



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

MARCELA BORGHI PAULINI

**Análise de soluções desinfetantes convencionais
e fitoterápicas sobre a estabilidade de cor de um
silicone facial com diferentes pigmentações
submetido ao envelhecimento acelerado**

Araçatuba – SP

2015



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

MARCELA BORGHI PAULINI

**Análise de soluções desinfetantes convencionais e fitoterápicas
sobre a estabilidade de cor de um silicone facial com diferentes
pigmentações submetido ao envelhecimento acelerado**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Odontologia de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Odontologia.

Orientador: Prof. Titular Marcelo Coelho Goiato

Coorientador: Prof. Dr^a. Ass. Aimée Maria Guiotti

Araçatuba – SP

2015

*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 é como uma filha para mim, “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 por nossa família, por ter sido tão forte em meio a tantas dificuldades. Dedico minha formação como Cirurgiã Dentista á você Mãe, meu orgulho.*



Agradecimientos

Agradecimentos

Agradeço à Faculdade de Odontologia do Campus de Araçatuba da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, pela oportunidade de realizar meu sonho, e assim me tornar uma Cirurgiã Dentista e pesquisadora.

*À disciplina de **Prótese Total** e ao departamento de **Materiais Odontológicos e Prótese** da Faculdade de Odontologia de Araçatuba, Universidade do Estado de São Paulo - UNESP, Araçatuba, São Paulo, Brasil.*

*Ao Prof. **Tit. Marcelo Coelho Goiato**, pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, pelo enorme aprendizado e por despertar em mim uma paixão pela área acadêmica. Professor obrigada pela confiança, carinho e paciência, o senhor é um grande homem e um grande orientador.*

*À Prof. **Dra. Ass. Daniela Micheline dos Santos**, que nunca me disse um não, que nunca me abandonou durante minhas três Iniciações Científicas realizadas neste departamento. Professora a senhora é de um coração enorme, de uma bondade que nunca havia visto, não tem como não admirar a senhora. Obrigada por tudo!*

*À Prof. **Dra. Ass. Aimée Maria Guiotti**, que desde minha primeira Iniciação Científica vem me orientando e guiando, com a maior paciência do mundo. Obrigada professora pela disponibilidade em me ajudar e ensinar, durante todo esse tempo.*

*Ao Prof. **Dr. Ass. Ricardo Okida**, muito obrigada pela disponibilidade, e meu agradecimento por todos os ensinamentos durante meu percurso nessa universidade.*

À todos os professores, técnicos, assistentes, familiares e amigos que influenciaram direta ou indiretamente na minha trajetória e contribuíram de forma inestimável para minha formação.

*Ao meu avô **Agenor Victorino Borghi**, “seu genore”, 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 obrigada por cada ajuda, por acreditar na minha capacidade, por torcer tanto pelo meu sonho. Eu não teria conseguido sem o senhor.*

*As minhas mães postizas **Cláudia Aparecida Borghi Estevam e Carmen Cecília Borghi Zapparoli**, pelo amor, cuidado e carinho que me dedicaram durante toda a minha vida, após a perda da minha mãe. Vocês são meus exemplos de mulher, mãe, filha e profissionais, desejo ao menos ser metade do que vocês são. Obrigada por sempre estarem ao meu lado, sem vocês eu não teria conseguido.*

*Aos meus amigos **Camila Pipa, Murilo César Júnior, Paulo Botini, Naiara Montes, Wiry Samara, Debora Soares, Natalia Salles, Marianna Peccilleni, Flávia Pavani, Lenara Queiroz, Paula Domenegheti, Camila Marquesi, Lucas Marques**, por terem me ajudado nos momentos mais difíceis, por terem me ouvido e por me permitirem compartilhar das alegrias e tristezas de uma vida em família! Muito obrigada, sei que não foi por acaso que Deus nos uniu! Tornando-se minha segunda família. Amo vocês!*

*Aos amigos que conheci neste departamento, em especial ao **Rodrigo Medeiros, Marina Vilela, Prof. Dr. Ass. Aldiéris Pesqueira**, que sempre estão presentes e disponíveis a me ajudar, guiar e festar!!! Amigos que levarei para toda vida. #apróteseémaislegal*

*Ao meu pai **José Dorival Paulini** meu agradecimento por ter se mantido ao meu lado durante toda minha vida.*

*Ao meu namorado **Arthur Fernandes de Lacerda**, por aguentar toda minha ansiedade neste ano de formatura, por sempre me acalmar e acreditar nos meus sonhos. Obrigada meu lindo.*

Á todos os familiares, amigos e conhecidos, que estiveram comigo neste percurso, me apoiando, incentivando e desejando o meu melhor.

“O sonho é a satisfação de que o desejo se realize”.

Sigmund Freud



Resumo

PAULINI, MB. Análise de soluções desinfetantes convencionais e fitoterápicas sobre a estabilidade de cor de um silicone facial com diferentes pigmentações submetido ao envelhecimento acelerado. **2015. 38 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) - Faculdade de Odontologia, Universidade Estadual Paulista, Araçatuba, 2015.**

