

**Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ**

**Centro de Ciências da Saúde**

**Faculdade de Odontologia**

**EFEITO DA FUMAÇA DE CIGARRO SOBRE ALINHADORES  
ORTODÔNTICOS TRANSPARENTES**

Larine Ferreira Lira

CD, MO

Tese submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para a obtenção do Título de Doutora em Odontologia (Ortodontia).

Rio de Janeiro

- 2023 -

# **EFEITO DA FUMAÇA DE CIGARRO SOBRE ALINHADORES ORTODÔNTICOS TRANSPARENTES**

**LARINE FERREIRA LIRA, CD, MO**

**Orientadora: Prof. Dra. MARGARETH MARIA GOMES DE SOUZA**

**(CD, MO, DO)**

Tese submetida ao corpo docente da Faculdade de Odontologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ, como parte dos requisitos, para obtenção do Título de Doutora em Odontologia (Ortodontia).

**Comissão Examinadora:**

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Bolognese

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Maria Bezerra Bandeira

---

Prof. Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas

---

Prof.<sup>a</sup> Dra Matilde da Cunha Gonçalves Nojima

---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Margareth Maria Gomes de Souza

**Rio de Janeiro**

**2023**

### **Ficha Catalográfica**

**LIRA, Larine Ferreira.**

**Efeito da fumaça de cigarro sobre alinhadores ortodônticos transparentes. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2023.**

**xx, 70f.**

**Tese: Doutorado em Odontologia (Ortodontia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Faculdade de Odontologia, 2023.**

**1. Alinhadores Ortodônticos**

**2. Produtos do tabaco**

**3. Estética**

**4. Teses**

**I. Título**

**II. Tese (Doutorado - UFRJ/Faculdade de Odontologia)**

**Linha de Pesquisa:** Físico-química e estrutura dos materiais biocompatíveis

**Projeto:** Desempenho clínico e laboratorial dos materiais ortodônticos.

**Comitê de Ética Nº Permissão:** O estudo inclui-se nas determinações de dispensa de CEP e CEUA (ANEXO I).



## DEDICO

À minha avó **Aliete Cavalcante Lira** (*in memoriam*), minha inspiração de mulher forte, trabalhadora e generosa, que apesar das dificuldades que a vida lhe impôs, sempre soube manter a serenidade e a fé. O seu incentivo aos estudos de seus filhos e netos mudou o destino de toda nossa família. A senhora estará sempre em meu coração e em minhas melhores memórias.

## AGRADECIMENTOS

A **Deus** por iluminar meu caminho, me proteger e abençoar durante toda minha vida, especialmente, durante o doutorado.

A minha orientadora, a professora **Dra. Margareth Maria Gomes de Souza**, por todo apoio e paciência comigo em muitos momentos durante esses anos do doutorado onde, certamente, não pude ser a melhor versão de mim e consequentemente cumprir com as expectativas. Muito obrigada, professora, por todo carinho! A senhora é um exemplo de profissional, de generosidade e empatia.

A todos os professores do Curso de Pós Graduação em Ortodontia da UFRJ: **Dra. Amanda Cunha Regal de Castro, Dra. Ana Maria Bolognese, Dr. Antônio Carlos de Oliveira Ruellas, Dr. Eduardo Franzotti Sant'Anna, Dr. José Fernando Stangler Brazzalle, Dr. Lincoln Issamu Nojima, Dr. Luíz Felipe Cardoso de Araújo, Dra. Luciana Rougemont Squeff, Dra. Maria Augusta Visconti Rocha Pinto, Dra. Margareth Maria Gomes de Souza, Dra. Matilde da Cunha Gonçalves Nojima e Dra. Mônica Tirre de Souza Araújo**, por permitirem e, de alguma forma, auxiliaram na realização do meu doutorado. Agradeço por contribuírem com a minha formação. Em especial à **Dra. Ana Maria Bolognese** que se prontificou em me auxiliar em um momento bastante delicado do curso. Sou eternamente grata por todo conhecimento transmitido para meu crescimento profissional e pessoal.

Ao professor **Carlos Nelson Elias**, pela generosidade em viabilizar a execução de parte das análises no Instituto Militar de Engenharia.

A querida **Luísa Schubach**, sem a qual essa pesquisa não teria sido exequível. Por ter sido meus pés e mãos no Rio de Janeiro quando não pude estar presente e por toda sua bondade e altruísmo em dedicar seu tempo a colaborar com esse trabalho.

A **Karla Lorene**, doutoranda da Odontopediatria, pela disposição em me auxiliar na etapa microbiológica que não pode ser incluída neste trabalho que apresentarei, mas que entrará no artigo a ser publicado.

Aos funcionários do Departamento de Ortodontia da UFRJ, **Diane Esteves de Souza Gomes, Laís Paiva Monteiro, Mônica Mello do Nascimento Gonçalves e Guilhermino Estanhe Saturnino**, por toda disposição em ajudar.

À professora **Dra. Amanda Cunha Regal de Castro**, coordenadora do Programa de Doutorado, área de concentração Ortodontia, por todo trabalho e empenho neste Programa.

Aos meus pais, **José Claudemir de Lira e Pureza Ferreira de Lira**, sem os quais seria improvável a conclusão desse trabalho, por me fazer perseverar na minha jornada em momentos em que a esperança se esvaiu de mim. Por todo apoio incondicional e irrestrito às minhas decisões durante toda a minha formação. Sem vocês nada seria possível!

Ao meu irmão, **Ricardo Ferreira de Lira**, cujo apoio sempre foi e segue essencial para que eu pudesse seguir meu verdadeiro caminho. Sempre serei grata pelo que você fez e faz por mim.

A todos **meus familiares**, em especial à minha prima **Paula Lira**, que é com quem sei que poderei sempre contar; e ao meu tio, **José Petrúcio**, que desde minha tenra idade é um grande incentivador dos meus estudos e a quem devo meu grande apreço pela literatura, que é o meu refúgio.

A todos meus amigos, mas, principalmente **Ana Campoy, Anna Paula Nigri, Carinne Brito e Luciana Caldas** que me estimularam e torceram pela conclusão desse ciclo.

A minha médica **Dra. Aida Lessa**, por ter me tirado do meu pior momento e devolvido a mim a alegria que sempre tive em viver a vida.

Aos meus amigos de turma durante o doutorado, **Flávio de Mendonça Copello e Kelly Galisteu Luiz** pelo companheirismo e pelos ótimos momentos juntos. Desejo todo o sucesso do mundo, meus amigos!

A **Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)**, pela bolsa de estudos concedida, auxiliando na minha formação acadêmica e profissional.

## RESUMO

LIRA, Larine Ferreira. **Efeito da fumaça de cigarro sobre alinhadores ortodônticos transparentes**. Orientadora: Dra. Margareth Maria Gomes de Souza. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2023. Tese (Doutorado em Odontologia – Ortodontia) 71f.

O objetivo deste trabalho foi investigar as alterações nas propriedades ópticas de cor e de luz transmitida e na rugosidade de superfície do polímero constituinte de alinhadores transparentes após a exposição à fumaça de cigarro. A amostra foi constituída de 20 superfícies das faces vestibulares de incisivos centrais superiores obtidas através de 10 alinhadores de alinhadores ortodônticos (Invisalign®). As amostras foram divididas igual ( $n=10$ ) e aleatoriamente em 2 grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). Para a exposição do GE à fumaça de cigarro foi utilizado um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado, onde as amostras foram expostas a 21 ciclos de fumaça e posteriormente armazenadas em saliva artificial à 37°C por 15 dias. O GC foi exposto somente à saliva artificial nas mesmas condições, pelo mesmo período. Para avaliar as mudanças de cor e transmitância foi utilizado um espectrofotômetro calibrado pelo sistema cores CIE ( $L^*a^*b^*$ ) e utilizado o National Bureau of Standards (NBS) para classificação clínica da alteração de cor. A diferença total de cor ( $\Delta E$ ) e o NBS entre os grupos foi calculado. Foram feitas medidas de cor e transmitância inicial (T0), ou seja, antes da exposição à fumaça de cigarro e à saliva artificial e final (T1), registradas após a exposição ao cigarro e à saliva. A rugosidade foi avaliada através do rugosímetro digital e foram medidas a rugosidade em T0 e T1. Foram utilizados os parâmetros de rugosidade Ra (rugosidade média) e Rz (rugosidade

de profundidade média). Para comparar os valores dos parâmetros de cor, transmitância e rugosidade entre GC e GE foi utilizado o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores dos parâmetros analisados intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 0,05. Para todos os parâmetros de cor em T1 houve diferença ( $p < 0,05$ ) quando comparados GC (L:  $87,400 \pm 0,681$ ; a:  $0,746 \pm 0,094$ ; b:  $3,393 \pm 0,171$ ) com GE (L:  $77,208 \pm 3,337$ ; a:  $-1,576 \pm 0,025$ ; b:  $6,747 \pm 0,557$ ). O  $\Delta E$  do GC (2,39) e GE (14,27) apresentaram-se diferentes ( $p = 0,002$ ), ao converter tais valores para a escala NBS, resultaram em um valor de 2,20 e 13,13. Ao comparar os grupos houve diminuição da transmitância ( $p = 0,014$ ) sendo de maior magnitude no GE. Em T1 entre GC e GE houve diferença ( $p = 0,046$ ) para  $R_a$  (GC:  $0,122 \pm 0,002$ ; GE:  $0,139 \pm 0,007$ ), sendo maiores os valores no GE. Para  $R_z$ , quando comparados GC ( $0,616 \pm 0,021$ ) e GE ( $0,741 \pm 0,026$ ), em T1, também houve diferença ( $p = 0,002$ ), sendo também maiores os valores encontrados no GE. No GC não houve diferença estatisticamente significativa de  $R_a$  ( $p = 0,807$ ) e  $R_z$  ( $p = 0,231$ ) quando comparadas as amostras ao longo do tempo T0 e T1. No GE ocorreu tanto aumento de  $R_a$  ( $p = 0,003$ ) e de  $R_z$  ( $p = 0,014$ ). Conclui-se, portanto, que os alinhadores se tornaram mais escuros, amarelados, diminuíram sua transmissão de luz, tornando-se opacos e tiveram sua rugosidade superficial aumentada, tanto no parâmetro  $R_a$  quanto  $R_z$ .

## SUMMARY

LIRA, Larine Ferreira. **Efeito da fumaça de cigarro sobre alinhadores ortodônticos transparentes**. Orientadora: Dra. Margareth Maria Gomes de Souza. Rio de Janeiro: UFRJ/Faculdade de Odontologia, 2023. Tese (Doutorado em Odontologia – Ortodontia) 71f.

The aim of this study was to investigate the changes in the optical properties of color and transmitted light and in the surface roughness of the constituent polymer of clear aligners after exposure to cigarette smoke. The sample consisted of 20 surfaces of the buccal surfaces of the upper central incisors of aligners (Invisalign®). The samples were divided equally (n=10) and randomly into 2 groups: control group (CG) and experimental group (EG). For the exposure of the EG to cigarette smoke, a hermetically closed acrylic device was used, where the samples were exposed to 21 smoke cycles and later stored in artificial saliva at 37°C for 15 days. The CG was only exposed to artificial saliva under the same conditions, for the same period. To evaluate changes in color and transmittance, a spectrophotometer calibrated by the CIE color system ( $L^*a^*b^*$ ) was used and the National Bureau of Standards (NBS) was used for clinical classification of the color change. The total difference in color ( $\Delta E$ ) and NBS between groups was calculated. Initial (T0) color and transmittance measurements were taken, that is, before exposure to cigarette smoke and artificial saliva, and final (T1), recorded after exposure to cigarettes and saliva. Roughness was evaluated using a digital roughness meter and roughness was measured at T0 and T1. The roughness parameters Ra (mean roughness) and Rz (mean depth roughness) were used. To compare the values of color, transmittance and

roughness parameters between GC and EG, the t test for independent samples was used. To compare the values of the parameters analyzed within the group over time (T0 and T1), the t test for paired samples was used. In all analyses, a significance level of 0.05 was established. There was a difference ( $p < 0.05$ ) for all color parameters in T1 when comparing GC (L:  $87.400 \pm 0.681$ ; a:  $0.746 \pm 0.094$ ; b:  $3.393 \pm 0.171$ ) with GE (L:  $77.208 \pm 3.337$ ; a:  $-1.576 \pm 0.025$ ; b:  $6.747 \pm 0.557$ ). The  $\Delta E$  of the GC (2.39) and GE (14.27) were different ( $p = 0.002$ ), when converting these values to the NBS scale, resulted in a value of 2.20 and 13.13. Comparing the groups there was a decrease in transmittance ( $p = 0.014$ ), with greater magnitude in the GE. At T1, there was a difference ( $p = 0.046$ ) between GC and GE for Ra (GC:  $0.122 \pm 0.002$ ; GE:  $0.139 \pm 0.007$ ), with higher values in EG. For Rz, when comparing GC ( $0.616 \pm 0.021$ ) and GE ( $0.741 \pm 0.026$ ), at T1, there was also a difference ( $p = 0.002$ ), with higher values found in GE. In the CG, there was no statistically significant difference in Ra ( $p = 0.807$ ) and Rz ( $p = 0.231$ ) when comparing samples over time T0 and T1. In the GE, there was both an increase in Ra ( $p = 0.003$ ) and Rz ( $p = 0.014$ ). It is concluded, therefore, that the aligners became darker, yellowish, reduced their light transmission, becoming opaque and had their surface roughness increased, both in the Ra and Rz parameters.



