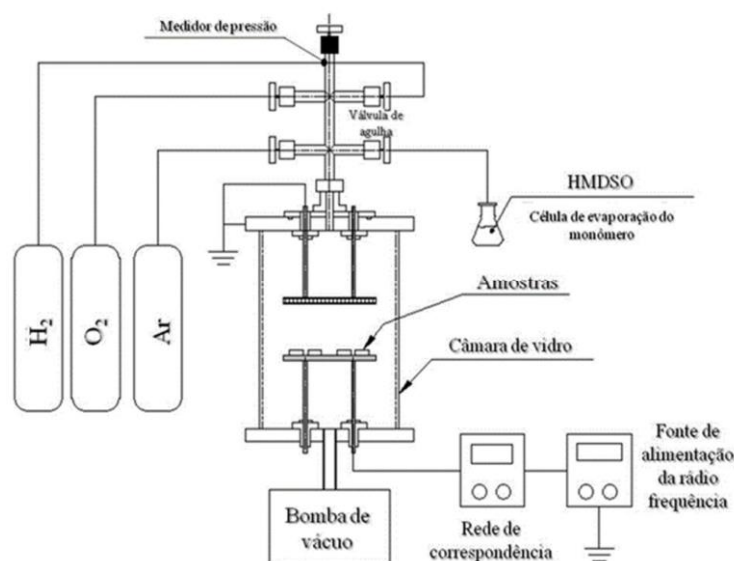
O silicone A-135 foi pesado em balança digital de precisão (BEL Equipamentos Analítico, SP, Brasil), e manuseado de acordo com as instruções do fabricante, em temperatura ambiente de $37\pm 2^{\circ}\text{C}$ e umidade relativa de 50-10%. Foram misturadas as

duas partes do silicone, A e B (catalisador/base), por meio de um moinho de dois rolos até a obtenção de uma massa homogênea e então foi incorporado o pigmento específico para cada grupo. Após o manuseio do silicone pigmentado, o mesmo foi inserido em uma matriz metálica, essas ficaram confinadas no interior da matriz com a superfície externa exposta ao meio ambiente para a completa polimerização do material.¹⁶

Aplicação de plasma de baixa temperatura

As superfícies das amostras foram tratadas com PBT que são produzidos pela excitação elétrica de determinados gases²⁶. Para a aplicação do plasma, realizou-se um estudo-piloto para que se possa determinar o melhor protocolo a ser seguido. As condições de deposição com plasmas de baixa temperatura só são atingidas em condições de vácuo. Sendo assim, o tratamento com plasma foi realizado por meio de duas placas paralelas entre si, dispostas no interior de uma câmara de vidro, na qual as condições de vácuo foram instaladas. Por meio desta técnica, a temperatura dos gases permanece igual à temperatura ambiente, preservando a integridade do material (Figura 2).

Figura 2: Esquema do reator utilizado para tratamento das amostras com plasma de baixa temperatura.



Estabilidade Cromática

As amostras para o teste de estabilidade cromática, foram submetidas aos ensaios de cor inicial e após o envelhecimento acelerado por 1008 horas. As leituras de cor foram realizadas por meio de um Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível, Modelo UV-2450 (Shimadzu, Japão) por meio do Sistema CIE L*a*b*, estabelecido pela Comissão Internationale de l'Eclairage – CIE.²⁰

Sorção e Solubilidade

As amostras específicas para os ensaios de sorção e solubilidade foram submetidas ao teste de dessecação inicial²⁶ seguindo a especificação nº 12 da American Dental Association (ADA) e após o envelhecimento acelerado. Este processo consiste na armazenagem das amostras em um dissecador contendo sílica em gel em ambiente provido de vácuo.

As amostras permaneceram neste ambiente em estufa à temperatura de 37±2°C (Odontobrás, São Paulo, Brasil), sendo pesadas diariamente em balança digital de

precisão (BEL Equipamentos Analítico, SP, Brasil), até a obtenção da massa constante (W1). Posteriormente as amostras foram submetidas, ao ensaio de envelhecimento acelerado seguido de nova pesagem (W2), e nova dessecação seguida de pesagem final (W3). O grau de sorção e solubilidade foi calculado por meio das fórmulas descritas logo abaixo.

$$\text{Sorção} = (W2 - W3) / W1 \times 100$$

$$\text{Solubilidade} = (W1 - W3) \times 100$$

Rugosidade

As amostras foram submetidas aos ensaios de rugosidade inicial e após o envelhecimento acelerado, a leitura da superfície foi determinada por meio de um perfilômetro (Dektak d-150; Veeco, Plainview, Nova York, EUA). Foi realizada a leitura no centro da amostra, e duas leituras paralelas, à direita e à esquerda desse centro sendo a média calculada após essas três leituras. Os valores de Ra (média aritmética da rugosidade de superfície), foram mensurados com varredura de 500 μm , no tempo constante de 12 segundos. Os valores originais foram em Angström (\AA), e a partir de então serão transformados para a escala nanométrica (nm).¹

Envelhecimento Acelerado

Todas as amostras foram submetidas ao ensaio de envelhecimento acelerado.