Resumo

A desinfecção de próteses maxilofaciais com soluções desinfetantes convencionais tem potencial para alterar as propriedades do material, reduzindo seu tempo de vida útil. A fitoterapia pode ser uma alternativa adequada para esta desinfecção, entretanto o efeito destes extratos vegetais sobre estas propriedades não é conhecido. Avaliar a influência de soluções desinfetantes convencionais e extratos de plantas, bem como do envelhecimento acelerado sobre a estabilidade de cor de um silicone para prótese facial. Duzentas amostras (5 mm x 2 mm) do silicone facial (MDX4-4210) foram confeccionadas. Duas tonalidades de pigmentos e um opacificador foram combinados com o silicone, obtendo-se quatro grupos: incolor (GI), incolor com opacificador (GII), pigmento de tonalidade média e opacificador (GIII) e pigmento de tonalidade escura e opacificador (GIV). O processo de desinfecção foi realizado durante 30 dias, com as seguintes soluções: soro fisiológico; água e sabão neutro; clorexidina 4%; *Hydrastis canadensis* e *Cymbopogon nardus*. As amostras foram submetidas ao teste de estabilidade de cor e expostas a 1008 horas de envelhecimento acelerado (ATSM 53). Os dados foram submetidos à análise de variância três fatores (ANOVA) e teste Tukey ($\alpha=0.05$). O envelhecimento acelerado só não promoveu alteração de cor para o grupo GII ($P>0.05$), independente do desinfetante. Houve diferença significativa ($P<0.05$) entre os valores de ΔE das amostras desinfetadas com *H. canadensis* (HC), *C. nardus* (CN) e clorexidina (Ch) em comparação ao soro fisiológico e água-sabão. Após o envelhecimento acelerado, o subgrupo desinfetado com *C. nardus* (CN) mostrou-se estatisticamente semelhante ($P<0.05$) em relação

ao soro fisiológico e água-sabão. Todos os grupos do silicone MDX4-4210 apresentaram alterações de cor clinicamente inaceitáveis, independente do uso ou não de soluções desinfetantes. A fitoterapia pode ser uma alternativa viável para a desinfecção de próteses maxilofaciais confeccionadas com silicone MDX4-4210, pois este método produziu alteração de cor semelhante à solução desinfetante convencional.

Palavras-chave: Prótese Maxilofacial; Silicones; Desinfecção; Fitoterapia.



Abstract

PAULINI, MB. Analysis of conventional and herbal disinfectant solutions on the color stability of a facial silicone with different pigmentations subjected to accelerated aging. 2015. 38 f. Final Examination (Bachelor) – Aracatuba Dental School, Araçatuba, 2015.

Abstract

The disinfection of maxillofacial prostheses with conventional disinfecting solutions have the potential to alter the properties of the material, reducing its lifetime. The phytotherapy may be a suitable alternative to this disinfection, however, the effect of these vegetable extracts over these properties are not known. Evaluate the influence of the conventional disinfecting solutions and plant extracts as well as the accelerated aging on the color stability to a silicone to facial prosthesis. Were prepared two hundred samples (5 mm x 6 mm) of silicone facial (MDX4-4210). Two-tone pigment and opacifier were combined with silicone, yielding four groups: colorless (GI), colorless to opacifier (IGI), midtone pigment and opacifier (GIII) and dark color pigment and opacifier (GIV). The disinfection process was carried out for 30 days with the following solutions: saline; mild soap and water; 4% chlorhexidine; *Hydrastis Canadensis* e *Cymbopogonnardus*. The samples were subjected to color stability test and exposed to 1008 hours of accelerated aging (53 ATSM). Data were subjected to analysis of variance three factors (ANOVA) and Tukey test ($\alpha = .05$). The accelerated aging not only promoted color change to the GII ($P > .05$), regardless of disinfectant. There was a significant difference ($P < .05$) between the ΔE values of samples disinfected with *H. canadensis* (HC), *C. nardus* (CN) and chlorhexidine (Ch) compared to saline water and soap. After accelerated aging, the disinfected subgroup *C. nardus* (CN) was statistically similar ($P < .05$) compared to the physiological saline and water-soap. All of silicone MDX4-4210 groups showed clinically unacceptable color changes, regardless of the use or not of disinfectant solutions. The Herbal

medicine can be a viable alternative for the disinfection of maxillofacial prostheses made with silicone MDX4-4210 because this method produced color change similar to conventional disinfectant solution.

Keywords: Maxillofacial Prosthesis; Silicones; Disinfection; Phytotherapy.



Listas e Sumário

Lista de Figuras

- Figura 1 - Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 incolor.
- Figura 2 - Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 de tonalidade média.
- Figura 3 - Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 de tonalidade escura.
- Tabela 1 - Nome comercial e fabricante dos materiais utilizados.
- Tabela 2 - Análise de Variância (ANOVA) três fatores medidas repetidas do silicone facial para alteração de cor.
- Tabela 3 - Valores médios (DP) de alteração de cor (ΔE) do silicone facial para cada grupo, desinfetante e período de tempo.
- Tabela 4 - Valores médios de alteração de cor (ΔE) do silicone facial para cada grupo e período, dependente do desinfetante.
- Tabela 5 - Valores médios de alteração de cor (ΔE) do silicone facial para cada desinfetante e período, independente do grupo.

Lista de abreviaturas e Siglas

SF - SORO FISIOLÓGICO

AS - ÁGUA E SABÃO

CH - CLOREXIDINA

HC - *HYDRASTIS CANADENSIS*

CN – *CYMBPOGONNARDUS*

Sumário

1. Introdução	17
2. Materiais e Métodos	19
3. Resultados	21
4. Discussão	23
5. Conclusão	27
Referências Bibliográficas	28
Anexos	32

1. Introdução

As próteses maxilofaciais devem satisfazer as necessidades estéticas de pacientes desfigurados e melhorar a sua qualidade de vida (KARAYZAGA Net al., 2003). Contudo, um dos aspectos mais angustiantes e limitantes no tratamento com este tipo de prótese é que as mesmas tornam-se desagradáveis após poucos meses de uso devido às alterações na cor, dureza, distorção das margens e diminuição da resistência ao rasgamento (Bellamy & Waters, 2005; Guiotti et al., 2010a). A degradação dos silicones faciais (polidimetilsiloxano) pode ser causada pelos raios ultravioletas, pelo manuseio e limpeza contínua das mesmas com desinfetantes ou pela remoção destas quando fixadas com adesivos médicos, por exemplo, (Guiotti et al., 2010b; Ishigami et al., 1997; Santos et al., 2012; Hatamleh & Watts, 2010). Embora alguns estudos demonstrarem que a incorporação de alguns pigmentos oleosos e opacificadores secos podem aumentar a performance clínica dos silicones faciais (Kiat-Amnuay et al., 2002; Kiat-Amnuay et al., 2006; Pesqueira et al., 2011; Santos et al., 2011), os silicones faciais estão distantes do ideal (Hatamleh & Watts, 2010).