## LISTA DE SIGLAS

<b>NBS</b>	National Bureal of Standards
<b>CIE L*a*b*</b>	Commission Internationale de l'Eclairage L* a*b*
<b>GE</b>	Grupo Experimental
<b>GC</b>	Grupo Controle
<b>MEV</b>	Microscopia eletrônica de varredura
<b>Ra</b>	Rugosidade média
<b>Rz</b>	Rugosidade de profundidade média
<b>L*</b>	Representa a luminosidade ou os valores de cor de preto e branco
<b>a*</b>	Avalia a cor de verde a vermelho
<b>b*</b>	Avalia a cor do amarelo ao azul
<b><math>\Delta a</math></b>	Variação de a* após exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b><math>\Delta b</math></b>	Variação de b* após exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b><math>\Delta L</math></b>	Variação de L* após exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b><math>\Delta E</math></b>	Variação total de cor após exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b>T0</b>	Tempo antes da exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b>T1</b>	Tempo após a exposição à fumaça de cigarro e saliva artificial
<b>UFRJ</b>	Universidade Federal do Rio de Janeiro

## LISTA DE FIGURAS

### DELINEAMENTO DA PESQUISA

	Página
<b>Figura 1</b>	Fotografia da tela do <i>software</i> G*Power, demonstrando os cálculos feitos para obtenção do tamanho da amostra..... 08
<b>Quadro 1</b>	Distribuição e características da amostra para análises das propriedades ópticas e de rugosidade superficial..... 08
<b>Figura 2</b>	Fotografia de esquema ilustrativo da confecção do corpo de prova. Amostra de alinhador ortodôntico transparente Invisalign® (A). Recorte da superfície vestibular referente ao incisivo central (B). Corpo de prova pronto (C)..... 09
<b>Figura 3</b>	Fotografia do arranjo dos corpos de prova em dispositivo para exposição à fumaça de cigarro..... 10
<b>Figura 4</b>	Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E)..... 11
<b>Figura 5</b>	Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B)..... 12
<b>Figura 6</b>	Fotografia do espectrofotômetro digital portátil VITA Easyshade® Compact A); Espectrofotômetro e alinhador na 14

	superfície espelhada para leitura colorimétrica (B).....	
<b>Figura 7</b>	Figura representativa do espectro de cor (CIE) $L^*a^*b^*$ .....	14
<b>Quadro 3</b>	Padrões da NBS para classificação das alterações de cor.....	15
<b>Figura 8</b>	Fotografia do espectrofotômetro de ultravioleta visível.....	17
<b>Figura 9</b>	Esquema representativo do conceito de $R_a$ (A) e $R_z$ (B). Onde: $y_1, y_2, y_n$ são as ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média; $l_m$ é o percurso de medição; $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$ são as ordenadas de maior afastamento acima e abaixo da linha média dentro do <i>cut-off</i> ( $l_e$ ).....	18
<b>Figura 10</b>	Fotografia do rugosímetro digital. A seta aponta para o corpo de prova fixado na mesa para teste.....	18

## DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

### ARTIGO 1

	Página
<b>Quadro 1</b> Distribuição e características da amostra para análises das propriedades ópticas.....	26
<b>Quadro 2</b> Padrões da NBS para classificação das alterações de cor.....	30
<b>Figura 1</b> Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E).....	37
<b>Figura 2</b> Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B).....	37
<b>Figura 3</b> Fotografia do corpo de prova após exposição à fumaça de cigarro (A); Fotografia do corpo de prova antes da exposição à fumaça de cigarro (B).....	38

## DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

### ARTIGO 2

	Página
<b>Quadro 1</b> Distribuição e características da amostra para análises de rugosidade superficial.....	49
<b>Figura 1</b> Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E).....	57
<b>Figura 2</b> Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B).....	57

## LISTA DE TABELAS

### DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

#### ARTIGO 1

	Página
<b>Tabela 1</b> Descrição e comparação dos parâmetros $L^*$ , $a^*$ e $b^*$ entre os grupos controle e experimental.....	39
<b>Tabela 2</b> Descrição e comparação dos valores de $\Delta E$ e conversão para escala NBS entre os grupos controle e experimental.....	39
<b>Tabela 3</b> Descrição e comparação dos valores de transmitância entre os grupos controle e experimental.....	40

## LISTA DE TABELAS

### DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

#### ARTIGO 2

Página

<b>Tabela 1</b>	Dados descritivos e comparação dos parâmetros de rugosidade entre os grupos controle e experimental.....	58
-----------------	--	----

# ÍNDICE

	Página
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 PROPOSIÇÃO.....	06
3 DELINEAMENTO DA PESQUISA.....	07
3.1 TIPO DE ESTUDO.....	07
3.2 TAMANHO DA AMOSTRA.....	07
3.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA.....	07
3.4 DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA.....	08
3.5 CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA.....	09
3.6 EXPOSIÇÃO À FUMAÇA DE CIGARRO.....	10
3.7 EXPOSIÇÃO À SALIVA ARTIFICIAL.....	12
3.8 ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DE COR.....	13
3.9 ANÁLISE DE TRANSMITÂNCIA DE LUZ.....	16
3.10 ANÁLISE DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE.....	17
3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	19
4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA .....	20
4.1 ARTIGO 1: LIRA, L.F.; BARRETO, L.S.C.; GALISTEU-LUIZ, K. ELIAS, C.N.; SOUZA, M.M.G.S. Efeito da fumaça de cigarro nas propriedades óticas de cor e transmissão de luz em alinhadores ortodônticos: estudo <i>in vitro</i> . Artigo a ser submetido para publicação no periódico <i>Internacional</i> <i>Orthodontics</i> .....	



4.2	ARTIGO 2: LIRA, L.F.; BARRETO, L.S.C.; GALISTEU-LUIZ, K. ELIAS, C.N.; SOUZA, M.M.G.S. Avaliação da rugosidade de superfície de alinhadores ortodônticos expostos à fumaça de cigarro. Artigo a ser submetido para publicação no periódico <i>Internacional Orthodontics</i> .....	45
5	CONCLUSÕES.....	63
6	RECOMENDAÇÕES.....	64
7	REFERÊNCIAS.....	65
8	ANEXOS.....	71
8.1	Declaração de dispensa de registro de aprovação pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos (CEP) e comitê de ética em uso animal (CEUA).....	71

## 1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a Ortodontia testemunhou o uso de alinhadores se tornar uma alternativa para tratamento de algumas má oclusões em detrimento ao uso do aparelho ortodôntico convencional com fios e bráquetes (Zheng et al., 2017). Uma das justificativas para este cenário está no marketing enérgico de empresas e fabricantes, mas também nas considerações estéticas dos próprios pacientes (Iliadi et.al, 2020; Ziuchkovski et. al, 2008).

A procura por essa modalidade de tratamento é, na realidade, resultante de um amplo processo de aplicação de conceitos estéticos observado na Odontologia contemporânea e que, por consequência, também envolveu a Ortodontia na busca por tornar o tratamento ortodôntico mais discreto e imperceptível (Kravitz et al., 2009; Russell et al., 2005; Ryokawa et al., 2006). Desse modo, acessórios ortodônticos foram desenvolvidos e aperfeiçoados com o objetivo de reduzir a visibilidade dos bráquetes, fios e bandas, (Rosvall et al., 2009; Willems, Carels, 2000; Ziuchkovski et al., 2008). Tal realidade foi possível graças ao avanço do conhecimento e o desenvolvimento, ao longo dos anos, de materiais e técnicas, para suprir tanto as demandas estéticas quanto as exigências de maior conforto durante o tratamento ortodôntico (Brown et a., 2022; Rossini et al., 2014).

Esses avanços foram alcançados, principalmente, com o advento dos sistemas adesivos (Buonocore, 1955), dessa forma, o uso de bandas metálicas pôde, por

exemplo, ser substituído por bráquetes metálicos colados. Nesse sentido, o precursor de um aparelho ortodôntico fixo mais estético foi Newman (1965) com a colagem direta de acessórios ortodônticos nos dentes, associando o condicionamento ácido do esmalte e a utilização de resinas epóxicas. Ao longo dos anos, bráquetes cerâmicos e plásticos, fios e ligaduras elásticas estéticos foram desenvolvidos para promover alternativas mais estética ao tratamento convencional (Rosvall et al., 2009; Russell, 2005). Em seguida, surgiram opções ainda mais visualmente imperceptíveis como os aparelhos linguais (Auluck, 2013; McMullin et al., 2013; Singh, Cox, 2010) e, mais recentemente, os alinhadores ortodônticos transparentes.

No entanto, a técnica na qual se fundamenta a movimentação dentária por alinhadores ortodônticos não é exatamente recente. Kesling, em 1945, foi quem primeiramente concebeu a ideia de reposicionar os dentes na arcada dentária baseando-se em uma posição ideal obtida através de um *set-up* utilizando uma sequência de aparelhos ortodônticos removíveis. Inicialmente, o autor propôs o método para obtenção de um refinamento no momento da finalização e também como contenção pós-tratamento (Kesling, 1945).

Contudo, a técnica exigia a necessidade de moldagens constantes das arcadas dentárias dos pacientes para confecção de um modelo de *set-up*, tornando, assim, o procedimento desconfortável para o paciente e dispendioso para o ortodontista (Joffe, 2003). Ao longo dos anos, outros autores (Fernandez et al., 1998; Low et al., 2011; Nahoum, 1964; Sheridan et al., 2004; Sheridan et al., 1993; Yoshii, 1992) sugeriram que alinhadores transparentes seriam capazes de obter maior controle sob determinados movimentos ortodônticos ao mesmo tempo que a técnica de confecção poderia ser otimizada.

Em 1998, o sistema de alinhadores transparentes Invisalign® (Align Technology, Santa Clara, California), apresentou à Ortodontia uma nova alternativa extremamente estética que possibilitava maiores movimentações ortodônticas (Eliades et al., 2005; Kravitz; et al., 2009; Rossini et al., 2014; Ryokawa et al., 2006) e o tratamento de algumas más oclusões. O sistema propunha utilizar a tecnologia de escaneamento e digitalização em favor da prática ortodôntica, obtendo uma série de alinhadores feitos de um material termoplástico a partir de imagens de modelos virtuais em 3D obtidos de uma única moldagem (Joffe, 2003).

A popularidade da técnica resultou no surgimento de diversos outros tipos de sistemas de alinhadores ortodônticos transparentes (Graber, Vig, 2012; Weir, 2017) e, conseqüentemente, no aumento considerável do uso destes em tratamentos ortodônticos (Hennessy et al., 2016). Considera-se a existência de mais de 27 marcas de alinhadores ortodônticos no mercado internacional (Weir, 2017) além do uso de alinhadores “*in office*” utilizando impressão 3D (Edelmann et al., 2020; Zinelis et al., 2022). Uma pesquisa de 2014 (Keim et al., 2014) entre ortodontistas nos Estados Unidos divulgou que 89% deles haviam tratado pelo menos um caso com alinhadores - em comparação com 76% em 2008 - (Keim et al., 2008) com uma média de 22 casos/ano com alinhadores - em comparação com 12 casos/ano em 2008 - (Keim et al., 2014). Hoje, no entanto, os números possivelmente são maiores.

Há algumas razões que justificam o sucesso dos alinhadores comparado com as modalidades tradicionais de tratamento ortodôntico, para além da óbvia aparência estética, estão: higiene oral facilitada, e conseqüente prevenção de doenças periodontais, praticidade, menor desconforto para o paciente e menor tempo de consulta (Fujiyama et al., 2014; Rosvall et al., 2009; Schaefer et al., 2010). Sabe-se

que o perfil de quem procura tratamento ortodôntico é variado: desde crianças à adolescentes, jovens, adultos e idosos. Entretanto, em geral é a população jovem e adulta, especialmente, mulheres que requerem aparelhos ortodônticos mais estéticos (Brown et al., 2022; Rosvall et al., 2009; Ziuchkovski et al., 2008). Entretanto, sob esse extenso público incide em uma amplitude de hábitos, dietas, estilo de vida e profissões, igualmente vastos.

Se, por um lado, os avanços tecnológicos, desenvolvimento dos materiais e o aperfeiçoamento de técnicas promoveram possibilidades mais estéticas ao tratamento ortodôntico convencional, por outro introduziram alguns questionamentos em relação aos benefícios biomecânicos, a biocompatibilidade e as limitações mecânicas desses materiais e técnicas. Convém ressaltar, que para a boa prática ortodôntica, a escolha do tipo de material que fará parte do aparelho ortodôntico, bem como do tipo de técnica empregada deve estar alinhada com as expectativas estéticas requisitadas pelo paciente. Entretanto, é imprescindível o bom desempenho mecânico cujos resultados se traduzam em casos clínicos estáveis e corretamente tratados (Alansari, 2020; Iliadi et al., 2020; Walton et al., 2010).

A composição dos alinhadores ortodônticos transparentes é feita, em sua maioria, de polímeros termoplásticos (Liu et al., 2016; Shpack et al., 2013), os quais são sensíveis à temperatura, à presença de água e umidade, à natureza química do ambiente e ao processo de fabricação (Callister, 2002; Ferracane, 2006). Como qualquer material polimérico exposto ao meio intrabucal, os alinhadores estão sujeitos às intempéries desse ambiente (Alexandropoulos et al., 2015; Bradley et al., 2015), bem como, aos hábitos de higiene e estilo de vida de cada indivíduo, o que pode

derivar em alterações da morfologia e degradações em suas propriedades óticas e de superfície (Gracco et al., 2009).

O tabagismo, por exemplo, é um hábito de vida que está presente em 22,3% da população adulta mundial, segundo a Organização Mundial de Saúde (WHO, 2021). Os EUA e o Brasil compartilham números semelhantes de fumantes, sendo 14,1% e 15,9% de adultos, respectivamente (IBGE., 2019; CDC, 2020). Considerando que cada vez mais adultos tem procurado por tratamento ortodôntico e que este público tende a ser mais crítico com a aparência dos aparelhos o uso de alinhadores ortodônticos têm se demonstrado uma boa alternativa para o tratamento de algumas más oclusões nessa parcela da população (Alansari, 2020; Brown et al., 2022). No caso de pacientes fumantes, a cavidade oral fica mais suscetível à fumaça do cigarro, que é constituída de substâncias tóxicas - monóxido de carbono, amônia, níquel, arsênico, alcatrão, chumbo e cádmio – e descolorantes como a nicotina que (McCann, 1989), as quais podem interferir na superfície dos alinhadores ortodônticos.

Alguns estudos avaliaram a estabilidade de cor de alinhadores ortodônticos de diferentes marcas sujeitos a diversos agentes descolorantes (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016; Zafeiriadis et al., 2014) bem como expostos ao meio intraoral (Lira et al., 2017; Lombardo et al., 2015). Há estudos relacionando as alterações de cor bráquetes (Borges et al., 2022) e fios estéticos (Copello et al., 2020) à exposição à fumaça de cigarro. Portanto, é válido questionar se alinhadores ortodônticos também poderiam ser suscetíveis às modificações colorimétricas e de superfície em virtude da exposição à fumaça de cigarro.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar as propriedades ópticas relativas à cor e transmissão de luz e a rugosidade de superfície do polímero constituinte de alinhadores ortodônticos transparentes mediante à exposição à fumaça de cigarro.

## **2 PROPOSIÇÃO**

Avaliar o polímero constituinte de alinhadores ortodônticos transparentes mediante a exposição à fumaça de cigarro, quanto:

2.1 Às propriedades ópticas do polímero relacionadas à:

2.2.1 cor e;

2.2.2 transmitância de luz.

2.2 À rugosidade de superfície.



### **3 DELINEAMENTO DA PESQUISA**

#### **3.1 TIPO DE ESTUDO**

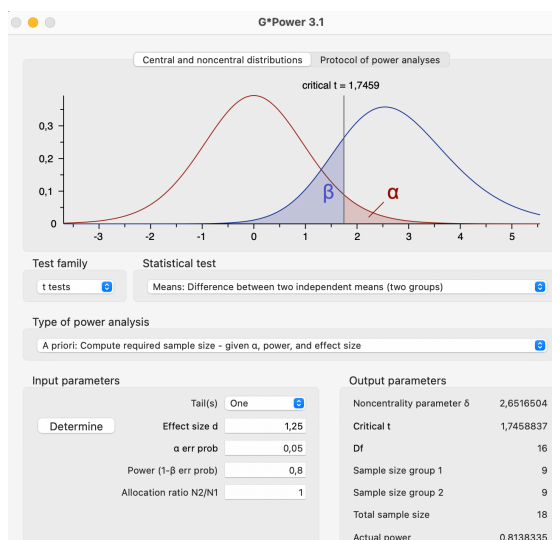
Trata-se de um estudo do tipo experimental, laboratorial, *in vitro*, investigativo, quantitativo e qualitativo relacionado às possíveis alterações de alinhadores ortodônticos, após exposição à fumaça de cigarro.