As amostras foram submetidas a períodos alternados de luz UVB e condensação de água destilada saturada de oxigênio, sob condições de calor e umidade de 100%. Cada ciclo de envelhecimento foi realizado por doze horas. Nas primeiras oito horas, incidiu luz ultravioleta à temperatura de $60 \pm 3^\circ\text{C}$. Nas quatro horas seguintes, ocorreu o período de condensação sem luz, com temperatura de $45 \pm 3^\circ\text{C}$. Esse processo simula a deterioração causada tanto pela água da chuva como a do orvalho e a energia ultravioleta

(UVB) da luz do sol (direta e indireta). As amostras foram expostas a 1008 horas de envelhecimento acelerado, realizando-se leituras de alteração cromática.²⁶

Forma de análise dos resultados

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e à análise de variância (ANOVA) a um nível de significância de 5%, a fim de verificar a existência de diferença entre as variáveis estudadas. Nos casos em que foi encontrada diferença estatística, foi aplicado o teste de Tukey para identificar o grupo no qual houve essa diferença.

Resultados

RESULTADOS

Estabilidade cromática

Os dados de alteração de cor (ΔE) do silicone com pigmento bronze ou orbipasta foram submetidos à análise de variância (ANOVA) um fator (grupo) e ao teste de Tukey com significância de 5%. O fator silicone interferiu significativamente na alteração de cor (ΔE) dos silicones com e sem plasma, tanto com pigmento bronze ($P < 0,001$) como orbipasta ($P < 0,001$). Maior alteração de cor foi observada para o grupo MDX4-4210 com plasma com pigmento bronze ($\Delta E = 15,01$; Tabela 2) e orbipasta ($\Delta E = 9,21$; Tabela 3), com diferença estatística dos demais grupos. No entanto, a alteração de cor foi estatisticamente menor para os grupos MDX4-4210 sem plasma ($\Delta E = 0,65$) e A-120 com plasma ($\Delta E = 1,13$) com pigmento bronze (Tabela 2) e para o grupo A-120 com plasma ($\Delta E = 1,01$) com pigmento orbipasta (Tabela 3).

Tabela 2. Valores médios \pm desvio padrão de alteração de cor (ΔE) dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze.

Grupos	ΔE
MDX4-4210 sem plasma	$0,65 \pm 0,19$ C
MDX4-4210 com plasma	$15,01 \pm 0,34$ A
A-120 sem plasma	$9,10 \pm 0,87$ B
A-120 com plasma	$1,13 \pm 0,32$ C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 3. Valores médios \pm desvio padrão de alteração de cor (ΔE) dos silicões com e sem plasma com pigmento orbipasta.

Grupos	ΔE
MDX4-4210 sem plasma	2,18 \pm 0,26 B
MDX4-4210 com plasma	9,21 \pm 0,31 A
A-120 sem plasma	2,30 \pm 0,79 B
A-120 com plasma	1,01 \pm 0,07 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Rugosidade

A interação entre os fatores grupo e tempo interferiu significativamente na rugosidade dos silicões com e sem plasma com pigmento bronze ($P = 0,007$) e orbipasta ($P < 0,001$). O grupo A-120 sem plasma apresentou maior rugosidade no período inicial, para os pigmentos bronze (0,39 μm ; Tabela 4) e orbipasta (0,35 μm ; Tabela 5), enquanto maior rugosidade no período final ocorreu para o grupo A-120 com plasma, para os pigmentos bronze (0,26 μm ; Tabela 4) e orbipasta (0,43 μm ; Tabela 5). Com o envelhecimento, a rugosidade aumentou estatisticamente para os grupos MDX4-4210 com plasma e A-120 com plasma com pigmento bronze (Tabela 4) e orbipasta (Tabela 5).

Tabela 4. Valores médios \pm desvio padrão de rugosidade dos silicões com e sem plasma com pigmento bronze.

Grupos	Rugosidade	
	Inicial	Final
MDX4-4210 sem plasma	0,06 \pm 0,02 Ba	0,04 \pm 0,01 Ca
MDX4-4210 com plasma	0,05 \pm 0,01 Bb	0,09 \pm 0,02 Ba
A-120 sem plasma	0,39 \pm 0,08 Aa	0,03 \pm 0,01 Cb
A-120 com plasma	0,04 \pm 0,01 Bb	0,26 \pm 0,07 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Valores médios \pm desvio padrão de rugosidade dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.

Grupos	Rugosidade	
	Inicial	Final
MDX4-4210 sem plasma	0,06 \pm 0,01 Ba	0,04 \pm 0,01 Ca
MDX4-4210 com plasma	0,04 \pm 0,01 Bb	0,14 \pm 0,02 Ba
A-120 sem plasma	0,35 \pm 0,06 Aa	0,03 \pm 0,01 Cb
A-120 com plasma	0,05 \pm 0,01 Bb	0,43 \pm 0,03 Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Sorção e Solubilidade

O fator grupo interferiu significativamente na sorção e solubilidade dos silicones com e sem plasma com pigmento bronze ($P < 0,001$) e orbipasta ($P < 0,001$). Com relação ao pigmento bronze, o grupo MDX4-4210 sem plasma apresentou maior percentual de sorção (3,69%; Tabela 6) e de solubilidade (6,89%; Tabela 7), enquanto menores percentuais de sorção (0,59%; Tabela 6) e de solubilidade (0,28%; Tabela 7) foram observados para o grupo MDX4-4210 com plasma. Com relação aos silicones com pigmento orbipasta, maior percentual de sorção (2,40%; Tabela 8) e de solubilidade (1,88%; Tabela 9) ocorreu para o grupo A-120 com plasma, com diferença estatística dos demais grupos. O grupo A-120 sem plasma (0,77%; Tabela 8) apresentou menor percentual de sorção, enquanto o grupo MDX4-4210 sem plasma apresentou menor solubilidade (0,39%; Tabela 9), com diferença estatística dos demais grupos.