A higienização das próteses faciais, também pode provocar a degradação das propriedades físicas do silicone, alterando sua cor e textura. Embora a correta higienização destas próteses seja essencial para garantir a saúde dos tecidos que entrarão em contato com as mesmas, não existe um protocolo definido para a sua higienização. Além disso, alguns autores afirmam que a fricção digital durante a lavagem da prótese pode levar ao desprendimento dos pigmentos e dos opacificadores incorporados na matriz do silicone para sua caracterização, assim a desinfecção química por meio de imersão das próteses em agentes desinfetantes tem sido indicada para os silicones faciais (Pesqueira et al., 2011). Contudo, algumas soluções desinfetantes de uso comum como solução de sabão neutro, hipoclorito de sódio a 1%, soluções efervescentes e gluconato de clorexidina de 2 a 4% parecem degradar as propriedades deste material (Pesqueira et al., 2011; Goiato et al., 2009).

Para superar estas desvantagens, a fitoterapia surge como estratégia terapêutica bastante promissora como método de higienização de silicones faciais, pois é uma alternativa de baixo custo, comumente utilizada na composição de sabões e desinfetantes domésticos e que possuem ação antimicrobiana bastante satisfatória (Siripon & Mayura, 2012). O *Cymbopogon nardus* (*C. nardus*) e o *Hydrastis canadensis* (*H. canadensis*), além de serem plantas que permitam a obtenção de extratos, possuem ação antibacteriana e antifúngica potencial (Douglas, 2003; Nakahara et al., 2003). Contudo, até o presente momento não existem estudos que mostrem que soluções fitoterápicas possam ser utilizadas em silicones faciais, sem comprometer propriedades mecânicas e físicas, como a cor, fundamental para a manutenção da performance clínica da prótese facial.

Sabe-se que o silicone elastomérico mais utilizado mundialmente é o Silastic MDX4-4210, sendo considerado o material de escolha para a confecção de próteses maxilofaciais (Kiat-Amnuayet al., 2002; Kiat-Amnuayet al., 2006; Moore et al., 1977; Yu et al., 1980). Este material apresenta boa flexibilidade e textura semelhante à pele humana, sendo o que mais se aproxima do ideal e o que mais produz conforto ao paciente (Guiotti et al., 2010; Santos et al., 2012). Para avaliar o desempenho clínico de silicones faciais *in vitro*, o processo de envelhecimento acelerado em câmaras específicas tem sido realizado, submetendo o material a condições adversas variadas, permitindo analisar sua durabilidade em situações ambientais que certamente degradariam suas propriedades e reduziriam seu tempo de uso clínico (Pesqueira et al., 2011; Goiato et al., 2009; Hatamleh & Watts, 2010). Além disso, o efeito do envelhecimento em silicones faciais previamente desinfetados com soluções fitoterápicas não é conhecido.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência de soluções desinfetantes convencionais e extratos de plantas, bem como do envelhecimento acelerado sobre a estabilidade de cor de um silicone para prótese facial. A hipótese nula testada é que

não haverá alteração na cor do silicone testado sobre influência dos agentes desinfetantes e do envelhecimento acelerado.

2. Materiais e Métodos

Os materiais utilizados neste estudo estão listados na Tabela 1. Foram confeccionadas 200 amostras (5 mm de diâmetro e 2 mm de espessura) por meio de uma matriz metálica (Santos et al., 2012). Foram utilizadas duas tonalidades de pigmentos e um opacificador, obtendo-se quatro grupos: incolor, sem pigmento (GI), incolor com opacificador (GII), pigmento de tonalidade média e opacificador (GIII) e pigmento de tonalidade escura e opacificador (GIV).

Para a confecção das amostras, o silicone incolor específico para a confecção de próteses faciais (MDX4-4210) e o pigmento foi pesado em balança digital de precisão (Mark M214Ai, BEL Engineering), sendo o pigmento equivalente a 0,2% do peso do silicone e o opacificador referente a 2% do peso do silicone (Santos et al., 2012; 2011). Os silicones foram manuseados de acordo com as instruções do fabricante, em temperatura ambiente de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $50 \pm 10\%$. O pigmento e/ou opacificador (GII, GIII e GIV) foi misturado ao silicone sobre uma placa de vidro com o auxílio de uma espátula de aço inoxidável, até a obtenção de uma mistura homogênea. O processo de pesagem dos materiais e a confecção das amostras foram realizados por um único operador. Após o manuseio, o silicone foi inserido no interior da matriz e uma espátula foi utilizada para regularizar a espessura das amostras. As amostras de silicone MDX4-4210 permaneceram confinadas no interior da matriz com a superfície externa exposta ao meio ambiente durante 3 dias para a completa polimerização do material, de acordo com a indicação do fabricante.

Para o ensaio de leitura de cor foi utilizado um Espectrofotômetro de Reflexão Ultravioleta Visível (Modelo UV-2450, Shimadzu, Kyoto, Japão) (Pesqueira et al., 2011; dos Santos et al., 2012; Filié Haddad et al., 2011; Mancuso et al., 2009), com as alterações de cor calculadas através da Comissão Internacional de Iluminação (CIE, 1996) pelo sistema $L^*a^*b^*$. A variação de cor foi calculada pelo sistema CIEL $^*a^*b^*$ entre dois pontos através da fórmula: $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$. O aparelho foi calibrado da seguinte forma: lâmpada D65 (para leituras simulando objetos iluminados pela luz do dia), velocidade de escaneamento “slow”, 10 nm de “smoothing” (Delta Lambda), com a faixa de luz em torno de 380-780 nm (ultravioleta e visível), com intervalo de dados de automático e 2° de padrão de observador. A média dos valores obtidos de ΔE foram classificados em três intervalos clinicamente relevantes (Miyagawa et al., 1981; Um & Ruyters, 1991; Brook et al., 2007; Sarkis, 2012): $\Delta E < 1$ (alteração de cor não detectada pelo olho humano); $1 < \Delta E < 3,3$ (alteração de cor considerada clinicamente aceitável) e; $\Delta E > 3,3$ (alteração de cor considerada clinicamente inaceitável).