#### **3.2 TAMANHO DA AMOSTRA**

O cálculo amostral para este trabalho foi feito utilizando o *software* G\*Power (versão 3.1, Dusseldörf, Alemanha) utilizando um alpha de 0.05, poder de 80% e efeito de 1,25 (Faul et al., 2007). Os dados para estimar o efeito utilizado para tal análise foram retirados de estudo similar prévio (Liu et al., 2016). O *print* do cálculo está na Figura 1 (página 9). Foi preferível arredondar tamanho da amostra do presente estudo para 10 espécimes por grupo.

#### **3.3 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA**

A amostra desse estudo foi composta por 10 alinhadores ortodônticos, todos da marca Invisalign® (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia, EUA). A amostra não foi utilizada em nenhum paciente e foi obtida por doação ao Departamento de Odontopediatria e Ortodontia, da Faculdade de Odontologia, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).



**Figura 1** Fotografia da tela do *software* G\*Power, demonstrando os cálculos feitos para obtenção do tamanho da amostra.

### 3.4 DISTRIBUIÇÃO DA AMOSTRA

Para realizar as análises de alterações de cor e rugosidade superficial, foram utilizadas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores transparentes Invisalign® (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia, EUA). Os corpos de prova foram igualmente divididos ( $n=10$ ) e alocados aleatoriamente em 2 grupos: Grupo Controle (GC) e Grupo Experimental (GE), conforme disposto no Quadro 1.

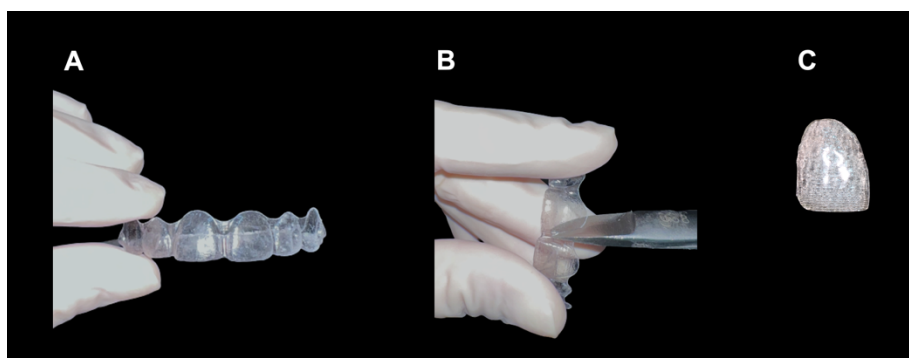
**Quadro 1** Distribuição e características da amostra para análises das propriedades ópticas e de rugosidade superficial.

Grupos	T0	T1
Controle ( $n=10$ )	Antes da exposição à saliva artificial	Após exposição à saliva artificial
Experimental ( $n=10$ )	Antes da exposição à fumaça de cigarro	Após exposição à fumaça de cigarro e à saliva artificial

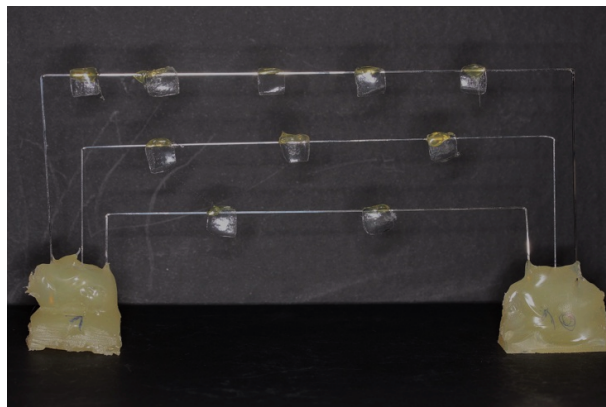
### 3.5 CONFECCÃO DOS CORPOS DE PROVA

Foram obtidas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores transparentes Invisalign® (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia, EUA) através de recorte com auxílio de tesoura estéril, alicate de corte de amarelo e uso de luvas de procedimento (Figura 2). Não foram selecionadas superfícies com presenças de *attachments* (relevos sobre o material plástico).

Os corpos de prova alocados no grupo experimental (GE), após realizadas as medidas em T0 foram dispostos em um dispositivo confeccionado exclusivamente para esse estudo. A base do dispositivo foi feita resina acrílica autopolimerizável (JET - Clássico, Campo Limpo Paulista, Brasil) onde foram acomodados três segmentos de fio de aço retangular 0.018"x0.025" (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil). Somente a face lingual dos alinhadores, na qual não se executou nenhuma análise, foi fixada aos segmentos de fios utilizando cola quente. Tomou-se o cuidado de utilizar o mínimo de cola quente possível e somente em locais, nos quais seu uso não prejudicasse as análises. Esse arranjo dos corpos de prova permitiu realizar a fase de exposição à fumaça do cigarro (Figura 3, página 11).



**Figura 2** Fotografia de esquema ilustrativo da confecção do corpo de prova. Amostra de alinhador ortodôntico transparente Invisalign® (A). Recorte da superfície vestibular referente ao incisivo central (B). Corpo de prova pronto (C).



**Figura 3** Fotografia do arranjo dos corpos de prova em dispositivo para exposição à fumaça de cigarro.

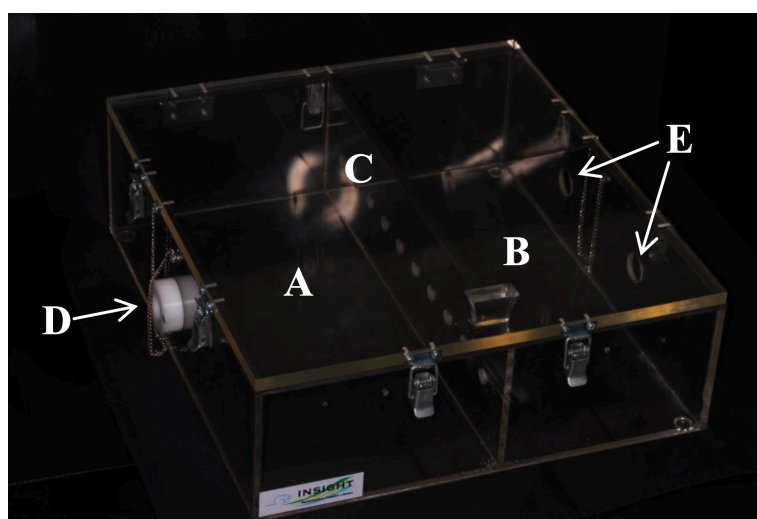
### 3.6 EXPOSIÇÃO À FUMAÇA DE CIGARRO

O método utilizado para expor os corpos de prova à fumaça de cigarro resultou da adaptação aos métodos descritos por Le Mesurier et al. (1981) e Mathias et al. (2010). A exposição foi realizada em um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado (Figura 4, página 12) que continha duas câmaras (Figura 4A e 4B, página 12), separadas por uma divisória com dez orifícios (Figura 4C, página 12), e ainda, um orifício de entrada de ar (Figura 4D, página 12), e dois orifícios de saída de ar (Figura 4E, página 12).

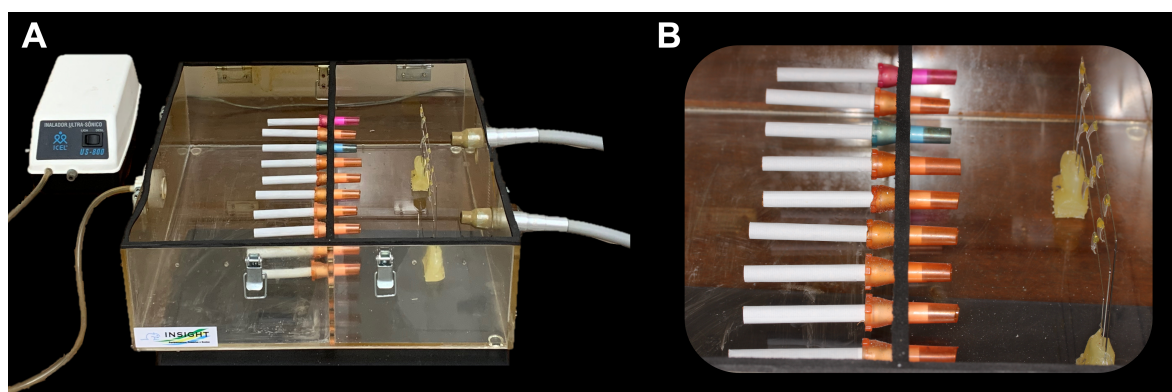
Os cigarros foram posicionados nos orifícios da divisória com auxílio de suportes plásticos (protetores descartáveis de seringa tríplice), (Figura 5A, página 12), de maneira que o filtro ficasse voltado para a câmara B, onde os corpos de prova foram posicionados (Figura 5B, página 12). Após os cigarros serem acesos e o dispositivo ser tampado, a câmara A recebia ventilação externa de um inalador ultrassônico (US-800 air, ICEL, Brasil) acoplado ao orifício D, para fornecer fluxo de ar constante; e na câmara B, dois sugadores foram acoplados nos orifícios E, para criar uma pressão

negativa e fazer o ar atravessar a barreira dos filtros dos cigarros, de modo que a fumaça entrasse em contato com os corpos de prova.

Os cigarros queimavam por um tempo de aproximadamente 6 minutos e eram trocados sempre simultaneamente, de modo que o dispositivo de acrílico não fosse aberto a todo momento, mas somente quando todos os 10 cigarros terminavam a queima.



**Figura 4** Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E).



**Figura 5** Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B).

Os corpos de prova do grupo GE foram expostos a 21 ciclos (10 cigarros/ciclo) consecutivos de fumaça de cigarro (Rothmans Blue, Londres, Reino Unido, importado por BAT). A quantidade de ciclos foi determinada por estudo similar anterior (Copello et al., 2020). Ao fim dos 21 ciclos, os corpos de prova foram descolados dos fios utilizando alicate de corte de amarelo e a cola quente foi removida de cada corpo de prova utilizando um cabo de bisturi com lâmina número 12 acoplada. Após a remoção, os corpos de prova foram colocados em cuba ultrassônica (Cristófolli, Campo Mourão, Paraná, Brasil) com água destilada durante 30 segundos com objetivo de remover o excesso de fuligem da fumaça que pudesse ficar impregnada na superfície dos alinhadores.

### **3.7 EXPOSIÇÃO À SALIVA ARTIFICIAL**

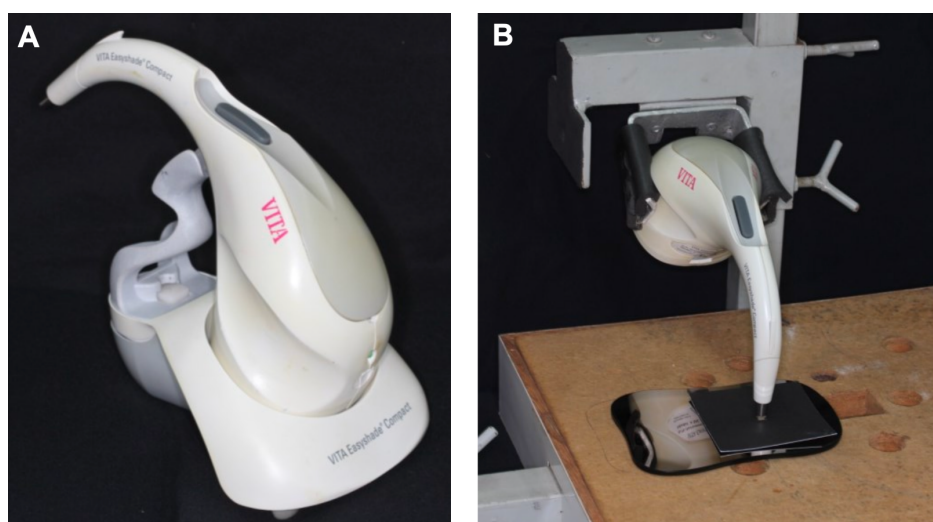
Ambos GE e GC foram expostos à saliva artificial nas mesmas condições por igual período de tempo, com a diferença de que para o GE a exposição à saliva artificial aconteceu somente após o término dos ciclos de exposição à fumaça de cigarro. Os corpos de prova do foram mantidos imersos em banho de saliva artificial a 37°C para mimetizar as condições bucais sob agitação constante, dentro de estufa (modelo 002 CB, Fanem, São Paulo/SP, Brasil) por 15 dias, sendo a troca da saliva realizada três vezes ao dia. Quanto ao meio aquoso a simulação foi por meio de banho em 120 mL de saliva artificial (cloreto de sódio a 0,067%, natrosol 0,5%, benzoato de sódio 0,05%, sorbitol 2,4%, água deionizada qsp 100%, pH neutro) disposta à 37°C.

### **3.8 ANÁLISE DA ALTERAÇÃO DE COR**

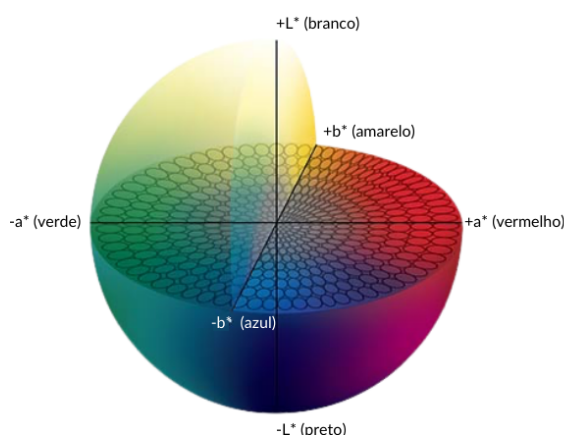
A leitura colorimétrica dos corpos de prova foi feita na superfície vestibular dos alinhadores com o auxílio do espectrofotômetro digital portátil VITA Easyshade®

Compact (Modelo DEASYC220, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Alemanha), (Figura 6A, página14), posicionado perpendicularmente ao corpo de prova, por meio de um suporte pré-fabricado, no mesmo ambiente de luminosidade. Os corpos de prova foram posicionados numa superfície espelhada, espelho intrabucal Barasch (Barasch Sylmar — Indústria metalúrgica LTDA, Água Branca, São Paulo, Brasil), para evitar a influência do fundo (Lee et al., 2002) e posicionada uma máscara de papel cartão preto opaco com janela central de abertura do tamanho do corpo de prova (Bolt, 1994), diminuindo, com isso, o fator ambiental (Figura 6B, página14).