Tabela 6. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de sorção dos silicões com e sem plasma com pigmento bronze.

Grupos	Sorção
MDX4-4210 sem plasma	3,69 \pm 0,08 A
MDX4-4210 com plasma	0,59 \pm 0,15 D
A-120 sem plasma	1,04 \pm 0,09 B
A-120 com plasma	0,72 \pm 0,03 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de solubilidade dos silicões com e sem plasma com pigmento bronze.

Grupos	Solubilidade
MDX4-4210 sem plasma	6,89 \pm 1,10 A
MDX4-4210 com plasma	0,28 \pm 0,08 C
A-120 sem plasma	1,07 \pm 0,16 B
A-120 com plasma	0,34 \pm 0,01 C

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de sorção dos silicões com e sem plasma com pigmento orbipasta.

Grupos	Sorção
MDX4-4210 sem plasma	2,09 \pm 0,14 B
MDX4-4210 com plasma	0,96 \pm 0,23 C
A-120 sem plasma	0,77 \pm 0,03 C
A-120 com plasma	2,40 \pm 0,34 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Tabela 9. Valores médios de porcentagem \pm desvio padrão de solubilidade dos silicones com e sem plasma com pigmento orbipasta.

Grupos	Solubilidade
MDX4-4210 sem plasma	0,39 \pm 0,11 D
MDX4-4210 com plasma	1,59 \pm 0,31 B
A-120 sem plasma	0,87 \pm 0,17 C
A-120 com plasma	1,88 \pm 0,14 A

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem ao nível de 5% de significância pelo teste de Tukey.

Discussão

DISCUSSÃO

A hipótese nula do trabalho foi negada, houve diferença na avaliação das propriedades dos silicones testados e suas variáveis. Para a avaliação de estabilidade cromática encontramos que os grupos do silicone MDX4-4210 com plasma apresentaram maiores variações de ΔE , com 15,01 para o grupo de pigmento bronze e 9,21 para o grupo com orbipasta. Ambas alterações são clinicamente inaceitáveis, visto que variações acima de 3,5 são perceptíveis visualmente.^{7,20,27}

O silicone A-120 apresentou melhores valores de estabilidade cromática, principalmente com o pigmento orbipasta com ΔE entre 1,01 e 2,30 (Tabelas 2 e 3). Apenas o grupo com pigmento orbipasta sem PBT apresentou uma variação de cor indesejada ($\Delta E = 9,10$), que foi corrigida pela aplicação do plasma. O PBT forma uma camada superficial protetora no silicone que pode amenizar a degradação superficial causada pelas intempéries de utilização das próteses faciais.^{22,24}

Já o silicone Silastic MDX4-4210 teve seus resultados de estabilidade cromática prejudicados pela aplicação do plasma, tanto para o pigmento bronze ($\Delta E = 15,01$) quanto para o orbipasta ($\Delta E = 9,21$). Outros autores também encontraram alterações cromáticas elevadas com o Silastic MDX4-4210, com ΔE variando entre 3,36 a 12,52.⁹ Segundo as recomendações do fabricante, esses pigmentos são compatíveis com quaisquer silicones, mas a incorporação de elementos fluidos para pigmentação intrínseca deve ser feita com cautela, pois pode afetar a resiliência e as propriedades físicas do material.⁹

O LRS é um material fluido durante sua manipulação e o processo de *cross-linking* que permite a vulcanização do material ocorre de uma única vez após seus componentes serem misturados, portanto é um material mais sensível à caracterização e com maior flexibilidade e menor dureza. Isso pode ter deixado o material mais permeável ao plasma de baixa potência, o que justificaria a maior alteração cromática. Esse mesmo processo é

divido nos silicones tipo HCR, parte do *cross-linking* é feito em um processamento inicial durante a confecção do *putty* e o restante durante a manipulação das massas densas.

Não há relatos na literatura da avaliação da estabilidade cromática com a aplicação do plasma, mas os artigos que avaliaram outras propriedades físicas de materiais elastoméricos e cerâmicas obtiveram resultados satisfatórios após a aplicação do plasma.^{22,24} Para os silicones avaliados, o plasma foi indicado para o A-120 que é um HCR de maior densidade e provavelmente menos susceptível a incorporação de substâncias; para esse silicone o plasma foi capaz de reduzir ΔE para valores clinicamente aceitáveis (Tabela 2).