Após as leituras iniciais da cor, as amostras foram submetidas ao processo de desinfecção, realizado da seguinte forma: Soro Fisiológico (SF), imersão durante 10 minutos; Água e sabão neutro (AS), fricção digital por 30 segundos; Clorexidina a 4% (Ch), imersão durante 10 minutos; *Hydrastis canadensis* (HC), imersão durante 10 minutos; *Cymbopogon nardus* (CN), imersão durante 10 minutos.

Após o período de desinfecção de 30 dias, o ensaio de envelhecimento acelerado foi realizado em uma câmara de envelhecimento (EQUV, Equilam), para corpos não-metálicos, seguindo a norma 53 da ASTM. As amostras foram submetidas a períodos alternados de luz ultravioleta (UVB) e condensação de água destilada, sob condições de calor e umidade de 100%. As amostras foram expostas a 1008 horas de envelhecimento acelerado. As leituras de cor das amostras foram realizadas no período inicial (B-baseline), após 30 dias

de desinfecção química (T1); e após 1008 horas de envelhecimento artificial (T2). O cálculo de alteração de cor (ΔE) das amostras foi realizado para as avaliações entre T1 e B (T1B) e T2 e B (T2B).

Com a finalidade de melhor entender o comportamento da interação entre o silicone MDX 4-4210 e os pigmentos utilizados neste estudo, uma amostra de cada grupo pigmentado (GIII, GIV) e uma do grupo incolor (GI) foram analisadas em espectroscopia de energia dispersiva (JSM 610LA, JEOL), com a caracterização da composição química elementar em pequenos volumes ($1 \mu\text{m}^3$).

Os fatores grupos, desinfetante e período foram submetidos à análise de variância três fatores (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha=.05$). A análise estatística foi analisada por um software específico (IBM SPSS v19. 0; IBM Corp). Os gráficos de EDS foram comparados visualmente entre os grupos.

3. Resultados

A análise de variância três fatores (3-way ANOVA) revelou diferença significativa ($P<.01$) na interação entre todos os fatores (período, grupo e desinfetante -Tabela 2). A tabela 3 apresenta as médias e o desvio padrão dos valores de alteração de cor (ΔE), para o silicone em cada período analisado.

Todas as amostras apresentaram numericamente alteração de cor (ΔE) em função da desinfecção e do envelhecimento acelerado (Tabela 3). Para o grupo GI, o envelhecimento apenas não teve influência estatisticamente significativa ($P<.05$), para o grupo desinfetado com clorexidina (Ch). Nos grupos pigmentados (GIII e GIV), o envelhecimento promoveu uma diminuição no valor de ΔE estatisticamente significativa ($P<.05$), para os subgrupos desinfetados com *C. nardus* (CN). Na tabela 4, pode-se notar que após a utilização das

soluções desinfetantes, houve diferença significativa ($P < .05$) entre os valores de ΔE das amostras desinfetadas com *H. canadensis* (HC), *C. nardus* (CN) e clorexidina (Ch) em comparação ao soro fisiológico e água-sabão. Após o envelhecimento acelerado, o subgrupo desinfetado com *C. nardus* (CN) mostrou-se estatisticamente semelhante ($P < .05$) em relação ao soro fisiológico e água-sabão.

Na tabela 5, observou-se que as amostras do grupo GIII apresentaram ainda os maiores valores de ΔE ($P < .05$), em relação aos outros grupos, mas semelhante estatisticamente em relação ao grupo GII após o envelhecimento. O grupo GII foi o que apresentou o menor valor de alteração de cor após o período de desinfecção ($P < .05$). O envelhecimento acelerado só não promoveu alteração de cor para o grupo GII ($P > .05$), independente do desinfetante.

Como houve diferença significativa nos resultados da alteração de cor das amostras pigmentadas com pigmentos de tonalidade média e escura (GIII e GIV), imagens representativas de EDS foram realizadas, para melhor entender o comportamento da interação entre o silicone MDX 4-4210 e os pigmentos utilizados neste estudo, pois este teste permite avaliar resultados semi-quantitativos de vários elementos químicos (estereologia), fornecendo informações importantes sobre o comportamento de diversos biomateriais (Della Bona et al., 2014). Pode-se notar, após a análise da Figura 1, que o mapeamento da superfície da amostra incolor apresenta como composição química elementar o elemento químico silício (Si), visto que se trata de um polímero de dimetilsiloxano, contendo em sua estrutura polimérica, basicamente o silício e o oxigênio (Si-O), elementos que formam parte de sua cadeia polimérica. A superfície da amostra com pigmento de tonalidade média (GIII - Figura 2) apresentou em sua composição, além do Si, os elementos oxigênio (O) e o ferro (Fe), sugerindo que o pigmento é composto basicamente por óxido de ferro (Fe_2O_3). Na Figura 3, representada pela amostra com o pigmento preto (GIV), pode-se perceber a presença dos

elementos químicos oxigênio (O), carbono (C), cobalto (Co), além do silício (Si). O maior valor médio de ΔE para este grupo (GIII), pode ser explicado possivelmente pela menor interação deste pigmento de tonalidade média à matriz do silicone, fato que tornaria este grupo mais susceptível às alterações promovidas pelos métodos de limpeza e desinfecção. Já para o elemento químico cobalto (Co), presente no GIV, o mesmo possivelmente teve uma maior interação com a matriz do silicone, fato que tornaria este grupo menos susceptível às alterações promovidas pelos métodos de limpeza e desinfecção.