A cor foi avaliada de acordo com a escala de cor da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE)  $L^*A^*B^*$  (Figura 7, página15), relativa ao padrão de iluminação D65, o qual divide a cor pelo processo matemático de curva colorimétrica em campos:  $L^*$  ou  $\Delta L^*$ , que representa a luminosidade, ou os valores da cor (do preto ao branco); o eixo  $a^*$  ou  $\Delta a^*$  que mede do verde ao vermelho e o eixo  $b^*$  ou  $\Delta b^*$  que mede do amarelo ao azul.



**Figura 6** Fotografia do espectrofotômetro digital portátil VITA Easyshade® Compact (A); Espectrofotômetro e alinhador na superfície espelhada para leitura colorimétrica (B).



**Figura 7** Figura representativa do espectro de cor (CIE)  $L^*a^*b^*$ .

Foram realizadas três medidas para cada corpo de prova mantendo o espectrofotômetro na mesma posição. O valor obtido para cada corpo de prova ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) correspondeu à média dessas medidas.

A alteração total de cor ( $\Delta E$ ) foi calculada pela equação  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ , na qual  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  são as diferenças entre valores de “L”, “a” e “b” finais (T1), obtidos após a exposição a fumaça de cigarro, e iniciais (T0) coletados antes do experimento. Todos os corpos de prova tiveram a cor avaliada pelo mesmo operador em T0 e T1.

Para avaliar a alteração de cor, o  $\Delta E$  foi convertido para a escala do National Bureau of Standards (NBS) que é usada para descrever os níveis de percepção da variação de cor a partir de inspeção visual (Quadro 3, página 16). O valor de  $\Delta E$  é convertido para a escala NBS através da equação:  $NBS = \Delta E \times 0.92$  para relacionar o valor de  $\Delta E$  com padrões clínicos (Koksal, Dikbas, 2008; Fernandes et al., 2014; Inami et al., 2015 )



**Quadro 3** Padrões da NBS para classificação das alterações de cor.

<b>National Bureau of Standards (unidades)</b>	<b>Descrição da alteração de cor</b>
0.0-0.5	Extremamente leve
0.5-1.5	Leve
1.5-3.0	Perceptível
3.0-6.0	Acentuada
6.0-12.0	Extremamente acentuada
12.0 ou mais	Mudança para outra cor

### 3.9 ANÁLISE DE TRANSMITÂNCIA DE LUZ

A transmitância é a fração de luz incidente, em um determinado comprimento de onda, que atravessa o material. Quanto maior a transmitância, mais transparente o material (Lombardo et al., 2015).

Foi usado um espectrofotômetro microprocessado (Bioespectro SP-220, Paraná, Curitiba, Brasil) especialmente desenvolvido para trabalhos sob faixas de luz ultravioleta e visíveis (Figura 8, página 17). Uma máscara de papel cartão preto opaco com janela central do tamanho do corpo de prova foi fabricada para cada um deles (Lee, 2008). O conjunto máscara-corpo-de-prova, por sua vez, foi posicionado na superfície externa da cubeta voltado para o feixe de luz, em altura correspondente, fazendo com que a luz só atravessasse a região do corpo de prova. Antes das medidas de cada corpo de prova, o espectrofotômetro era calibrado usando apenas a cubeta, correspondendo a 100 %T (percentagem de transmitância), e a cubeta com a máscara, sem a janela, correspondendo a 0 %T.

A análise de transmissão direta dos corpos de prova foi realizada três vezes em um comprimento de onda de 400 a 700 nm, correspondente ao comprimento de

onda da luz visível. O valor obtido para cada corpo de prova correspondeu à média. Foram feitas medidas em T0 e T1 para ambos GC e GE.



**Figura 8** Fotografia do espectrofotômetro de ultravioleta visível.

### **3.10 ANÁLISE DA RUGOSIDADE DE SUPERFÍCIE**

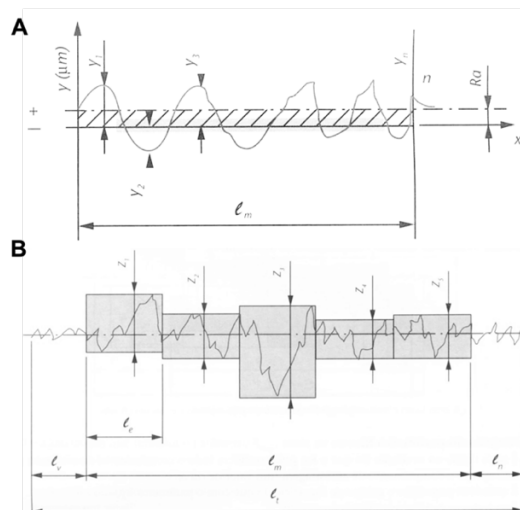
A rugosidade superficial foi avaliada através do rugosímetro digital Mitutoyo SJ-310 (Mitutoyo, Suzano, São Paulo, Brasil) utilizando o padrão ISO 4287-1997, cada corpo de prova foi fixado com fita adesiva na superfície da mesa teste do aparelho (Figura 09, página 18) e a rugosidade foi avaliada na região média no sentido cervico-oculal e latero-lateral da superfície vestibular. O rugosímetro foi ajustado com amplitude do movimento de leitura da ponta do rugosímetro de 0.25mm, com velocidade de leitura de 0,5mm/s e amostragem (*cut-off*) de 5. Três medidas em cada corpo de prova foram feitas, girando-o em 90° para cada nova mensuração. Foram medidas a rugosidade em T0 e a rugosidade final em T1 em GC e GE.

Foram utilizados os parâmetros de rugosidade média (Ra) e rugosidade de profundidade média (Rz). A rugosidade média (Ra) consiste na média aritmética dos valores absolutos das ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média, dentro do percurso de medição. Já rugosidade de profundidade média (Rz) corresponde à média das distâncias entre os picos e os vales

mais pronunciados de 5 comprimentos de amostragem (*cut-offs*) consecutivos (Figura 10, página 18).



**Figura 09** Fotografia do rugosímetro digital. A seta aponta para o corpo de prova fixado na mesa para teste



**Figura 10** Esquema representativo do conceito de  $R_a$  (A) e  $R_z$  (B). Onde:  $y_1, y_2, y_n$  são as ordenadas de afastamento dos pontos do perfil de rugosidade em relação à linha média;  $\ell_m$  é o percurso de medição;  $z_1, z_2, z_3, z_4, z_5$  são as ordenadas de maior afastamento acima e abaixo da linha média dentro do *cut-off* ( $\ell_c$ ).

### **3.11 ANÁLISE ESTATÍSTICA**

Os resultados foram reunidos e analisados estatisticamente utilizando o software SPSS v26 (Statistical Package of Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A aderência à curva normal foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Constatada a distribuição normal, para comparar os valores dos parâmetros de cor, transmitância e rugosidade entre GC e GE foi utilizado o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores desses parâmetros intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 0,05.

## **4 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

### **4.1 ARTIGO**

LIRA, L.F.; BARRETO, L.S.C.; GALISTEU-LUIZ, K. ELIAS, C.N.; SOUZA, M.M.G.S.

**Efeito da fumaça de cigarro nas propriedades óticas de cor e transmissão de luz em alinhadores ortodônticos: estudo *in vitro*.**

Artigo a ser submetido para publicação no periódico *Internacional Orthodontics*.

### **4.2 ARTIGO**

LIRA, L.F.; SC BARRETO, L.S.C.; GALISTEU-LUIZ, K. ELIAS, C.N.; SOUZA, M.M.G.S.

**Avaliação da rugosidade de superfície de alinhadores ortodônticos expostos à fumaça de cigarro.**

Artigo a ser submetido para publicação no periódico *Internacional Orthodontics*

#### 4.1 ARTIGO

##### **Efeito da fumaça de cigarro nas propriedades óticas de cor e transmissão de luz em alinhadores ortodônticos: estudo *in vitro*.**

Larine Ferreira Lira<sup>a</sup>, Luísa Schubach da Costa Barreto<sup>a</sup>, Kelly Galisteu Luiz<sup>a</sup>, Carlos Nelson Elias<sup>b</sup>, Margareth Maria Gomes de Souza<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>b</sup> Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.

Autor Correspondente: Margareth Maria Gomes de Souza.

<sup>a</sup> Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 – Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ CEP 21941-590

Tel: (55 21) 2590-2727 Fax: (55 21) 2590-2771

Email: [margasouzaster@gmail.com](mailto:margasouzaster@gmail.com)

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo desse estudo foi avaliar as propriedades ópticas de cor e transmissão de luz de superfície alinhadores ortodônticos após exposição à fumaça de cigarro. **Materiais e métodos:** Foram utilizadas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores (Invisalign®). As amostras foram divididas igual (n=10) e aleatoriamente em 2 grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). O GE foi exposto à fumaça de cigarro utilizando um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado, onde as amostras foram expostas a 21 ciclos de fumaça e posteriormente armazenadas em saliva artificial à 37°C por 15 dias. O GC foi somente exposto à saliva artificial na mesma condição. Para avaliar as mudanças de cor e transmitância dos alinhadores, foi empregado um espectrofotômetro calibrado pelo sistema CIE ( $L^*a^*b^*$ ), utilizado sob faixas de luz ultravioleta e visíveis. A diferença total de cor ( $\Delta E$ ) e o NBS entre os grupos foram calculados. Foram feitas medidas iniciais em T0 (antes da exposição à fumaça de cigarro e à saliva artificial) e finais em T1 (após a exposição ao cigarro e à saliva). Comparou-se os parâmetros entre GC e GE utilizando o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores dos parâmetros analisados intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido  $\alpha=0,05$ . **Resultados:** Para todos os parâmetros de cor em T1 houve diferença ( $p<0,05$ ) quando comparados GC ( $L: 87,400 \pm 0,681$ ;  $a: 0,746 \pm 0,094$ ;  $b: 3,393 \pm 0,171$ ) com GE ( $L: 77,208 \pm 3,337$ ;  $a: -1,576 \pm 0,025$ ;  $b: 6,747 \pm 0,557$ ). O  $\Delta E$  do GC (2,39) e GE (14,27) apresentaram-se diferentes ( $p=0,002$ ), ao

converter tais valores para a escala NBS, resultaram em um valor de 2,20 e 13,13. Ao comparar os grupos houve diminuição da transmitância ( $p=0,014$ ) sendo de maior magnitude no GE. **Conclusões:** A exposição à fumaça de cigarro tornou os alinhadores mais escuros, amarelados e diminui a transmissibilidade de luz, deixando-os mais opacos.

**Palavras-chaves:** Alinhadores ortodônticos transparentes; Tabaco; Cor.

## INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos a Ortodontia testemunhou o uso de alinhadores se tornar uma alternativa para tratamento de algumas má oclusões em detrimento ao uso do aparelho ortodôntico convencional com fios e bráquetes<sup>1</sup>. Uma das justificativas para este cenário está no marketing enérgico de empresas e fabricantes, mas também nas considerações estéticas<sup>2</sup> e anseio por conforto pelos pacientes<sup>3,4</sup>

Esse contexto é, portanto, resultante de um amplo processo observado nas últimas décadas para tornar o aparelho ortodôntico mais discreto e imperceptível, graças ao avanço do conhecimento e de tecnologias<sup>5</sup>. Há relatos da existência de mais de 27 marcas de alinhadores ortodônticos no mercado internacional, sendo a mais popular delas, a Invisalign®<sup>6</sup>, além do uso de alinhadores “in office” utilizando impressão 3D<sup>7,8</sup>. Há algumas razões que explicam a popularidade dos alinhadores comparado com as modalidades tradicionais de tratamento ortodôntico, para além da óbvia aparência estética, estão: higiene oral facilitada, e consequente prevenção de



doenças periodontais, praticidade, menor desconforto para o paciente e menor tempo de consulta<sup>9-11</sup>.

Sabe-se que o perfil etário de quem procura tratamento ortodôntico também é variado: desde crianças à adolescentes, jovens, adultos e idosos. Mas, em geral, é a população jovem e adulta, especialmente, mulheres que requerem aparelhos ortodônticos mais estéticos<sup>4,11,12</sup>.

Segundo a Organização Mundial de Saúde, em 2021, 22,3% da população global adulta fumava<sup>13</sup>. No mesmo ano, 12,5% (30,8 milhões) dos adultos que vivem nos EUA fumam, dos quais 14,1% são homens e 11% são mulheres<sup>14</sup>. No Brasil, em 2019, os números mais recentes apontam que 12,6% da população adulta é fumante destes 15,9% são homens e 9,6% são mulheres, destes fumantes 39% afirmam fumar mais do que 11 cigarros por dia<sup>15</sup>.

Sabe-se que a fumaça de cigarro é um dos motivos para ocorrer variabilidade de cor em materiais estéticos de aparelhos ortodônticos, a exemplo de bráquetes e fios estéticos<sup>16,17</sup>. Tais materiais, assim como os alinhadores ortodônticos estão os mais suscetíveis àquelas alterações de cor as quais se dão por manchamentos extrínsecos causadas por corantes da dieta, hábitos de higiene e estilo de vida do indivíduo, como o próprio tabagismo<sup>16,18-20</sup> bem como fatores inerentes ao indivíduo, como pH salivar, que também podem contribuir para mudanças de cor. Ademais, no caso de pacientes fumantes, a cavidade oral fica mais suscetível à fumaça do cigarro, que é constituída de substâncias tóxicas, como monóxido de carbono, amônia, níquel, arsênico, alcatrão, chumbo e cádmio<sup>21</sup>.

Alguns estudos avaliaram a estabilidade de cor de alinhadores ortodônticos de diferentes marcas sujeitos a diversos agentes descolorantes<sup>22-24</sup> bem como expostos ao meio intrabucal<sup>25</sup>. Também já foram feitos estudos relacionando as alterações de cor bráquetes<sup>17</sup> e fios estéticos<sup>16</sup> à exposição à fumaça de cigarro, contudo, até a conclusão deste trabalho, não foram encontrados estudos que avaliassem a estabilidade de cor de alinhadores quando expostos à fumaça de cigarro. Portanto, o objetivo do presente estudo foi avaliar as propriedades ópticas de cor e transmissão de luz de alinhadores ortodônticos quando submetidos à fumaça de cigarro.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### ***Amostra e confecção dos corpos de prova***

Para avaliação das propriedades ópticas foram utilizadas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores transparentes Invisalign® (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia, EUA). Não foram selecionadas superfícies com presenças de *attachments* (relevos sobre o material plástico). Os corpos de prova foram divididos e alocados aleatoriamente em 2 grupos: Grupo Controle (n=10) e Grupo Experimental (n=10), conforme disposto no Quadro 1.