A rugosidade dos silicones apresentou bons resultados tanto antes quanto depois do envelhecimento, com valores de rugosidade superficial baixos. O plasma parece ter afetado a superfície das amostras, visto que houve maior rugosidade inicial para os grupos sem plasma do silicone A-120. Já no período após o envelhecimento acelerado houve uma inversão nos valores, os grupos com aplicação do plasma apresentaram maiores valores de rugosidade, apenas o grupo de silicone MDX4-4210 não apresentou diferença entre o período inicial e final (Tabelas 4 e 5).

Outros estudos que avaliaram o plasma de baixa potência não encontraram diferença estatística nos valores de rugosidade superficial após aplicação do plasma em superfícies cerâmicas.²² Talvez a diferença encontrada se dê pelas características do material, a maior densidade do A-120 (HCR) diminui sua capacidade de reprodutibilidade de detalhes e após a aplicação do plasma pode ter ocorrido uma regularização de sua superfície. O que explica também o aumento da rugosidade após o envelhecimento acelerado, após o ensaio provavelmente houve uma perda dessa camada superficial, o que fez com que as amostras apresentassem valores de rugosidade semelhantes ao período inicial do grupo sem plasma (Tabelas 4 e 5).

Alguns autores identificaram que os microrganismos mais comuns nas próteses bucomaxilofaciais foram: *Candida glabrata*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus mutans*, *Escherichia coli*, *Enterococcus faecalis*, e *Pseudomonas aeruginosa*. Estando mais presentes nas próteses do que nos tecidos dos pacientes.²⁸ Normalmente, a adesão bacteriana primária está relacionada a rugosidade superficial $Ra > 0.2 \mu\text{m}$,²⁹ apenas o silicone A-120 apresentou rugosidade acima desse valor. Um estudo recente não encontrou correlação dessas espécies com o aumento da rugosidade superficial Ra em resinas acrílicas, indicando que ainda há muita controversa com relação às superfícies e formação de biofilmes.¹⁰

Os resultados de sorção e solubilidade foram menos coesos, houve maior influência por parte dos pigmentos do que nos outros testes. Os grupos com pigmento bronze apresentaram os menores valores de sorção e solubilidade (Tabelas 6 e 7), nesses grupos o PBP melhorou as propriedades de perda e ganho de água. Já para os grupos com pigmento orbipasta, houve aumento da sorção e solubilidade do material, com exceção da sorção para o silicone MDX4-4210 (Tabela 8). Para os demais grupos, o plasma prejudicou a perda e ganho de água (Tabelas 8 e 9).

Provavelmente os componentes do pigmento orbipasta são mais hidrofílicos do que o pigmento bronze, o que gerou essa diferença nos resultados. O ensaio de envelhecimento acelerado é bem agressivo às amostras e simula condições de extrema umidade,⁷ fato que nem sempre as próteses faciais são expostas. Isso vai depender do método de desinfecção empregado e os hábitos dos pacientes relacionados ao uso das próteses.⁹⁻¹²

O PBT foi proposto justamente pelas suas propriedades hidrofóbicas, em estudos nos quais foi utilizado, houve uma proteção contra a umidade do meio, melhorando as propriedades dos materiais cerâmicos e elastoméricos. Goiato *et al.*²⁴ recomendaram o

uso de PBT em amostras de reembasador resiliente resinoso em seu estudo no qual os grupos de PBT, após 90 dias de imersão em saliva artificial, obtiveram melhores valores de solubilidade.²⁴

Apesar das diferentes metodologias e materiais, os valores de sorção e solubilidade são compatíveis com os encontrados na literatura quando é feita a aplicação do plasma.²⁴ Os silicones se comportaram de maneira semelhante, mas os maiores valores de sorção e solubilidade foram encontrados no grupo de MDX4-4210 sem plasma, provavelmente devido à sua menor densidade e método de manipulação.

A maior dificuldade com relação à longevidade das próteses bucomaxilofaciais ainda é a alteração cromática, normalmente são trocadas a cada 12 meses devido a descoloração do material.^{1-5,12} Nossos resultados indicam o silicone A-120 como uma boa alternativa para a confecção de próteses faciais, visto que o ΔE apresentado em seus grupos foi inferior aos encontrados pelo silicone MDX4-4210 e nos resultados apresentados na literatura até o momento. O PBT se mostrou eficiente para estabilizar a alteração cromática. Novos estudos são recomendados, mas os resultados até o momento são satisfatórios.

O estudo teve como limitação avaliar somente algumas propriedades dos materiais testados, outras metodologias como dureza superficial, ruptura e reprodutibilidade de detalhes poderiam ser avaliadas para completar os dados encontrados. Novos estudos podem avaliar como esses materiais se comportam frente a diferentes métodos de desinfecção, assim como as propriedades antimicrobianas do PBT.

Conclusão

CONCLUSÃO

Com base nos resultados desse estudo *in vitro* podemos concluir:

1. O PBT obteve resultados satisfatórios clinicamente, a aplicação superficial melhorou as propriedades de alteração cromática.
2. O Silicone A-120 pode ser recomendado para a construção de próteses bucomaxilofaciais, as propriedades avaliadas foram semelhantes ou melhores que o do silicone MDX4-4210.
3. A sorção e solubilidade foi alterada pela presença do pigmento orbiplasta.