4. Discussão

A hipótese nula testada de que a desinfecção e o envelhecimento acelerado do silicone Silastic MDX4-4210 não afetariam a estabilidade de cor deste material foi rejeitada, visto que o silicone testado sofreu alterações nesta propriedade em função do envelhecimento, uso de opacificador, pigmentos e soluções desinfetantes.

Nos últimos anos, vários estudos têm proposto a incorporação de alguns pigmentos oleosos e opacificadores secos na matriz do silicone para aumentar o tempo de vida útil do material, pois mantêm a estabilidade da cor, além de protegerem o material contra raios ultravioletas, além da ação do meio ambiente e dos sinais de envelhecimento (Santos et al., 2012; Pesqueira et al., 2011; Han et al., 2008). Entretanto, outros estudos demonstram que a incorporação destes pigmentos oleosos e opacificadores secos podem alterar as propriedades físicas e mecânicas de silicones faciais (Goiato et al., 2009; Han et al., 2008; Nguyen et al., 2013). No presente estudo, a presença pura do opacificador, ou seja, sem pigmento, promoveu a menor alteração de cor entre os grupos (ΔE médio=4,15±1,4), independente do desinfetante utilizado. Da mesma maneira, a presença do opacificador nos grupos pigmentados, inibiu os efeitos do envelhecimento acelerado promovendo a manutenção da cor, com exceção para o subgrupo desinfetado com *C. nardus* (CN), que apresentou uma redução estatisticamente

significativa no valor de ΔE . Pode-se notar também, que os subgrupos desinfetados com *C. nardus* (CN) apresentaram os maiores valores de ΔE , antes do envelhecimento acelerado, possivelmente esta solução promoveu uma pigmentação extrínseca no material. Entretanto, após o envelhecimento acelerado, este subgrupo apresentou redução nos valores de ΔE , como se a exposição das amostras aos efeitos da água, temperatura e raios ultravioletas tivessem removido esta pigmentação extrínseca provocada pelo desinfetante. O mesmo fato ocorreu para o grupo incolor, em que todos os subgrupos, com exceção do subgrupo Ch ($P < .05$), tiveram valores de ΔE reduzidos após o envelhecimento. Ficou evidente neste estudo, que o envelhecimento tem a tendência de promover a alteração de cor do silicone incolor, reduzindo os valores de ΔE , demonstrando um potencial de descolorir ou despigmentar o material. Já o uso do opacificador promove a manutenção da cor ao longo do tempo, corroborando com os estudos citados na literatura (Santos et al., 2012; Pesqueira et al., 2011; Han et al., 2008).

Quando os grupos foram comparados, observou-se que o grupo que continha o pigmento de tonalidade média apresentou o maior valor de alteração de cor (ΔE médio = $10,63 \pm 2,68$). Os autores acreditam que a adição deste pigmento tenha afetado o processo de polimerização do silicone. O fabricante afirma que este sistema de coloração intrínseca é uma mistura de pigmentos cosméticos triturados e misturados em um fluido de silicone oleoso, compatível com todos os tipos de silicones (polimerizados por condensação ou adição). Sendo assim, provavelmente este pigmento de tonalidade média pode ter agido como um agente amaciante (plastificante), minimizando o entrelaçamento das cadeias poliméricas do silicone MDX 4-4210 (Santos et al., 2012) e diminuindo a interação entre o material e o pigmento, tornando-o mais susceptível às alterações promovidas pelos métodos de limpeza e desinfecção.

Entretanto, este comportamento não foi observado para o grupo com o pigmento preto (GIV), que foi estatisticamente semelhante ao grupo GI. Neste contexto, a análise de

espectroscopia de energia dispersiva (EDS) mostrou a presença de Co, elemento químico que possivelmente teve uma maior interação com a matriz do silicone, fato que tornaria este grupo menos susceptível às alterações de cor promovidas pelos métodos de limpeza e desinfecção.

O envelhecimento acelerado tem o potencial de promover deterioração no material, exceto para o grupo com opacificador puro, já que este funcionaria como um protetor do material contra os sinais do envelhecimento (Santos et al., 2012; Pesqueira et al., 2011; Han et al., 2008). Todos estes eventos concorrem concomitantemente com o aparecimento de trincas, enrijecimento, perda da cor e brilho do material (Pesqueira et al., 2011). Entretanto, tais fenômenos são bem menos evidentes no uso clínico destas próteses, visto que estas câmaras de envelhecimento reproduzem condições ambientais bem mais extremas do que as condições de normalidade em que o paciente está exposto no seu dia a dia (Goiato et al., 2009). Além disso, os resultados do presente estudo sugerem que o uso de substâncias químicas deveria ser o método principal de escolha para o processo de desinfecção das próteses maxilofaciais, já que o ato de friccionar a prótese repetidamente pode retirar os pigmentos da superfície do polímero (Pesqueira et al., 2011; Goiato et al., 2009).

Para a propriedade de estabilidade de cor, a solução desinfetante convencional (Ch) e os extratos de plantas (CN e HC) tiveram comportamentos semelhantes entre si, independentes do grupo, apresentando os maiores valores de ΔE , comparativamente ao grupo controle (SF) e água e sabão (AS).

De maneira geral, as próteses confeccionadas com silicones elastoméricos são consideradas efetivas por apenas seis meses a um ano (Ishigami et al., 1997) devido à instabilidade de cor (Haug et al. 1999a; Haug et al. 1999b), deterioração da textura e das margens, além do aumento da dureza em função dos efeitos dos raios ultravioletas, manuseamento e limpeza contínua das próteses pelo paciente (Lemon et al., 1995; Mohite et al., 1994). Assim, é de fundamental importância que os protesistas e pacientes

minimizem os fatores que possam alterar as propriedades físicas e mecânicas do silicone, prolongando o tempo de vida útil deste material. Todos os grupos tiveram valores de ΔE maiores que 3,3, apresentando, portanto, alterações de cor consideradas clinicamente inaceitáveis, independente do uso ou não de soluções desinfetantes (Miyagawa et al., 1981; Um & Ruyters, 1991; Brook et al., 2007; Sarkis, 2012).