**Quadro 1** Distribuição e características da amostra para análises das propriedades ópticas.

<b>Grupos</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>
Controle (n=10)	Antes da exposição à saliva artificial	Após exposição à saliva artificial
Experimental (n=10)	Antes da exposição à fumaça de cigarro	Após exposição à fumaça de cigarro e à saliva

Os corpos de prova alocados no GE, após realizadas as medidas em T0 foram dispostos em um dispositivo confeccionado exclusivamente para esse estudo. A base do dispositivo foi feita resina acrílica autopolimerizável (JET - Clássico, Campo Limpo Paulista, Brasil) onde foram acomodados três segmentos de fio de aço retangular 0.018"x0.025" (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil). Somente a face lingual dos alinhadores, na qual não se executou nenhuma análise, foi fixada aos segmentos de fios utilizando cola quente. Tomou-se o cuidado de utilizar o mínimo de cola quente possível e somente em locais onde seu uso não prejudicasse as análises. Esse arranjo dos corpos de prova permitiu realizar a fase de exposição à fumaça do cigarro.

### ***Exposição à fumaça de cigarro***

O método utilizado para expor os corpos de prova à fumaça de cigarro resultou da adaptação de métodos descritos anteriormente<sup>26,27</sup>. A exposição foi realizada em um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado (Figura 1) que continha duas câmaras (Figura 1 A e B), separadas por uma divisória com dez orifícios (Figura 1 C), e ainda, um orifício de entrada de ar (Figura 1 D), e dois orifícios de saída de ar (Figura 1).

Os cigarros foram posicionados nos orifícios da divisória com auxílio de suportes plásticos (protetores descartáveis de seringa tríplice - Figura 2A), de maneira que o filtro ficasse voltado para a câmara B, onde os corpos de prova foram posicionados (Figura 2B). Após os cigarros serem acesos e o dispositivo ser tampado, a câmara A recebia ventilação externa de um inalador ultrassônico (US-800 air, ICEL, Brasil) acoplado ao orifício D, para fornecer fluxo de ar constante; e na câmara B, dois sugadores foram acoplados nos orifícios E, para criar uma pressão negativa e fazer o ar atravessar a barreira dos filtros dos cigarros, de modo que a fumaça entrasse em contato com os corpos de prova.

Os cigarros queimavam por um tempo de aproximadamente 6 minutos e eram trocados sempre simultaneamente, de modo que o dispositivo de acrílico não fosse aberto a todo momento. Os corpos de prova do GE foram expostos a 21 ciclos (10 cigarros/ciclo) consecutivos de fumaça de cigarro (Rothmans Blue, Londres, Reino Unido, importado por BAT). A quantidade de ciclos foi determinada por estudo similar anterior<sup>16</sup>. Ao fim dos ciclos, os corpos de prova foram descolados dos fios utilizando alicate de corte de amarelo e a cola quente foi removida de cada corpo de prova utilizando um cabo de bisturi com lâmina número 12 acoplada. Após a remoção, os corpos de prova foram colocados em cuba ultrassônica (Cristófolli, Campo Mourão, Paraná, Brasil) com água destilada durante 30 segundos com objetivo de remover o excesso de fuligem da fumaça que pudesse ficar impregnada na superfície dos alinhadores.

### ***Exposição à saliva artificial***

Ambos GE e GC foram expostos à saliva artificial, com a diferença de que para o GE a exposição à saliva artificial aconteceu somente após o término dos ciclos de exposição à fumaça de cigarro. Os corpos de prova foram mantidos imersos em banho de saliva artificial a 37°C para mimetizar as condições bucais sob agitação constante, dentro de estufa (modelo 002 CB, Fanem, São Paulo/SP, Brasil) por 15 dias, sendo a troca da saliva realizada três vezes ao dia. Quanto ao meio aquoso a simulação foi por meio de banho em 120 mL de saliva artificial (cloreto de sódio a 0,067%, natrosol 0,5%, benzoato de sódio 0,05%, sorbitol 2,4%, água deionizada qsp 100%, pH neutro) disposta à 37°C.

### ***Análise da alteração de cor***

A leitura colorimétrica dos corpos de prova foi feita na superfície vestibular dos alinhadores com o auxílio do espectrofotômetro digital portátil VITA Easyshade® Compact (Modelo DEASYC220, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Alemanha), posicionado perpendicularmente ao corpo de prova, por meio de um suporte pré-fabricado, no mesmo ambiente de luminosidade. Os corpos de prova foram posicionados numa superfície espelhada, espelho intrabucal Barasch (Barasch Sylmar — Indústriametalúrgica LTDA, Água Branca, São Paulo, Brasil), para evitar a influência do fundo<sup>28</sup> e posicionada uma máscara de papel cartão preto opaco com janela central de abertura do tamanho do corpo de prova<sup>29</sup>, diminuindo, com isso, o fator ambiental.

A cor foi avaliada de acordo com a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE)  $L^*a^*b^*$ , relativa ao padrão de iluminação D65, o qual divide a cor pelo processo matemático de curva colorimétrica em campos:  $L^*$  ou  $\Delta L^*$ , que representa a luminosidade, ou os valores da cor (do preto ao branco); o eixo  $a^*$  ou  $\Delta a^*$  que mede do verde ao vermelho e o eixo  $b^*$  ou  $\Delta b^*$  que mede do amarelo ao azul. Foram realizadas três medidas para cada corpo de prova mantendo o espectrofotômetro na mesma posição. O valor obtido para cada corpo de prova ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) correspondeu à média dessas medidas.

A alteração total de cor ( $\Delta E$ ) foi calculada pela equação  $\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$ , na qual  $\Delta L$ ,  $\Delta a$ ,  $\Delta b$  são as diferenças entre valores de “L”, “a” e “b” finais T1 e iniciais T0. Todos os corpos de prova tiveram a cor avaliada pelo mesmo operador em T0 e T1.

Para avaliar a alteração de cor, o  $\Delta E$  foi convertido para a escala do National Bureau of Standards (NBS) que é usada para descrever os níveis de percepção da variação de cor a partir de inspeção visual (Quadro 2). O valor de  $\Delta E$  é convertido para a escala NBS através da equação:  $NBS = \Delta E \times 0.92$  para relacionar o valor de  $\Delta E$  com padrões clínicos<sup>30</sup>.

**Quadro 2** Padrões da NBS para classificação das alterações de cor.

<b>National Bureau of Standards (unidades)</b>	<b>Descrição da alteração de cor</b>
0.0-0.5	Extremamente leve
0.5-1.5	Leve
1.5-3.0	Perceptível
3.0-6.0	Acentuada
6.0-12.0	Extremamente acentuada
12.0 ou mais	Mudança para outra cor

### ***Análise da transmitância de luz***

A transmitância é a fração de luz incidente, em um determinado comprimento de onda, que atravessa o material. Quanto maior a transmitância, mais transparente o material <sup>25</sup>.

Foi usado um espectrofotômetro microprocessado (Bioespectro SP-220, Paraná, Curitiba, Brasil) especialmente desenvolvido para trabalhos sob faixas de luz ultravioleta e visíveis. Uma máscara de papel cartão preto opaco com janela central do tamanho do corpo de prova foi fabricada para cada um deles<sup>31</sup>. O conjunto máscara-corpo-de-prova, por sua vez, foi posicionado na superfície externa da cubeta voltado para o feixe de luz, em altura correspondente, fazendo com que a luz só atravessasse a região do corpo de prova. Antes das medidas de cada corpo de prova, o espectrofotômetro era calibrado usando apenas a cubeta, correspondendo a 100 %T (percentagem de transmitância), e a cubeta com a máscara, sem a janela, correspondendo a 0 %T.

A análise de transmissão direta dos corpos de prova foi realizada três vezes em um comprimento de onda de 400 a 700 nm, correspondente ao comprimento de onda da luz visível. O valor obtido para cada corpo de prova correspondeu à média. Foram feitas medidas em T0 e T1 para ambos GC e GE.

### ***Análise estatística***

Os resultados foram reunidos e analisados estatisticamente utilizando o software SPSS v26 (Statistical Package of Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A aderência à curva normal foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Constatada a distribuição normal, para comparar os valores dos parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ) e transmitância entre GC e GE foi utilizado o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores dos parâmetros analisados intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 0,05.

## **RESULTADOS**

A Figura 3 mostra a modificação de cor dos alinhadores antes e após a exposição à fumaça de cigarro. Análises descritivas e comparativas os parâmetros de cor ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ) estão dispostos na Tabela 1. A análise estatística demonstrou não existir diferenças estatisticamente significante em T0 para os parâmetros  $L^*$  ( $p=0,862$ ),  $a^*$  ( $p=0,967$ ) e  $b^*$  ( $p=0,129$ ) quando comparados GC ( $L: 89,620 \pm 0,326$ ;  $a: 0,552 \pm 0,033$ ;  $b: 3,226 \pm 0,048$ ) com GE ( $L: 89,707 \pm 0,369$ ;  $a: 0,550 \pm 0,032$ ;  $b: 3,423 \pm 0,111$ ), evidenciando amostras padronizadas antes do início do experimento.



Para todos os parâmetros de cor em T1 houve diferença ( $p < 0,05$ ) quando comparados GC ( $L: 87,400 \pm 0,681$ ;  $a: 0,746 \pm 0,094$ ;  $b: 3,393 \pm 0,171$ ) com GE ( $L: 77,208 \pm 3,337$ ;  $a: -1,576 \pm 0,025$ ;  $b: 6,747 \pm 0,557$ ). Em T1 é possível observar alterações nos valores dos três parâmetros de cor, em ambos os grupos, no entanto, no GE foi onde se encontrou as maiores variações, sendo estas significativas estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

Em relação à  $L^*$ , ambos os grupos GC e GE, tiveram sua luminosidade diminuída em T1 e, quando comparados entre si, apresentaram-se diferentes ( $p = 0,014$ ) sendo a maior diminuição observada no GE. Quando as amostras do GC foram comparadas entre si em T0 e T1, para  $L^*$  houve diminuição ( $p = 0,005$ ), quanto ao parâmetro  $a^*$  e  $b^*$  ocorreu aumento dos valores, porém sem diferença ( $p = 0,054$  e  $p = 0,370$ , respectivamente).

As amostras do GE quando comparadas entre si em T0 e T1, para valores de  $L^*$  houve diminuição ( $T0-T1 = -12,429$ ;  $p = 0,004$ ). Essa diminuição da luminosidade representa escurecimento da amostra. Para  $a^*$  também houve diminuição ( $T0-T1 = -2,126$ ;  $p = 0,001$ ), o que tende ao espectro verde e para  $b^*$  ocorreu aumento ( $T0-T1 = 0,167$ ;  $p = 0,001$ ) o que denota espécimes amarelados.

Na Tabela 2 estão descritos os valores de  $\Delta E$  obtidos para GC e GE, quando comparados os grupos apresentaram diferenças ( $p = 0,002$ ). O valor de  $\Delta E$  para GC foi de 2,39 e para GE de 14,27, quando convertidos tais valores para a escala NBS resultam em um valor de 2,20 e 13,13, respectivamente. Pela escala NBS, os valores

no GC determinaram uma alteração de cor classificada como perceptível, e para o grupo GE foi classificado como uma mudança para outra cor.

A Tabela 3 exibe a estatística descritiva e comparativa entre os grupos GC e GE para os valores de transmitância em T0 e T1. Quando os grupos são comparados em T0 não há diferença ( $p=0,086$ ), já em T1 há diminuição da transmitância ( $p=0,014$ ), sendo de maior magnitude no GE. No GC não houve diferença estatisticamente significativa ( $p=0,325$ ) quando as amostras do grupo são comparadas em T0 e T1. No GE ao se comparar as amostras em T0 e T1 há diferença significativa ( $p=0,003$ ).

## DISCUSSÃO

Análises químico-físicas, prévias a este estudo revelam que a maioria dos alinhadores têm em sua composição materiais termoplásticos à base de PETG<sup>22,32</sup>. Já os alinhadores Invisalign® também possuem uma base polimérica atribuível ao poliuretano<sup>33-37</sup>. Materiais poliméricos amorfos, tais como PETG e o poliuretano, possuem a estrutura molecular desordenada, portanto a luz pode passar facilmente através do material devido à reflexão difusa e alta transmitância, de modo que a maioria dos materiais poliméricos amorfos é transparente e tem sido escolhidos cada vez mais para fins estéticos, por tais características<sup>38</sup>.

Entretanto, polímeros à base de poliuretano como o Invisalign® contém o grupamento -NHCOO- cuja unidade estrutural é propensa à formação de ligações de hidrogênio devido à sua polaridade, podendo, dessa forma, interagir com pigmentos

hidrofílicos facilitando a descoloração e diminuição da transmitância<sup>22,39,40</sup> o que corrobora com os resultados do presente estudo.

A alteração de cor apresentada pelos alinhadores no estudo está possivelmente associada à adsorção ou penetração de pigmentos de nicotina à superfície do polímero constituinte do alinhador<sup>32</sup>. Este resultado provavelmente pode ser atribuível ao material base de confecção do polímero e, também, pode estar associado ao processo fabricação do alinhador, o qual pode resultar na formação de uma superfície irregular capaz de aprisionar substâncias, resíduos e impurezas oriundas da fumaça de cigarro.

Embora, até a presente data, nenhum estudo avaliando o efeito da fumaça de cigarro em alinhadores tenha sido encontrado, alguns estudos<sup>22,23,36,41</sup> avaliaram a morfologia da superfície de alinhadores através da microscopia eletrônica de varredura e alguns defeitos na superfície foram encontrados, bem como porosidades, o que poderia facilitar ainda mais a pigmentação pela nicotina.

Outros estudos avaliando estabilidade de cor de alinhadores demonstram que ligeiras alterações de cor são observadas em 7 dias de uso e maiores alterações na escala de NBS com 14 dias de uso especialmente para nicotina (solução), café e vinho<sup>32,42</sup>. É postulado que para a interpretação de dados clinicamente, de acordo alguns estudos<sup>43-45</sup>, um valor  $\Delta E$  superior a 3,3 (equivalente a escala NBS de 3) é visualmente notável por leigos. No presente estudo, de acordo com a escala NBS a alterações de cor foi classificada como mudança para outra cor, resultado semelhante foi encontrado em outro estudo<sup>32</sup>. Essa instabilidade é problemática no contexto de

alinhadores, cujas razões e propostas de uso são exclusivamente estéticas, portanto, a estabilidade de cor do material deve ser desejável, ainda que sua troca seja feita entre 7 a 14 dias.

Nesse estudo observou-se que os alinhadores expostos à fumaça de cigarro se tornaram escurecidos, amarelados e com menor transmissibilidade de luz, isto é, mais opacos. A diminuição da luminosidade e transmissibilidade de luz também ocorreu em alinhadores expostos somente à saliva, entretanto essas alterações foram sutis e as diferenças não foram significativas. Estudos *in vivo*<sup>36</sup> e *in vitro*<sup>23,25,36</sup> com alinhadores também observaram diminuição da luminosidade e transmitância após exposição à saliva artificial e outros agentes descolorantes.