Referências

REFERENCIAS

1. Goiato MC, Pesqueira AA, Santos DM, Farias CG, Dekon SFC. Evaluation of hardness and surface roughness of two maxillofacial silicones following disinfection. *Braz Oral Res.* 2009; 23:49-53.
2. Goiato MC¹, Haddad MF, Pesqueira AA, Moreno A, Dos Santos DM, Bannwart LC. Effect of chemical disinfection and accelerated aging on color stability of maxillofacial silicone with opacifiers. *J Prosthodont.* 2011 Oct;20(7):566-9.
3. Goiato MC, Haddad MF, Sinhoreti MAC, Santos DM, Pesqueira AA, Moreno A. Influence of opacifiers on dimensional stability and detail reproduction of maxillofacial silicone elastomer. *BioMedical Engineering OnLine* 2010, 9:85.
4. Mancuso DN, Goiato MC, Zuccolotti BC, Moreno A, dos Santos DM, Pesqueira AA. Effect of thermocycling on hardness, absorption, solubility and colour change of soft liners. *Gerodontology.* 2012 Jun;29:e215-9.
5. Mekayarajjananonth T, Huband ML, Guerra LR. Clear acrylic resin device for orientation and placement of a small facial prosthesis. *J Prosthet Dent* 2000; 83(6):56-9.
6. Karayazgan B, Gunay Y, Evlioglu G. Improved edge strength in a facial prosthesis by incorporation of tulle: a clinical report. *J Prosthet Dent* 2003; 90:526-9.
7. Farah A, Sherriff M, Coward T. Color stability of nonpigmented and pigmented maxillofacial silicone elastomer exposed to 3 different environments. *J Prosthet Dent.* 2018 Apr 5. pii: S0022-3913(17)30788-6. doi: 10.1016/j.prosdent.2017.11.016. [Epub ahead of print]
8. Bellamy KE, Waters MG. Designing a prosthesis to simulate the elastic properties of skin. *Biomed. Mater. Eng.* 2005; 15 (1-2):21-27.
9. Guiotti AM, Goiato MC, Santos DM. Marginal Deterioration of the Silicone for Facial Prosthesis with Pigments after Effect of Storage Period and Chemical Disinfection. *The Journal of Craniofacial Surgery* 2010; 21(1):142-5a.
10. Andreotti AM, De Sousa CA, Goiato MC, Freitas da Silva EV, Duque C, Moreno A, Dos Santos DM. In vitro evaluation of microbial adhesion on the different surface

roughness of acrylic resin specific for ocular prosthesis. *Eur J Dent.* 2018 Apr-Jun;12(2):176-183.

11. Pesqueira AA, Goiato MC, dos Santos DM, Haddad MF, Ribeiro Pdo P, Coelho Sinhoreti MA, Sundefeld ML. Effect of disinfection and accelerated aging on color stability of colorless and pigmented facial silicone. *J Prosthodont.* 2011 Jun;20:305-9.

12. Rahman AM, Jamayet NB, Nizami MMUI, Johari Y, Husein A, Alam MK. Effect of Aging and Weathering on the Physical Properties of Maxillofacial Silicone Elastomers: A Systematic Review and Meta-Analysis. *J Prosthodont.* 2018 Jul 25. doi:10.1111/jopr.12950

13. Guiotti AM, Cunha BG, Paulini MB, Goiato MC, Dos Santos DM, Duque C, Caiaffa KS, Brandini DA, Narciso de Oliveira DT, Brizzotti NS, Gottardo de Almeida MT. Antimicrobial activity of conventional and plant-extract disinfectant solutions on microbial biofilms on a maxillofacial polymer surface. *J Prosthet Dent.* 2016;116:136-43.

14. Andres CJ, Haug SP, Brown DT, Bernal G. Effects of environmental factors on maxillofacial elastomers: Part II: report of survey. *J Prosthet Dent* 1992; 68(3):519-22.

15. Polyzois GL. Color stability of facial silicone prosthetic polymers after outdoor weathering. *J Prosthet Dent* 1999;82:447-50.

16. Nobrega AS, Andreotti AM, Moreno A, Sinhoreti MA, Dos Santos DM, Goiato MC. Influence of adding nanoparticles on the hardness, tear strength, and permanent deformation of facial silicone subjected to accelerated aging. *J Prosthet Dent.* 2016 Oct;116:623-629.e1

17. Kiat-Amnuay S, Lemon JC, Powers JM. Effect of opacifiers on color stability of pigmented maxillofacial silicone A-2186 subjected to artificial aging. *J Prosthodont* 2002; 11(2):109-16.

18. Kiat-Amnuay S, Mekayarajjanononth T, Powers JM, Chambers MS, Lemon JC. Interactions of pigments and opacifiers on color stability of MDX4-4210/type A maxillofacial elastomers subjected to artificial aging. *J Prosthet Dent.* 2006; 95(3):249-57.