O presente estudo apresentou algumas limitações como, por exemplo, o método utilizado para o envelhecimento das amostras que é diferente do mecanismo em que os silicones faciais são naturalmente envelhecidos (Kiat-Amnuay et al., 2006a). Além disso, o presente estudo realizou a incorporação dos pigmentos por meio da mistura manual. Os autores recomendam que estudos futuros sejam realizados de modo a aprimorar o método de incorporação dos pigmentos na matriz polimérica dos silicones faciais, para que misturas mais homogênea sejam obtidas e aumentar a interação química entre ambos. Entretanto, este estudo foi o primeiro a avaliar alterações nas propriedades físicas do silicone facial MDX2-4210 após a incorporação de pigmentos específicos associado com métodos de desinfecção com soluções fitoterápicas.

5. Conclusão

- O silicone sofreu alterações na cor, independentemente do método de higienização, do uso de opacificador e pigmentos, mostrando que esta característica é inerente ao material.
- A fitoterapia pode ser uma alternativa viável para a desinfecção de próteses maxilofaciais confeccionadas com silicone MDX4-4210, pois este método produziu alteração de cor semelhante à solução desinfetante convencional.

Referências Bibliográficas

Bellamy KE, Waters MG. Designing a prosthesis to simulate the elastic properties of skin. *Biomed Mater Eng* 2005; 15:21-7.

Brook AH, Smith RN, Lath DJ. The clinical measurement of tooth Color and stain. *Int. Dent. J.* 2007;57(5):324–330.

Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). Colorimetry – Official recommendations of the Commission Internationale de l'Eclairage. CIE Publication No. 15 (E-1.3.1). Vienna (Austria): Bureau Central de la CIE, 1996.

Della Bona A, Corazza PH, Zhang Y. Characterization of a polymer-infiltrated ceramic-network material. *Dent Mater* 2014;30:564-9.

dos Santos DM, Goiato MC, Sinhoreti MA, Moreno A, Dekon SF, Haddad MF, Pesqueira AA. Influence of natural weathering on colour stability of materials used for facial prosthesis. *J MedEngTechnol.* 2012; 36(5): 267-70.

Douglas LJ. Candida biofilms and their role in infection. *Trends Microbiol* 2003; 11:30-6.

Goiato MC, Pesqueira AA, dos Santos DM, Zavanelli AC, Ribeiro P do P. Color Stability Comparison of Silicone Facial Prostheses Following Disinfection. *J Prosthodont* 2009; 18:242-4.

Guiotti AM, Goiato MC, Santos DM. Evaluation of the Shore A Hardness of Silicone for Facial Prosthesis as to the Effect of Storage Period and Chemical Disinfection. *J CraniofacSurg* 2010b; 21:323-7.

Guiotti AM, Goiato MC, Santos DM. Marginal Deterioration of the Silicone for Facial Prosthesis with Pigments After Effect of Storage Period and Chemical Disinfection. *J CraniofacSurg* 2010a; 21:142-5.

Haddad MF, Goiato MC, dos Santos DM, Moreno A, D'almeida NF, Pesqueira AA. Color stability of maxillofacial silicone with nanoparticle pigment and opacifier submitted to disinfection and artificial aging. *J Biomed Opt*. 2011;16(9):095004.

Han Y, Kiat-amnuay S, Powers JM, Zhao Y. Effect of nano-oxide concentration on the mechanical properties of a maxillofacial silicone elastomer. *J Prosthet Dent* 2008;100:465-73.

Hatamleh MM, Watts DC. Effects of accelerated artificial daylight aging on bending strength and bonding of glass fibers in fiber-embedded maxillofacial silicone prostheses. *J Prosthodont* 2010;19:357-63.

Hatamleh MM, Watts DC. Mechanical properties and bonding of maxillofacial silicone elastomers. *Dent Mater* 2010; 26:185-91.

Haug SP, Andres CJ, Moore BK. Color stability and colorant effect on maxillofacial elastomers. Part I: colorant effect on physical properties. *J Prosthet Dent* 1999a; 81:418-22.

Haug SP, Moore BK, Andres CJ. Color stability and colorant effect on maxillofacial elastomers. Part II: weathering effect on physical properties. *J Prosthet Dent* 1999b; 81:423-30.

Ishigami T, Tanaka Y, Kishimoto Y, Okada M. A facial prosthesis made of porcelain fused to metal: a clinical report. *J Prosthet Dent* 1997;77:563-7.

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.

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; 11:109-16.

Kiat-Amnuay S, Mekayarajjananonth 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; 95:249-57.

Lemon JC, Chambers MS, Jacobsen ML, Powers JM. Color stability of facial prostheses. *J Prosthet Dent* 1995; 6:613-8.

Mancuso DN, Goiato MC, Santos DM. Color stability after accelerated aging of two silicones, pigmented or not, for use in facial prosthesis. *Braz Oral Res* 2009;23(2):144-8.

Miyagawa Y, Powers JM, O'Brien WJ. Optical properties of direct restorative materials. *J Dent Res*. 1981;60(5):890-94.

Mohite UH, Sandrik JL, Land MF, Byrne G. Environmental factors affecting mechanical properties of facial prosthetic elastomers. *Int J Prosthodont* 1994; 7:479-86.

Moore DJ, Glaser ZR, Tabacco MJ, Linebaugh MG. Evaluation of polymeric materials for maxillofacial prosthetics. *J Prosthet Dent* 1977; 38:319-26.

Nakahara K, Alzoreky NS, Yoshihashi T, Nguyen HTT, Trakoontivakorn G. Chemical Composition and Antifungal Activity of Essential Oil from *Cymbopogon nardus*. *JARQ* 2003; 37:249-52.

Nguyen CT, Chambers MS, Powers JM, Kiat-Amnuay S. Effect of opacifiers and UV absorbers on pigmented maxillofacial silicone elastomer, Part 2: Mechanical properties after artificial aging. *J Prosthet Dent* 2013; 109:402-10.