Demonstrou-se, nesse estudo, que houve uma tendência à escala de cor verde com os parâmetros de  $a^*$  diminuindo ao fim da exposição à fumaça, bem como de uma tendência também à cor amarela, já que os valores de  $b^*$  aumentaram após o fim do experimento. Uma possível explicação se daria pelo fato de que a percepção da cor está intimamente relacionada à dispersão de luz, de forma que diferenças na textura da superfície, também podem influenciá-la.

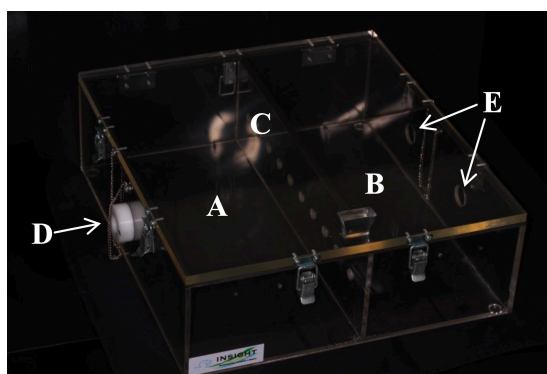
## **CONCLUSÕES**

A exposição à fumaça de cigarro tornou os alinhadores mais escuros, amarelados e diminui a transmissibilidade de luz, deixando-os mais opacos.

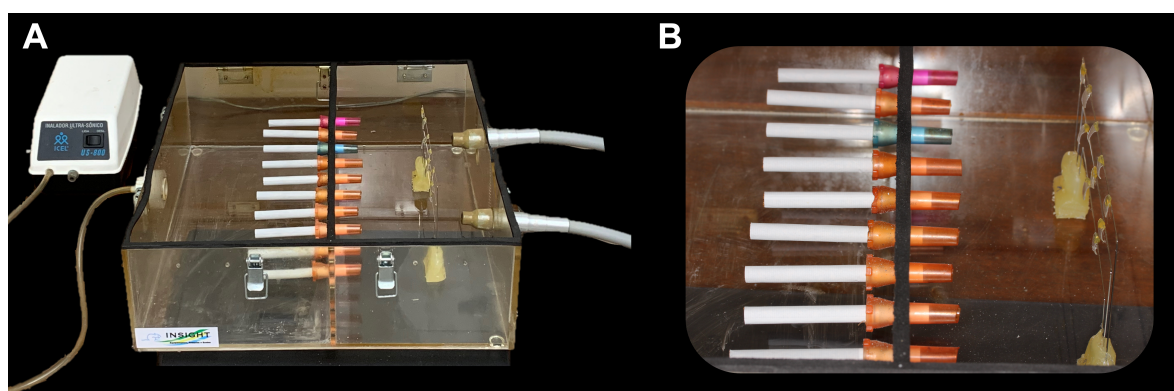
## **AGRADECIMENTOS**

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

## APÊNDICES – FIGURAS



**Figura 1** Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E).



**Figura 2** Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B).



**Figura 3** Fotografia do corpo de prova após exposição à fumaça de cigarro (A); Fotografia do corpo de prova antes da exposição à fumaça de cigarro (B).

## APÊNDICES – TABELAS

**Tabela 1** – Descrição e comparação dos parâmetros L\*, a\* e b\* entre os grupos controle e experimental.

Parâmetros de cor (CIE L*a*b*)				
		Controle	Experimental	p-valor
L	T0	89,620 ± 0,326	89,707 ± 0,369	0,862
	T1	87,400 ± 0,681	77,208 ± 3,337	0,014
	p-valor	0,005	0,004	
a	T0	0,552 ± 0,033	0,550 ± 0,032	0,967
	T1	0,746 ± 0,094	-1,576 ± 0,025	0,001
	p-valor	0,054	0,001	
b	T0	3,226 ± 0,048	3,423 ± 0,111	0,129
	T1	3,393 ± 0,171	6,747 ± 0,557	0,001
	p-valor	0,370	0,001	

T0 = antes da exposição à saliva e à fumaça de cigarro; T1= após exposição à saliva e à fumaça de cigarro.

**Tabela 2** – Descrição e comparação dos valores de  $\Delta E$  e conversão para escala NBS entre os grupos controle e experimental.

Variação total de cor		
	$\Delta E$	NBS
Controle	2,39 ± 0,56*	2,20 ± 0,52*
Experimental	14,27 ± 2,72*	13,13 ± 2,50*

\*indica diferença estatisticamente significativa (p=0,002) entre grupos.

**Tabela 3** – Descrição e comparação dos valores de transmitância entre os grupos controle e experimental.

<b>Transmitância (%)</b>			
	<b>Controle</b>	<b>Experimental</b>	<b>p-valor</b>
<b>T0</b>	71,826 ± 4,098	68,821± 3,253	0,086
<b>T1</b>	68,396 ± 8,683	59,538 ± 5,089	0,014
<b>p-valor</b>	0,325	0,003	

T0 = antes da exposição à saliva e à fumaça de cigarro; T1= após exposição à saliva e à fumaça de cigarro.



## REFERÊNCIAS

1. Zheng M, Liu R, Ni Z, Yu Z. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics & craniofacial research*. 2017;20(3):127-133.
2. Iliadi A, Koletsi D, Papageorgiou SN, Eliades T. Safety Considerations for Thermoplastic-Type Appliances Used as Orthodontic Aligners or Retainers. A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and In-Vitro Research. *Materials*. 2020;13(8). doi:10.3390/ma13081843
3. Rossini G, Parrini S, Castorflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*. 2014;85(5):881-889.
4. Brown M, Wiltshire W, Pinheiro FHdSL, Schönwetter DJ. Adult patient preference for an orthodontic care provider in Canada. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2022;162(4):477-482.
5. Russell JS. Current products and practice: aesthetic orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics*. 2005;32(2):146-163.
6. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>. *Australian Dental Journal*. 2017/03/01 2017;62(S1):58-62. doi:<https://doi.org/10.1111/adj.12480>
7. Edelmann A, English JD, Chen SJ, Kasper FK. Analysis of the thickness of 3-dimensional-printed orthodontic aligners. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020;158(5):e91-e98.
8. Zinelis S, Panayi N, Polychronis G, Papageorgiou SN, Eliades T. Comparative analysis of mechanical properties of orthodontic aligners produced by different contemporary 3D printers. *Orthodontics & craniofacial research*. 2022;25(3):336-341.
9. Fujiyama K, Honjo T, Suzuki M, Matsuoka S, Deguchi T. Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. *Progress in orthodontics*. 2014;15(1):1-7.
10. Schaefer I, Braumann B. Halitosis, Oral Health and Quality of Life during Treatment with Invisalign® and the Effect of a Low-dose Chlorhexidine Solution. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2010/11/01 2010;71(6):430-441. doi:10.1007/s00056-010-1040-6
11. Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(3):276-e1.

12. Ziuchkovski JP, Fields HW, Johnston WM, Lindsey DT. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(4):S68-S78.
13. World Health O. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000–2025. 2021;
14. Center of Disease Control and Prevention. Smoking & Tobacco Use 2020. Disponível em: <[https://www.cdc.gov/tobacco/data\\_statistics/fact\\_sheets/fast\\_facts/index.htm?CDC\\_AA\\_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata\\_statistics%2Ffact\\_sheets%2Findex.htm](https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets/fast_facts/index.htm?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata_statistics%2Ffact_sheets%2Findex.htm)>. Acesso em: 05, Janeiro, 2023
15. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde: 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE; 2020. 113p Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude.html?=&t=downloads>> Acesso em 05 de Janeiro de 2023.
16. Copello FM, Nojima LI, Souza MMG, et al. The influence of cigarette smoke on colour stability and friction property of aesthetic orthodontic wires—In vitro study. *International Orthodontics*. 2020;
17. Borges L, Castro ACRd, Elias CN, Souza MMGd. Effect of cigarette smoke on aesthetic brackets: an in vitro study. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2022;27
18. Karamouzou A, Athanasiou AE, Papadopoulos MA. Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: a comprehensive review. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 1997;112(1):34-40.
19. Fernandez L, Canut JA. In vitro comparison of the retention capacity of new aesthetic brackets. *The European Journal of Orthodontics*. 1999;21(1):71-77.
20. Zanetti F, Zhao X, Pan J, Peitsch MC, Hoeng J, Ren Y. Effects of cigarette smoke and tobacco heating aerosol on color stability of dental enamel, dentin and composite resin restorations. *Quintessence Int*. 2019;50(2):156-166.
21. McCann D. Tobacco use and oral health. *Journal of the American Dental Association (1939)*. 1989;118(1):18.
22. Liu C-L, Sun W-T, Liao W, et al. Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. *International Journal of Oral Science*. 2016;8(4):246-253.

23. Zafeiriadis AA, Karamouzos A, Athanasiou AE, Eliades T, Palaghias G. In vitro spectrophotometric evaluation of Vivera clear thermoplastic retainer discolouration. *Aust Orthod J*. 2014;30(2):192-200.
24. Bernard G, Rompré P, Tavares JR, Montpetit A. Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods. *Head & Face Medicine*. 2020;16(1):1-11.
25. Lombardo L, Arreghini A, Maccarrone R, Bianchi A, Scalia S, Siciliani G. Optical properties of orthodontic aligners—spectrophotometry analysis of three types before and after aging. *Progress in Orthodontics*. 2015;16(1):1-8.
26. Le Mesurier SM, Stewart BW, Lykke AWJ. Injury to type-2 pneumocytes in rats exposed to cigarette smoke. *Environmental Research*. 1981;24(1):207-217.
27. Mathias P, Costa L, Saraiva LO, Rossi TA, Cavalcanti AN, Da Rocha Nogueira-Filho G. Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase pigmentation in composite resin restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2010;22(4):252-259.
28. Lee YK, Lim BS, Kim CW. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. *Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials*. 2002;63(5):657-663.
29. Bolt RA, Ten Bosch JJ, Coops JC. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. *Physics in Medicine & Biology*. 1994;39(7):1133.
30. Koksall T, Dikbas I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. *Dental materials journal*. 2008;27(1):139-144.
31. Lee Y-K. Colour and translucency of tooth-coloured orthodontic brackets. *The European Journal of Orthodontics*. 2008;30(2):205-210.
32. Daniele V, Macera L, Taglieri G, Spera L, Marzo G, Quinzi V. Color Stability, Chemico-Physical and Optical Features of the Most Common PETG and PU Based Orthodontic Aligners for Clear Aligner Therapy. *Polymers*. 2021;14(1):14.
33. Bradley TG, Teske L, Eliades G, Zinelis S, Eliades T. Do the mechanical and chemical properties of Invisalign™ appliances change after use? A retrieval analysis. *The European Journal of Orthodontics*. 2015:cjv003.
34. Schuster S, Eliades G, Zinelis S, Eliades T, Bradley TG. Structural conformation and leaching from in vitro aged and retrieved Invisalign appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004;126(6):725-728.

35. Alexandropoulos A, Al Jabbari YS, Zinelis S, Eliades T. Chemical and mechanical characteristics of contemporary thermoplastic orthodontic materials. *Australian orthodontic journal*. 2015;31(2):165.
36. Gracco A, Mazzoli A, Favoni O, et al. Short-term chemical and physical changes in Invisalign appliances. *Australian orthodontic journal*. 2009;25(1):34.
37. Trovati G, Sanches EA, Neto SC, Mascarenhas YP, Chierice GO. Characterization of polyurethane resins by FTIR, TGA, and XRD. *Journal of Applied Polymer Science*. 2010;115(1):263-268.
38. Liu M, Ding X, Bai Y, Fang D. The study of the properties of three kinds of thermoplastic material for invisible bracketless appliance. *Am J Chem Appl*. 2015;2(4):57-60.
39. Gunter O. Polyurethane handbook. *Hanser: Munich*. 1985;
40. Cong L, Yang F, Guo G, Ren M, Shi J, Tan L. The use of polyurethane for asphalt pavement engineering applications: A state-of-the-art review. *Construction and Building Materials*. 2019;225:1012-1025.
41. Fang D, Li F, Zhang Y, Bai Y, Wu BM. Changes in mechanical properties, surface morphology, structure, and composition of Invisalign material in the oral environment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2020;157(6):745-753.
42. Daniele V, Macera L, Taglieri G, et al. Thermoplastic disks used for commercial orthodontic aligners: complete physicochemical and mechanical characterization. *Materials*. 2020;13(10):2386.
43. Shiozawa M, Takahashi H, Asakawa Y, Iwasaki N. Color stability of adhesive resin cements after immersion in coffee. *Clinical oral investigations*. 2015;19(2):309-317.
44. Gawriolek M, Sikorska E, Ferreira LFV, et al. Color and luminescence stability of selected dental materials in vitro. *Journal of Prosthodontics: Implant, Esthetic and Reconstructive Dentistry*. 2012;21(2):112-122.
45. Vichi A, Ferrari M, Davidson CL. Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*. 2004;20(6):530-534.

## 4.2 ARTIGO

### **Avaliação da rugosidade de superfície de alinhadores ortodônticos expostos à fumaça de cigarro**

Larine Ferreira Lira<sup>a</sup>, Luísa Schubach da Costa Barreto<sup>a</sup>, Kelly Galisteu Luiz<sup>a</sup>, Carlos Nelson Elias<sup>b</sup>, Margareth Maria Gomes de Souza<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil.

<sup>b</sup> Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, Brasil.

Autor Correspondente: Margareth Maria Gomes de Souza

<sup>a</sup> Departamento de Ortodontia e Odontopediatria, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil

Av. Professor Rodolpho Paulo Rocco, 325 – Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJCEP 21941-590

Tel: (55 21) 2590-2727 Fax: (55 21) 2590-2771

Email: [margasouzaster@gmail.com](mailto:margasouzaster@gmail.com)

## RESUMO

**Objetivo:** O objetivo desse estudo foi avaliar a rugosidade de superfície de alinhadores ortodônticos após exposição à fumaça de cigarro. **Materiais e métodos:** Foram utilizadas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores (Invisalign®). As amostras foram divididas igual (n=10) e aleatoriamente em 2 grupos: grupo controle (GC) e grupo experimental (GE). Para a exposição dos alinhadores do GE à fumaça de cigarro foi utilizado um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado, onde as amostras foram expostas a 21 ciclos de fumaça e posteriormente armazenadas em saliva artificial à 37°C por 15 dias. O GC foi somente exposto à saliva artificial na mesma condição. A rugosidade foi avaliada através do rugosímetro digital. Utilizou-se os parâmetros Ra e Rz, que foram medidos em T0, (antes da exposição à fumaça de cigarro e à saliva artificial) e após a exposição ao cigarro e à saliva (T1). Para comparar os valores dos parâmetros de rugosidade entre GC e GE foi utilizado o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores dos parâmetros analisados intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido  $\alpha=0,05$ .