19. Braden M, Wright PS, Water absorption and water solubility of soft lining materials for acrylic dentures. *J Dent Res.* 1983; 62:764-768.
20. Filié Haddad M, Coelho Goiato M, Micheline Dos Santos D, Moreno A, Filipe D'almeida N, Alves Pesqueira A, et al. Color stability of maxillofacial silicone with nanoparticle pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *J Biomed Opt* 2011;16:095004.
21. Han GJ, Chung SN, Chun BH, Kim CK, Oh KH, Cho BH. Effect of the applied power of atmospheric pressure plasma on the adhesion of composite resin to dental ceramic. *J Adhes Dent.* 2012;14(5):461-9.
22. Vechiato-Filho AJ, dos Santos DM, Goiato MC, Medeiros RA, Moreno A, Bonatto LR. Surface characterization of lithium disilicate ceramic after nonthermal plasma treatment. *J Prosthet Dent.* 2014 Nov;112(5):1156-63.
23. Silva NRFA, Coelho PG, Valverde GB, Becker K, Ihrke R, Quade A, Thompson VP. Surface characterization of Ti and Y-TZP following non-thermal plasma exposure. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2011;99:199-206.
24. Goiato MC, Silva EVFD, Medeiros RA, Bitencourt SB, Rangel EC, da Cruz NC, Dos Santos DM. Effect of nonthermal plasma on the properties of a resinous liner submitted to aging. *J Prosthet Dent.* 2018;119:397-403.
25. Council of dental materials and devices: revised American Dental Association specification no. 12 for denture base polymers. *J Am Dent Assoc.* 1975;90:451-8.
26. ASTM G53-96. Standard Practice for operating light- and water-exposure apparatus (fluorescent UV-condensation type) for exposure of nonmetallic materials (Withdrawn 2000). Philadelphia: ASTM, 1996.
27. Mancuso DN, Goiato MC, Santos DM. Color stability after accelerated aging of two silicones, pigmented or not, for use in facial prostheses. *Braz Oral Res.* 2009;23:144-8.

28. Pinheiro JB, Vomero MP, do Nascimento C, Watanabe E, Paranhos HFO, Coto NP, Dias RB, Oliveira VC, Silva-Lovato CH. Genomic identification of microbial species adhering to maxillofacial prostheses and susceptibility to different hygiene protocols. *Biofouling*. 2018 Jan;34:15-25.

29. Yoda I, Koseki H1, Tomita M, Shida T, Horiuchi H, Sakoda H, Osaki M. Effect of surface roughness of biomaterials on *Staphylococcus epidermidis* adhesion. *BMC Microbiol*. 2014;14:234.

Anexos

ANEXO A – Normas da revista Journal of Prosthetic Dentistry

Use of word processing software

It is important that the file be saved in the native format of the MS Word program. The text should be in single-column format. Keep the layout of the text as simple as possible. Most formatting codes will be removed and replaced on processing the article. In particular, do not use the word processor's options to justify text or to hyphenate words. However, do use bold face, italics, subscripts, superscripts etc. When preparing tables, if you are using a table grid, use only one grid for each individual table and not a grid for each row. If no grid is used, use tabs, not spaces, to align columns. The electronic text should be prepared in a way very similar to that of conventional manuscripts (see also the Guide to Publishing with Elsevier: <http://www.elsevier.com/guidepublication>). Note that source files of figures, tables and text graphics will be required whether or not you embed your figures in the text. See also the section on Electronic artwork.

To avoid unnecessary errors you are strongly advised to use the 'spell-check' and 'grammar-check' functions of your word processor.

Embedded math equations

If you are submitting an article prepared with Microsoft Word containing embedded math equations then please read this related support information (http://support.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/302/).

Essential title page information

Title. Concise and informative. Titles are often used in information-retrieval systems. Avoid abbreviations and formulae. Trade names should not be used in the title.

Author names and affiliations. Author's names should be complete first and last names. Where the family name may be ambiguous (e.g., a double name), please indicate this clearly. Present the authors' current title and affiliation, including the city and state/country of that affiliation. If it is private practice, indicate the city and state/country of the practice. Indicate all affiliations with a lower-case superscript letter immediately after the author's name and in front of the appropriate affiliation.

Corresponding author. Clearly indicate who will handle correspondence at all stages of refereeing and publication, also post-publication. Ensure that phone numbers (with country and area code) are provided in addition to the e-mail address and the complete postal address. Contact details must be kept up to date by the corresponding author.

Title page format

Title: Capitalize only the first letter of the first word. Do not use any special formatting. Abbreviations or trade names should not be used. Trade names should not be used in the title.

Authors: Directly under the title, type the names and academic degrees of the authors.

Under the authors' names, provide the title, department and institutional names, city/state and country (unless in the U.S.) of each author. If necessary, provide the English translation of the institution. If the author is in private practice, indicate where with city/state/country. Link names and affiliations with a superscript letter (a,b,c,d).

Presentation/support information and titles: If research was presented before an organized group, indicate name of the organization and location and date of the meeting. If work was supported by a grant or any other kind of funding, supply the name of the supporting organization and the grant number.

Corresponding author: List the mailing address, business telephone, and e-mail address of the author who will receive correspondence.

Acknowledgments: Indicate special thanks to persons or organizations involved with the manuscript.