Pesqueira AA, Goiato MC, dos Santos DM, Haddad MF, Ribeiro P do P, Coelho Sinhoreti MA et al. Effect of Disinfection and Accelerated Aging on Color Stability of Colorless and Pigmented Facial Silicone. *J Prosthodont* 2011; 20:305-309.

Santos DM, Goiato MC, Moreno A, Pesqueira AA, Haddad MF. Influence of Pigments and Opacifiers on Color Stability of an Artificially Aged Facial Silicone. *J Prosthodont* 2011; 20:205-8.

Santos DM, Goiato MC, Moreno A, Pesqueiros AA, Dekon SFC, Guiotti AM. Effect of addition of pigments and opacifier on the hardness, absorption, solubility and surface degradation of facial silicone after artificial ageing. *Polym Degrad Stab* 2012; 97:1249-53.

Sarkis E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *Saudi Dent J.* Apr 2012; 24(2): 85–89.

Siriporn P, Mayura S. The effects of herbal essential oils on the oviposition-deterrent and ovicidal activities of *Aedesaegypti* (Linn.), *Anopheles dirus* (Peyton and Harrison) and *Culexquinquefasciatus* (Say). *Trop Biomed* 2012; 29:138-50.

Um CM, Ruyters IE. Staining of resin-based veneering materials with coffee and tea. *Quintessence Int.* 1991;22(5):377–386.

Yu R, Koran A 3rd, Craig RG. Physical properties of a pigmented silicone maxillofacial material as a function of accelerated aging. *J Dent Res* 1980;59:1141-8.



Anexos

Anexos

Figura 1. Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 incolor.

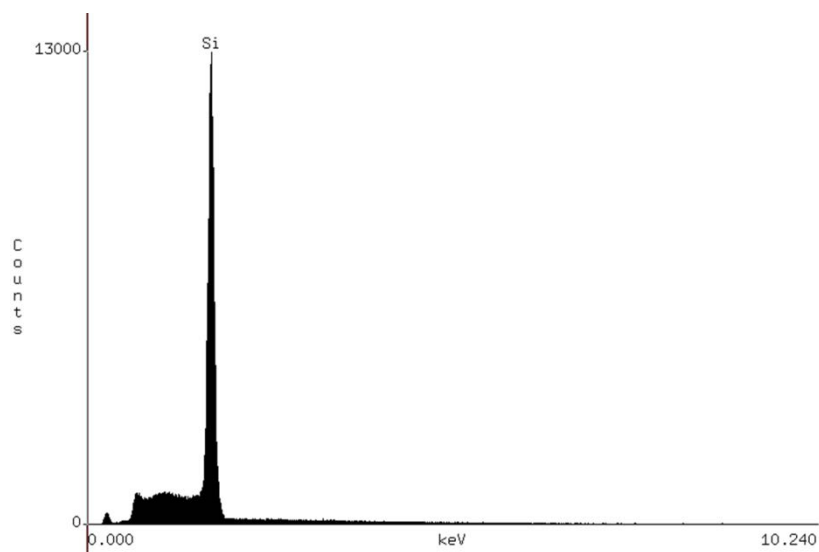


Figura 2. Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 de tonalidade média.

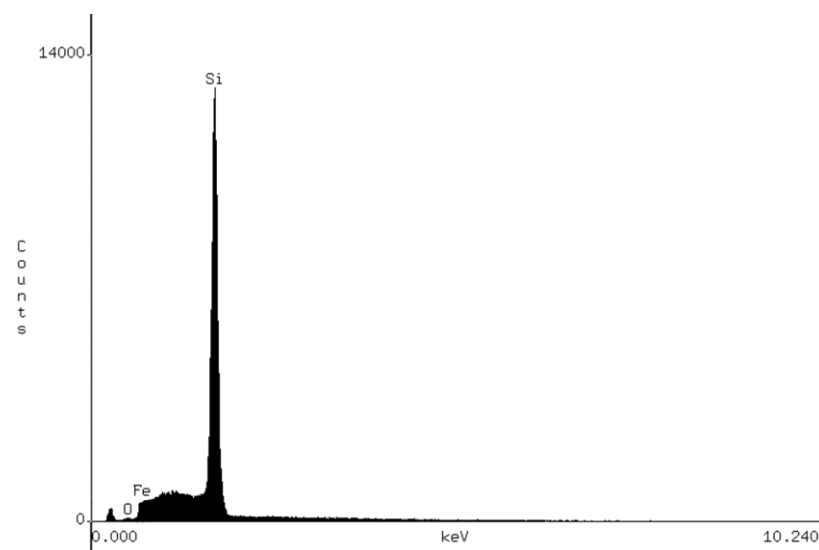


Figura 3. Imagem representativa do gráfico de EDS para as amostras de silicone MDX4-4210 de tonalidade escura.

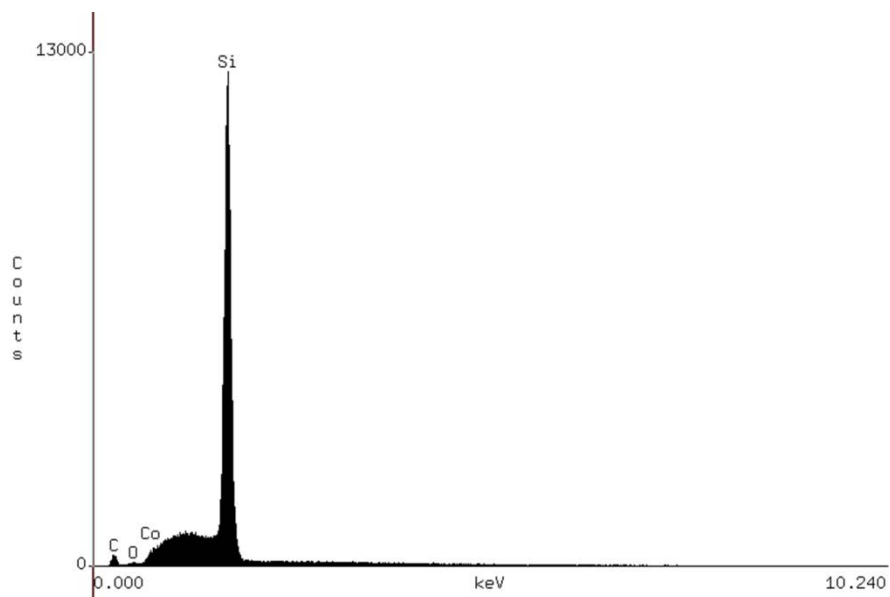


Tabela 1. Nome comercial e fabricante das soluções desinfetantes testadas e materiais testados.