**Resultados:** Em T1 entre GC e GE houve diferença ( $p=0,046$ ) para Ra (GC:  $0,122 \pm 0,002$ ; GE:  $0,139 \pm 0,007$ ), sendo maiores os valores no GE. Para Rz, quando comparados GC ( $0,616 \pm 0,021$ ) e GE ( $0,741 \pm 0,026$ ), em T1, também houve diferença ( $p=0,002$ ), sendo também maiores os valores encontrados no GE. No GC não houve diferença estatisticamente significativa de Ra ( $p=0,807$ ) e Rz ( $p=0,231$ ) quando comparadas as amostras ao longo do tempo T0 e T1. No GE ocorreu tanto

aumento de Ra ( $p=0,003$ ) e de Rz ( $p=0,014$ ). **Conclusão:** A exposição à fumaça de cigarro resultou em aumento da rugosidade de superfície, em ambos os parâmetros Ra e Rz analisados.

**Palavras-chave:** Alinhadores Estéticos Transparentes; Tabaco; Rugosidade.

## INTRODUÇÃO

Os alinhadores ortodônticos foram introduzidos na Ortodontia como uma alternativa ao tratamento convencional utilizando bráquetes e fios, com a intenção de viabilizar um tratamento ortodôntico mais estético e confortável<sup>1-4</sup>. Otimizou-se a tecnologia de escaneamento e digitalização em favor da prática ortodôntica, obtendo uma série de alinhadores feitos de um material termoplástico a partir de imagens de modelos virtuais em 3D obtidos de uma única moldagem<sup>5</sup>. A técnica foi aceita pelos profissionais e, especialmente, pelos pacientes, quer seja pelo constante marketing das empresas, quer seja pelos próprios anseios por aparelhos mais estéticos e confortáveis<sup>6,7</sup>.

A popularidade da técnica resultou no surgimento de diversos outros tipos de sistemas de alinhadores ortodônticos transparentes no mercado mundial<sup>8,9</sup> e, consequentemente, no aumento considerável do uso de alinhadores como tratamento ortodôntico<sup>10</sup>. Uma pesquisa de 2014<sup>11</sup> entre ortodontistas nos Estados Unidos divulgou que 89% deles haviam tratado pelo menos um caso com alinhadores (em comparação com 76% em 2008<sup>12</sup>) com uma média de 22 casos/ano com alinhadores (em comparação com 12 casos/ano em 2008<sup>12</sup>).

A composição dos alinhadores ortodônticos transparentes é feita, em sua maioria, de polímeros termoplásticos<sup>13,14</sup>, os quais são sensíveis à temperatura, à presença de água e umidade, à natureza química do ambiente e ao processo de fabricação<sup>15,16</sup>. Como qualquer material polimérico exposto ao meio intrabucal, os alinhadores estão sujeitos às intempéries desse ambiente<sup>17,18</sup>, bem como, aos hábitos de higiene e estilo de vida de cada indivíduo, o que pode derivar em degradação da morfologia e alterações na rugosidade de superfície<sup>19</sup>.

O tabagismo é um hábito de vida que está presente em 22,3% da população adulta mundial, segundo a Organização Mundial de Saúde<sup>20</sup>. Os EUA e o Brasil compartilham números semelhantes de fumantes, sendo 14,1% e 15,9% de adultos, respectivamente<sup>21,22</sup>. Sabendo que cada vez mais adultos tem procurado por tratamento ortodôntico e que este público tendem a ser mais críticos com a aparência dos aparelhos<sup>23,24</sup>, e tendo em vista que a fumaça de cigarro pode alterar a rugosidade de superfície de bráquetes estéticos<sup>25</sup>, é válido questionar se alinhadores ortodônticos também poderiam ser suscetíveis à modificações em sua superfície em virtude da exposição à fumaça de cigarro.

Alterações na rugosidade de superfície de materiais poliméricos podem promover maior aderência de biofilme bacteriano<sup>26-28</sup> e em pacientes fumantes o controle desse biofilme deve ser mais rígido. Essa bioadesão da película de biofilme em materiais ortodônticos depende, principalmente, da morfologia de superfície, natureza química, estrutura e propriedades do material do qual ele é feito<sup>29-31</sup>. Diante do exposto, este estudo tem como objetivo avaliar as possíveis alterações na



rugosidade de superfície de alinhadores ortodônticos após exposição à fumaça de cigarro.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *Amostra e confecção dos corpos de prova*

Para avaliar rugosidade superficial foram utilizadas 20 superfícies das faces vestibulares dos incisivos centrais superiores de alinhadores transparentes Invisalign® (*Align Technology*, Santa Clara, Califórnia, EUA). Não foram selecionadas superfícies com presenças de *attachments* (relevos sobre o material plástico). Os corpos de prova foram divididos e alocados aleatoriamente em 2 grupos: Grupo Controle (n=10) e Grupo Experimental (n=10), conforme disposto no Quadro 1.

**Quadro 1** Distribuição e características da amostra para análises de rugosidade superficial.

<b>Grupos</b>	<b>T0</b>	<b>T1</b>
Controle (n=10)	Antes da exposição à saliva artificial	Após exposição à saliva artificial
Experimental (n=10)	Antes da exposição à fumaça de cigarro	Após exposição à fumaça de cigarro e à saliva

Os corpos de prova alocados no GE, após realizadas as medidas em T0 foram dispostos em um dispositivo confeccionado exclusivamente para esse estudo. A base do dispositivo foi feita resina acrílica autopolimerizável (JET - Clássico, Campo Limpo Paulista, Brasil) onde foram acomodados três segmentos de fio de aço retangular 0.018"x0.025" (Morelli, Sorocaba, São Paulo, Brasil). Somente a face lingual dos alinhadores, na qual não se executou nenhuma análise, foi fixada aos segmentos de fios utilizando cola quente. Tomou-se o cuidado de utilizar o mínimo de cola quente possível e somente em locais onde seu uso não prejudicasse as análises. Esse arranjo dos corpos de prova permitiu realizar a fase de exposição à fumaça do cigarro.

### ***Exposição à fumaça de cigarro***

O método utilizado para expor os corpos de prova à fumaça de cigarro resultou da adaptação de métodos descritos anteriormente<sup>32,33</sup>. A exposição foi realizada em um dispositivo de acrílico hermeticamente fechado (Figura 1) que continha duas câmaras (Figura 1A e 1B), separadas por uma divisória com dez orifícios (Figura 1C), e ainda, um orifício de entrada de ar (Figura 1D), e dois orifícios de saída de ar (Figura 1E).

Os cigarros foram posicionados nos orifícios da divisória com auxílio de suportes plásticos (protetores descartáveis de seringa tríplice - Figura 2A), de maneira que o filtro ficasse voltado para a câmara B, onde os corpos de prova foram posicionados (Figura 2B). Após os cigarros serem acesos e o dispositivo ser tampado, a câmara A recebia ventilação externa de um inalador ultrassônico (US-800 air, ICEL, Brasil) acoplado ao orifício D, para fornecer fluxo de ar constante; e na câmara B, dois

sugadores foram acoplados nos orifícios E, para criar uma pressão negativa e fazer o ar atravessar a barreira dos filtros dos cigarros, de modo que a fumaça entrasse em contato com os corpos de prova.

Os cigarros queimavam por um tempo de aproximadamente 6 minutos e eram trocados sempre simultaneamente, de modo que o dispositivo de acrílico não fosse aberto a todo momento. Os corpos de prova do grupo GE foram expostos a 21 ciclos (10 cigarros/ciclo) consecutivos de fumaça de cigarro (Rothmans Blue, Londres, Reino Unido, importado por BAT). A quantidade de ciclos foi determinada por estudo similar anterior<sup>34</sup>. Ao fim dos 21 ciclos, os corpos de prova foram descolados dos fios utilizando alicate de corte de amarelo e a cola quente foi removida de cada corpo de prova utilizando um cabo de bisturi com lâmina número 12 acoplada. Após a remoção, os corpos de prova foram colocados em cuba ultrassônica (Cristófolli, Campo Mourão, Paraná, Brasil) com água destilada durante 30 segundos com objetivo de remover o excesso de fuligem da fumaça que pudesse ficar impregnada na superfície dos alinhadores.

### ***Exposição à saliva artificial***

Ambos GE e GC foram expostos à saliva artificial, com a diferença de que para o GE a exposição à saliva artificial aconteceu somente após o término dos 21 ciclos de exposição à fumaça de cigarro. Os corpos de prova foram mantidos imersos em banho de saliva artificial a 37°C para mimetizar as condições bucais sob agitação constante, dentro de estufa (modelo 002 CB, Fanem, São Paulo/SP, Brasil) por 15

dias, sendo a troca da saliva realizada três vezes ao dia. Quanto ao meio aquoso a simulação foi por meio de banho em 120 mL de saliva artificial (cloreto de sódio a 0,067%, natrosol 0,5%, benzoato de sódio 0,05%, sorbitol 2,4%, água deionizada qsp 100%, pH neutro) disposta à 37°C.

### ***Análise da rugosidade de superfície***

A rugosidade superficial foi avaliada através do rugosímetro digital Mitutoyo SJ-310 (Mitutoyo, Suzano, São Paulo, Brasil) utilizando o padrão ISO 4287-1997, cada corpo de prova foi fixado com fita adesiva na superfície da mesa teste do aparelho e a rugosidade foi avaliada na região média no sentido cervico-oculal e latero-lateral da superfície vestibular. O rugosímetro foi ajustado com amplitude do movimento de leitura da ponta do rugosímetro de 0.25mm, com velocidade de leitura de 0,5mm/s e amostragem (*cut-off*) de 5. Três medidas em cada corpo de prova foram feitas, girando-o em 90° para cada nova mensuração em T0 e T1. Foram utilizados os parâmetros de rugosidade média (Ra) e rugosidade de profundidade média (Rz).

### ***Análise estatística***

Os resultados foram reunidos e analisados estatisticamente utilizando o software SPSS v26 (Statistical Package of Social Sciences, SPSS Inc., Chicago, IL, USA). A aderência à curva normal foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Constatada a distribuição normal, para comparar os valores dos parâmetros de rugosidade (Ra e Rz) entre GC e GE foi utilizado o teste t para amostras independentes. Para comparar os valores dos parâmetros analisados intragrupo ao longo do tempo (T0 e T1) foi

utilizado o teste t para amostras pareadas. Em todas as análises foi estabelecido um nível de significância de 0,05.

## RESULTADOS

A Tabela 1 expõem a estatística descritiva e comparativa para os parâmetros Ra e Rz de rugosidade superficial. Quando comparados GC e GE, em T0, tanto para Ra quanto para Rz não houve diferença ( $p=0,952$  e  $p=0,514$ , respectivamente), demonstrando que ao iniciar o experimento os grupos apresentavam rugosidade de superfície semelhante.

Quando comparados GC e GE, em T1, houve diferença ( $p=0,046$ ) para Ra (GC:  $0,122 \pm 0,002$ ; GE:  $0,139 \pm 0,007$ ), sendo maiores os valores no GE. Para Rz, quando comparados GC ( $0,616 \pm 0,021$ ) e GE ( $0,741 \pm 0,026$ ), em T1, também houve diferença ( $p=0,002$ ), sendo também maiores os valores encontrados no GE.

No GC não houve diferença estatisticamente significativa de Ra ( $p=0,807$ ) e Rz ( $p=0,231$ ) quando comparadas as amostras ao longo do tempo T0 e T1, embora os valores de Rz aumentem. Denotando que a saliva artificial não parece interferir nesses parâmetros. Ao passo que no GE ocorreu tanto aumento de Ra ( $p=0,003$ ) e de Rz ( $p=0,014$ ), demonstrando que a fumaça de cigarro interfere na rugosidade de superfície dos alinhadores.

## DISCUSSÃO

Estudos prévios<sup>14,28,35,36</sup> revelaram que a topografia de superfície dos alinhadores é irregular, mesmo nos alinhadores nunca expostos ao ambiente bucal.

Com base nos resultados do presente estudo, não houve diferença nos valores de Ra e Rz para aqueles alinhadores expostos somente à saliva artificial. Embora a temperatura em que foram expostos e a própria saliva artificial mimetizem um ambiente bucal, sabe-se que *in vivo* as adversidades inerentes à esse ambientes são várias, tais como: ações de enzimas, alterações de pH, consumo de bebidas ácidas e potencial efeito abrasivo dos movimentos mastigatórios podem acentuar irregularidades e a heterogeneidade da superfície favorecendo ainda mais ao aumento da rugosidade do material<sup>37</sup>.

O resultado apresentado neste estudo sugere que a fumaça de cigarro afeta consideravelmente parâmetros Ra e Rz de rugosidade de superfície, além de corroborar com outros achados<sup>36,37</sup> em que os parâmetros de rugosidade aumentaram após o uso oral.

Entretanto, faz-se necessário advertir que parâmetros de rugosidade avaliados isoladamente podem não ser informativos fiéis da real topografia da superfície de um material testado<sup>38,39</sup>, sendo necessário empregar, para melhor compreensão, diferentes métodos de avaliação, a exemplo da perfilometria óptica, microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura.

Uma recente revisão sistemática e meta-análise<sup>40</sup> sobre os parâmetros de higiene bucal revelou que o tratamento ortodôntico com os aparelhos Invisalign® sem o uso de quaisquer acessórios ou adjuntos (*attachements*), está associado a

pontuações de biofilme mais baixas quando comparados com aparelhos fixos em pacientes não fumantes.

Existem alguns estudos que tratam da exposição à fumaça de cigarro em bráquetes<sup>25</sup> e fios ortodônticos estéticos<sup>34</sup> à base de polímeros, sendo relatado o aumento da rugosidade. Entretanto, não foram encontrados estudos que avaliassem esse efeito em alinhadores ortodônticos. O aumento da rugosidade de um polímero pode estimular o acúmulo de biofilme em sua superfície<sup>41</sup>, e, embora, os alinhadores sejam aparelhos removíveis pode-se sugerir que alinhadores expostos à fumaça de cigarro podem ser mais propensos ao acúmulo e retenção de biofilme<sup>42,43</sup>, levantando reflexões a cerca da manutenção da higiene bucal mais rígida e o impacto relativo ao longo do tratamento com alinhadores em pacientes fumantes, uma vez que estes são ainda mais prejudicados pela retenção bacteriana.

Para afirmações categóricas de que a exposição à fumaça de cigarro aumenta a rugosidade de superfície de alinhadores Invisalign® e que, portanto, resulta em maior acúmulo de biofilme bacteriano em sua superfície são necessários outros estudos *in vivo* e *in vitro*, quantificando o biofilme formado, por exemplo.