Funding: This work was supported by the National Institutes of Health [grant numbers xxxx, yyyy]; the Bill & Melinda Gates Foundation, Seattle, WA [grant number zzzz]; and the United States Institutes of Peace [grant number aaaa].

It is not necessary to include detailed descriptions on the program or type of grants and awards. When funding is from a block grant or other resources available to a university, college, or other research institution, submit the name of the institute or organization that provided the funding.

If no funding has been provided for the research, please include the following sentence:

This research did not receive any specific grant from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Units

Follow internationally accepted rules and conventions: use the international system of units (SI). If other units are mentioned, please give their equivalent in SI.

Math formulae

Please submit math equations as editable text and not as images. Present simple formulae in line with normal text where possible and use the solidus (/) instead of a horizontal line for small fractional terms, e.g., X/Y. In principle, variables are to be presented in italics. Powers of e are often more conveniently denoted by exp. Number consecutively any equations that have to be displayed separately from the text (if referred to explicitly in the text).

Embedded math equations

If you are submitting an article prepared with Microsoft Word containing embedded math equations then please read this (related support information).

Artwork

JPD takes pride in publishing only the highest quality figures in its journal. All incoming figures must pass a thorough examination in Photoshop before the review process can begin. With more than 1,000 manuscripts submitted yearly, the manuscripts with few to no submission errors move through the system quickly. Figures that do not meet the guidelines will be sent back to the author for correction and moved to the bottom of the queue, creating a delay in the publishing process.

Figure dimensions must be 5.75 × 3.85 inches.

Figures should be size-matched (the same physical size) unless the image type prohibits size matching to other figures within the manuscript, as in the case of panoramic or periapical radiographs, SEM images, or graphs and screen shots. Do not “label” the faces of the figures with letters or numbers to indicate the order in which the figures should appear; such labels will be inserted during the publication process. Do not add wide borders to increase size.

Resolution

The figures should be of professional quality and high resolution. The following are resolution requirements:

Text within Images

If text is to appear within the figure, labeled and unlabeled versions of the figures must be provided. Text appearing within the labeled versions of the figures should be in Arial font and a minimum of 10 pt. The text should be sized for readability if the figure is reduced for production in the Journal. Lettering should be in proportion to the drawing, graph, or photograph. A consistent font size should be used throughout each figure, and for all figures, Please note: Titles and captions should not appear within the figure file, but should be provided in the manuscript text (see Figure Legends). If a key to an illustration requires artwork (screen lines, dots, unusual symbols), the key should be incorporated into the drawing instead of included in the typed legend. All symbols should be done professionally, be visible against the background, and be of legible proportion should the illustration be reduced for publication.

Color Figures

Generally, a maximum of 8 figures will be accepted for clinical report and dental technique articles, and 2 figures will be accepted for tips from our reader articles. However, the Editor may approve the publication of additional figures if they contribute significantly to the manuscript.

Clinical figures should be color balanced. Color images should be in CMYK (Cyan/Magenta/Yellow/Black) color format as opposed to RGB (Red/Green/Blue) color format.

Figure Legends

The figure legends should appear within the text of the manuscript on a separate page after Tables and should appear under the heading FIGURES. Journal style requires that the articles (a, an, and the) are omitted from the figure legends. If an illustration is taken from previously published material, the legend must give full credit to the source (see Permissions).

The Journal reserves the right to standardize the format of graphs and tables.

Please make sure that artwork files are TIFFs and with the correct resolution. If, together with your accepted article, you submit usable color figures then Elsevier will ensure, at no additional charge, that these figures will appear in color online (e.g., ScienceDirect and other sites) in addition to color reproduction in print. For further information on the preparation of electronic artwork, please see <http://www.elsevier.com/artworkinstructions>.

Figure captions

Ensure that each illustration has a caption. Supply captions separately, not attached to the figure. A caption should comprise a brief title (not on the figure itself) and a description of the illustration. Keep text in the illustrations themselves to a minimum but explain all symbols and abbreviations used. See Sample Figures page.

Tables

Tables should be self-explanatory and should supplement, not duplicate the text.

Provide all tables at the end of the manuscript after the reference list and before the Figures. There should be only one table per page. Omit internal horizontal and vertical rules (lines). Omit any shading or color.

Do not list tables in parts (Table Ia, Ib, etc.). Each should have its own number. Number the tables in the order in which they are mentioned in the text (Table 1., Table 2, etc).

Supply a concise legend that describes the content of the table. Create descriptive column and row headings. Within columns, align data such that decimal points may be traced in a straight line. Use decimal points (periods), not commas, to mark places past the integer (eg, 3.5 rather than 3,5).

In a line beneath the table, define any abbreviations used in the table.

If a table (or any data within it) was published previously, give full credit to the original source in a footnote to the table. If necessary, obtain permission to reprint from the author/publisher.

The tables should be submitted in Microsoft Word. If a table has been prepared in Excel, it should be imported into the manuscript.

References

Citation in text

Please ensure that every reference cited in the text is also present in the reference list (and vice versa). Any references cited in the abstract must be given in full. Unpublished results and personal communications are not permitted in the reference list, but may be mentioned in the text. Citation of a reference as 'in press' implies that the item has been accepted for publication.