Material	Fabricante	Cor/número	Lote
MDX4-4210 (Polidimetilsiloxano)	Dow Corning Corporation, Midland, Mich	Incolor	0007491879
Functional Intrinsic II - Silicone Coloring System	Factor II Inc, Lakeside, Ariz	Tonalidade média (Tan FI – 215)	B 042811
Functional Intrinsic II - Silicone Coloring System	Factor II Inc	Tonalidade escura (Black FI – 205)	SB 041411
Opacificador seco (Óxido de Zinco - ZnO)	Pharmacotécnica Farmácia e Laboratório Araçatuba, SP, Brasil	–	Produto manipulado
Soro Fisiológico	Laboratório Tayuyna Ltda, Nova Odessa, SP, Brasil	–	407990
Sabão Neutro	Johnson & Johnson Comércio e Distribuição Ltda, São José dos Campos, SP, Brasil	–	0854B01
Clorexidina a 4%	Pharmacotécnica Farmácia e Laboratório Araçatuba, SP, Brasil	–	Produto manipulado
Extrato de planta <i>Hydrastis canadensis</i> (<i>Hydrastis</i>)	Schraiber Homeopatia – Schraibmann Laboratory Ltd, Carapicuíba, SP, Brazil	–	Produto manipulado
Extrato de planta <i>Cymbopogon nardus</i> (Citronela)	Pharmaspecial Espec. Quim. e Farm. Ltd, Santana de Parnaíba, SP, Brazil	–	Produto manipulado

Tabela 2. Análise de Variância (ANOVA) três fatores medidas repetidas do silicone facial para alteração de cor.

Fatores de Variação	gl	SS	MS	F	P
Grupo	3	785,066	261,689	47,785	<0,001*
Desinfetante	4	463,281	115,820	21,149	<0,001*
Grupo x desinfetante	12	264,568	22,047	4,026	<0,001*
Entre amostras	180	985,753	5,476		
Período	1	417,048	417,048	75,281	<0,001*
Período x grupo	3	533,106	177,702	32,077	<0,001*
Período x desinfetante	4	109,598	27,400	4,946	<0,01*
Período x grupo x desinfetante	24	291,344	12,139	2,191	<0,01*
Intra amostras	180	997,182	5,540		

* $P < 0,05$ denota diferença estatística significante.

Tabela 3. Valores médios (DP) de alteração de cor (delta E) do silicone facial para cada grupo, desinfetante e período de tempo.

GRUPO	DESINFETANTE	PERÍODO	
		T ₁ B	T ₂ B
GI	SF	6.44 (1.91) Aa	2.18 (1.07) Ab
	HC	7.68 (1.53) Aa	4.88 (0.76) Ab
	CN	7.72 (1.21) Aa	2.63 (1.40) Ab
	CHX	7.65 (1.35) Aa	5.80 (1.38) Aa
	AS	6.92 (1.56) Aa	3.90 (1.79) Ab
GII	SF	3.66 (1.99) Aa	5.55 (2.93) Aa
	HC	3.37 (1.80) Aa	6.29 (1.71) Aa
	CN	6.67 (0.43) Aa	6.63 (3.29) Aa
	CHX	3.36 (1.42) Aa	6.34 (3.26) Aa
	AS	3.67 (1.33) Aa	4.98 (2.10) Aa
GIII	SF	7.27 (2.47) Aa	4.72 (1.85) Aa
	HC	12.52 (1.86) Ba	9.38 (4.87) Ba
	CN	12.60 (4.73) Ba	6.06 (2.93) ABb
	CHX	12.51 (3.23) Ba	9.10 (3.29) Ba
	AS	8.27 (1.11) Aa	4.80 (2.33) Aa
GIV	SF	6.60 (1.57) Aa	3.09 (2.38) Aa
	HC	8.45 (3.77) Aa	6.69 (3.58) Aa
	CN	9.29 (1.80) Aa	4.76 (2.07) Ab
	CHX	8.48 (2.34) Aa	6.39 (1.94) Aa
	AS	6.27 (1.80) Aa	3.90 (0.73) Aa

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna (entre desinfetantes ou intra grupo) e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 4. Valores médios de alteração de cor (ΔE) do silicone facial para cada desinfetante e período, independente do grupo.

Grupo	Período de Tempo	
	T ₁ B	T ₂ B
SF	5.99 (1.98) Aa	3.88 (2.06) Ab
HC	8.00 (2.24) Ba	6.81 (2.73) Ba
CN	9.07 (2.04) Ba	5.02 (2.42) Ab
Ch	8.00 (2.08) Ba	6.91 (2.46) Ba
AS	6.28 (1.45) Aa	4.39 (1.73) Ab

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 5. Valores médios de alteração de cor (ΔE) do silicone facial para cada grupo e período, independente do desinfetante.

Grupo	Período de Tempo	
	T ₁ B	T ₂ B
GI	7.28 (1.51) Aa	3.88 (1.28) Ab
GII	4.15 (1.40) Ba	5.96 (2.66) BCa
GIII	10.63 (2.68) Ca	6.81 (3.05) Cb
GIV	7.82 (2.26) Aa	4.97 (2.14) ABb

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e mesma letra minúscula na linha não diferem ao nível de 5% de significância ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.