Reference links

Increased discoverability of research and high quality peer review are ensured by online links to the sources cited. In order to allow us to create links to abstracting and indexing services, such as Scopus, CrossRef and PubMed, please ensure that data provided in the references are correct. Please note that incorrect surnames, journal/book titles, publication year and pagination may prevent link creation. When copying references, please be careful as they may already contain errors. Use of the DOI is highly encouraged.

A DOI is guaranteed never to change, so you can use it as a permanent link to any electronic article. An example of a citation using DOI for an article not yet in an issue is: VanDecar J.C., Russo R.M., James D.E., Ambeh W.B., Franke M. (2003). Aseismic continuation of the Lesser Antilles slab beneath northeastern Venezuela. *Journal of Geophysical Research*, <https://doi.org/10.1029/2001JB000884>. Please note the format of such citations should be in the same style as all other references in the paper.

Data references

This journal encourages you to cite underlying or relevant datasets in your manuscript by citing them in your text and including a data reference in your Reference List. Data references should include the following elements: author name(s), dataset title, data repository, version (where available), year, and global persistent identifier. Add [dataset] immediately before the reference so we can properly identify it as a data reference. The [dataset] identifier will not appear in your published article.

Acceptable references and their placement

Most, if not all, references should first be cited in the Introduction and/or Material and Methods section. Only those references that have been previously cited or that relate directly to the outcomes of the present study may be cited in the Discussion.

Only peer-reviewed, published material may be cited as a reference. Manuscripts in preparation, manuscripts submitted for consideration, and unpublished theses are not acceptable references.

Abstracts are considered unpublished observations and are not allowed as references unless follow-up studies were completed and published in peer-reviewed journals.

References to foreign language publications should be kept to a minimum (no more than 3). They are permitted only when the original article has been translated into English. The translated title should be cited and the original language noted in brackets at the end of the citation.

Textbook references should be kept to a minimum, as textbooks often reflect the opinions of their authors and/or editors. The most recent editions of textbooks should be used. Evidence-based journal citations are preferred.

Reference formatting

References must be identified in the body of the article with superscript Arabic numerals. At the end of a sentence, the reference number falls after the period.

The complete reference list, double-spaced and in numerical order, should follow the Conclusions section but start on a separate page. Only references cited in the text should appear in the reference list.

Reference formatting should conform to Vancouver style as set forth in "Uniform Requirements for Manuscripts Submitted to Biomedical Journals" (Ann Intern Med 1997;126:36-47).

List up to six authors. If there are seven or more, after the sixth author's name, add et al.

Abbreviate journal names per the Cumulative Index Medicus. A complete list of standard abbreviations is available through the PubMed website: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>.

Format for journal articles: Supply the last names and initials of all authors; the title of the article; the journal name; and the year, volume, and page numbers of publication. Do not use italics, bold, or underlining for any part of the reference. Put a period after the initials of the last author, after the article title, and at the end of the reference. Put a semicolon after the year of publication and a colon after the volume. Issue numbers are not used in Vancouver style.

Ex: Jones ER, Smith IM, Doe JQ. Uses of acrylic resin. J Prosthet Dent 1985;53:120-9.

Book References: The most current edition must be cited. Supply the names and initials of all authors/editors, the title of the book, the city of publication, the publisher, the year of publication, and the inclusive page numbers consulted. Do not use italics, bold, or underlining for any part of the reference.

Ex: Zarb GA, Carlsson GE, Bolender CL. Boucher's prosthodontic treatment for edentulous patients. 11th ed. St. Louis: Mosby; 1997. p. 112-23.

References should not be submitted in Endnote or other reference-generating software. Endnote formatting cannot be edited by the Editorial Office or reviewers, and must be suppressed or removed from the manuscript prior to submission. Nor should references be automatically numbered. Please number manually.

See Sample Manuscript.

Approved Abbreviations for Journals

Because the Journal of Prosthetic Dentistry is published not only in print but also online, authors must use the standard PubMed abbreviations for journal titles. If alternate or no abbreviations are used, the references will not be linked in the online publication. A complete list of standard abbreviations is available through the PubMed website: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/nlmcatalog/journals>.

Data statement

To foster transparency, we encourage you to state the availability of your data in your submission. This may be a requirement of your funding body or institution. If your data is unavailable to access or unsuitable to post, you will have the opportunity to indicate why during the submission process, for example by stating that the research data is confidential. The statement will appear with your published article on ScienceDirect. For more information, visit the Data Statement page.

Submission Checklist

The following list will be useful during the final checking of an article before sending it to the journal for review. Please consult this Guide for Authors for further details of any item. Ensure the following items are present:

One author has been designated as the corresponding author with contact details:

Email address

Full postal address

Phone number

All necessary files have been uploaded, and contain the following:

All figure thumbnails and legends

All tables (including title, description, footnotes)

Justification letter for more than 4 authors

Patient photo permission

IRB statements

Further considerations:

Manuscript has been 'spell-checked' and 'grammar-checked'

References are in the correct format for this journal

All references mentioned in the Reference list are cited in the text, and vice versa

There are call-outs for each figure in the text

Permission has been obtained for the use of copyrighted material from other sources (including the Web)