## CONCLUSÕES

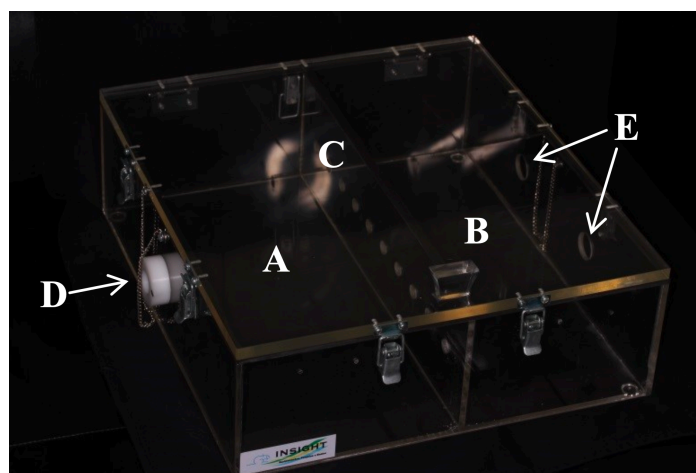
A exposição à fumaça de cigarro resultou em aumento da rugosidade de superfície, em ambos os parâmetros Ra e Rz analisados.

## **AGRADECIMENTOS**

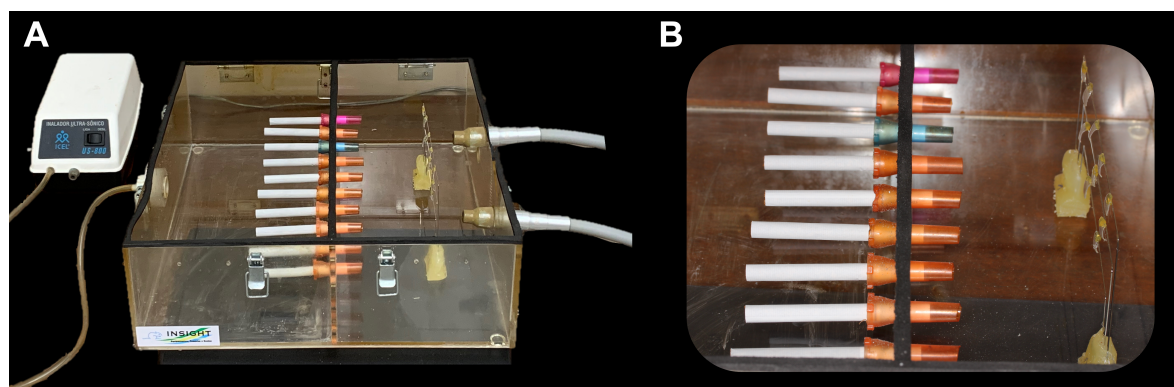
Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).



## APÊNDICES – FIGURAS



**Figura 1** Dispositivo de acrílico utilizado para exposição à fumaça de cigarro; Câmaras (A e B); Divisória com dez orifícios (C); Orifício de entrada de ar (D) onde era fornecido fluxo de ar constante; Dois orifícios de saída de ar (E).



**Figura 2** Fotografia do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (A); Cigarros e corpos de prova posicionados dentro do dispositivo de acrílico para exposição à fumaça (B).

## APÊNDICES – TABELAS

**Tabela 1** – Dados descritivos e comparação dos parâmetros de rugosidade entre os grupos controle e experimental.

Parâmetros de rugosidade ( $\mu\text{m}$ )				
		Controle	Experimental	p-valor
Ra	T0	0,124 $\pm$ 0,003	0,123 $\pm$ 0,005	0,952
	T1	0,122 $\pm$ 0,002	0,139 $\pm$ 0,007	0,046
	p-valor	0,807	0,003	
Rz	T0	0,586 $\pm$ 0,025	0,612 $\pm$ 0,030	0,514
	T1	0,616 $\pm$ 0,021	0,741 $\pm$ 0,026	0,002
	p-valor	0,231	0,014	

T0 = antes da exposição à saliva e à fumaça de cigarro; T1= após exposição à saliva e à fumaça de cigarro.

## REFERÊNCIAS

1. Russell JS. Current products and practice: aesthetic orthodontic brackets. *Journal of Orthodontics*. 2005;32(2):146-163.
2. Ryokawa H, Miyazaki Y, Fujishima A, Miyazaki T, Maki K. The mechanical properties of dental thermoplastic materials in a simulated intraoral environment. *Orthodontic Waves*. 2006;65(2):64-72.
3. Kravitz ND, Kusnoto B, BeGole E, Obrez A, Agran B. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009;135(1):27-35.
4. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. *The Angle Orthodontist*. 2014;85(5):881-889.
5. Joffe L. Current Products and Practice Invisalign®: early experiences. *J orthod*. 2003;30(12):348-352.
6. Meier B, Wiemer K, Miethke R-R. Invisalign®—patient profiling. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2003;64(5):352-358.
7. Nedwed V, Miethke R-R. Motivation, acceptance and problems of Invisalign® patients. *Journal of Orofacial Orthopedics/Fortschritte der Kieferorthopädie*. 2005;66(2):162-173.
8. Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>. *Australian Dental Journal*. 2017/03/01 2017;62(S1):58-62. doi:<https://doi.org/10.1111/adj.12480>
9. Graber LW, Vig KWL. *Ortodontia: princípios e técnicas atuais*. Elsevier Brasil; 2012.
10. Hennessy J, Al-Awadhi EA. Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of orthodontics*. 2016;43(1):68-76.
11. Keim RG, Gottlieb EL, Vogels 3rd DS, Vogels PB. 2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2014;48(10):607-630.
12. Keim RG, Gottlieb EL, Nelson AH, Vogels 3rd DS. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. *Journal of clinical orthodontics: JCO*. 2008;42(11):625-640.
13. Shpack N, Greenstein RB-N, Gazit D, Sarig R, Vardimon AD. Efficacy of three hygienic protocols in reducing biofilm adherence to removable thermoplastic appliance. *The Angle Orthodontist*. 2013;84(1):161-170.

14. Liu C-L, Sun W-T, Liao W, et al. Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. *International Journal of Oral Science*. 2016;8(4):246-253.
15. Callister JR, Ciência WD, de Materiais E. uma introdução. *LTC Editora*. 2002;
16. Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dental Materials*. 2006;22(3):211-222.
17. Alexandropoulos A, Al Jabbari YS, Zinelis S, Eliades T. Chemical and mechanical characteristics of contemporary thermoplastic orthodontic materials. *Australian orthodontic journal*. 2015;31(2):165.
18. Bradley TG, Teske L, Eliades G, Zinelis S, Eliades T. Do the mechanical and chemical properties of Invisalign™ appliances change after use? A retrieval analysis. *The European Journal of Orthodontics*. 2015:cjv003.
19. Gracco A, Mazzoli A, Favoni O, et al. Short-term chemical and physical changes in Invisalign appliances. *Australian orthodontic journal*. 2009;25(1):34.
20. World Health O. WHO global report on trends in prevalence of tobacco use 2000–2025. 2021;
21. Center of Disease Control and Prevention. Smoking & Tobacco Use 2020. Disponível em: <[https://www.cdc.gov/tobacco/data\\_statistics/fact\\_sheets/fast\\_facts/index.htm?CDC\\_AA\\_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata\\_statistics%2Ffact\\_sheets%2Findex.htm](https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets/fast_facts/index.htm?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata_statistics%2Ffact_sheets%2Findex.htm)>. Acesso em: 05, Janeiro, 2023
22. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde: 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE; 2020. 113p Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude.html?=&t=downloads>> Acesso em 05 de Janeiro de 2023.
23. Brown M, Wiltshire W, Pinheiro FHdSL, Schönwetter DJ. Adult patient preference for an orthodontic care provider in Canada. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2022;162(4):477-482.
24. Alansari RA. Youth perception of different orthodontic appliances. *Patient preference and adherence*. 2020;14:1011.
25. Borges L, Castro ACRd, Elias CN, Souza MMGd. Effect of cigarette smoke on aesthetic brackets: an in vitro study. *Dental Press Journal of Orthodontics*. 2022;27

26. Eliades T, Eliades G, Brantley WA. Microbial attachment on orthodontic appliances: I. Wettability and early pellicle formation on bracket materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1995;108(4):351-360.
27. Glauser S, Astasov-Frauenhoffer M, Müller JA, Fischer J, Waltimo T, Rohr N. Bacterial colonization of resin composite cements: influence of material composition and surface roughness. *European Journal of Oral Sciences*. 2017;125(4):294-302.
28. Papadopoulou AK, Cantele A, Polychronis G, Zinelis S, Eliades T. Changes in roughness and mechanical properties of Invisalign® appliances after one-and two-weeks use. *Materials*. 2019;12(15):2406.
29. Ireland AJ, Soro V, Sprague SV, et al. The effects of different orthodontic appliances upon microbial communities. *Orthodontics & craniofacial research*. 2014;17(2):115-123.
30. Lim B-S, Lee S-J, Lee J-W, Ahn S-J. Quantitative analysis of adhesion of cariogenic streptococci to orthodontic raw materials. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2008;133(6):882-888.
31. Jiang Q, Li J, Mei L, et al. Periodontal health during orthodontic treatment with clear aligners and fixed appliances: A meta-analysis. *The Journal of the American Dental Association*. 2018;149(8):712-720.
32. Le Mesurier SM, Stewart BW, Lykke AWJ. Injury to type-2 pneumocytes in rats exposed to cigarette smoke. *Environmental Research*. 1981;24(1):207-217.
33. Mathias P, Costa L, Saraiva LO, Rossi TA, Cavalcanti AN, Da Rocha Nogueira-Filho G. Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase pigmentation in composite resin restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2010;22(4):252-259.
34. Copello FM, Nojima LI, Souza MMG, et al. The influence of cigarette smoke on colour stability and friction property of aesthetic orthodontic wires—In vitro study. *International Orthodontics*. 2020;
35. Daniele V, Macera L, Taglieri G, Spera L, Marzo G, Quinzi V. Color Stability, Chemico-Physical and Optical Features of the Most Common PETG and PU Based Orthodontic Aligners for Clear Aligner Therapy. *Polymers*. 2021;14(1):14.
36. Koletsi D, Panayi N, Laspos C, Athanasiou AE, Zinelis S, Eliades T. In vivo aging-induced surface roughness alterations of Invisalign® and 3D-printed aligners. *Journal of Orthodontics*. 2022:14653125221145948.
37. Schuster S, Eliades G, Zinelis S, Eliades T, Bradley TG. Structural conformation and leaching from in vitro aged and retrieved Invisalign appliances. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*. 2004;126(6):725-728.

38. Eliades T, Gioka C, Eliades G, Makou M. Enamel surface roughness following debonding using two resin grinding methods. *The European journal of orthodontics*. 2004;26(3):333-338.
39. Stout KJ, Blunt L. *Three dimensional surface topography*. Elsevier; 2000.
40. Oikonomou E, Foros P, Tagkli A, Rahiotis C, Eliades T, Koletsi D. Impact of Aligners and Fixed Appliances on Oral Health during Orthodontic Treatment: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Oral Health & Preventive Dentistry*. 2021;19(1):659-672.
41. Joy NV, Pai P, Jyothikiran H, Raghunath N. Effects of orthodontic therapy on halitosis. *International Journal of Orthodontic Rehabilitation*. 2019;10(3):134.
42. Dutra DAM, Pereira GKR, Kantorski KZ, Valandro LF, Zanatta FB. Does finishing and polishing of restorative materials affect bacterial adhesion and biofilm formation? A systematic review. *Operative dentistry*. 2018;43(1):E37-E52.
43. Levrini L, Novara F, Margherini S, Tenconi C, Raspanti M. Scanning electron microscopy analysis of the growth of dental plaque on the surfaces of removable orthodontic aligners after the use of different cleaning methods. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*. 2015;7:125.

## 5 CONCLUSÕES

A exposição dos alinhadores ortodônticos à fumaça de cigarro, demonstrou que:

5.1 Houve alteração nas propriedades ópticas do polímero;

5.1.1 Quanto à cor os alinhadores tornaram-se mais escuros e amarelados;

5.1.2 Quanto à transmitância de luz, os alinhadores tornaram-se mais opacos;

5.2. Houve aumento da rugosidade superficial, tanto no parâmetro Ra (rugosidade média) quanto Rz (rugosidade de profundidade média).

## **6 RECOMENDAÇÕES**

Em estudos posteriores outras análises de superfície, para melhor compreensão da topografia do polímero constituinte dos alinhadores após a exposição à fumaça de cigarro, devem ser feitas, tais como: microscopia óptica; perfilometria óptica e microscopia eletrônica de varredura. Também convém incluir a avaliação de bioadesão de bactérias constituintes da microflora intrabucal à superfície desses alinhadores. Estudos clínicos devem ser feitos, posteriormente, no intuito de melhor avaliar o comportamento do material em pacientes fumantes.



## 7 REFERÊNCIAS

ALANSARI, R. A. Youth perception of different orthodontic appliances. **Patient preference and adherence**, 14, p. 1011, 2020.

ALEXANDROPOULOS, A.; AL JABBARI, Y. S.; ZINELIS, S.; ELIADES, T. Chemical and mechanical characteristics of contemporary thermoplastic orthodontic materials. **Australian orthodontic journal**, 31, n. 2, p. 165, 2015.

AULUCK, A. Lingual orthodontic treatment: what is the current evidence base? **Journal of orthodontics**, 40, n. sup1, p. s27-s33, 2013.

BERNARD, G.; ROMPRÉ, P.; TAVARES, J. R.; MONTPETIT, A. Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods. **Head & Face Medicine**, 16, n. 1, p. 1-11, 2020.

BOLT, R. A.; TEN BOSCH, J. J.; COOPS, J. C. Influence of window size in small-window colour measurement, particularly of teeth. **Physics in Medicine & Biology**, 39, n. 7, p. 1133, 1994.

BORGES, L.; CASTRO, A. C. R. D.; ELIAS, C. N.; SOUZA, M. M. G. D. Effect of cigarette smoke on aesthetic brackets: an in vitro study. **Dental Press Journal of Orthodontics**, 27, 2022.

BRADLEY, T. G.; TESKE, L.; ELIADES, G.; ZINELIS, S. *et al.* Do the mechanical and chemical properties of Invisalign™ appliances change after use? A retrieval analysis. **The European Journal of Orthodontics**, p. cjv003, 2015.

BROWN, M.; WILTSHIRE, W.; PINHEIRO, F. H. D. S. L.; SCHÖNWETTER, D. J. Adult patient preference for an orthodontic care provider in Canada. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 162, n. 4, p. 477-482, 2022.

CALLISTER, J. R.; CIÊNCIA, W. D.; DE MATERIAIS, E. uma introdução. **LTC Editora**, 2002.

Center of Disease Control and Prevention. Smoking & Tobacco Use 2020. Disponível em:

<[https://www.cdc.gov/tobacco/data\\_statistics/fact\\_sheets/fast\\_facts/index.htm?CDC\\_AA\\_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata\\_statistics%2Ffact\\_sheets%2Findex.htm](https://www.cdc.gov/tobacco/data_statistics/fact_sheets/fast_facts/index.htm?CDC_AA_refVal=https%3A%2F%2Fwww.cdc.gov%2Ftobacco%2Fdata_statistics%2Ffact_sheets%2Findex.htm)>. Acesso em: 05, Janeiro, 2023

COPELLO, F. M.; NOJIMA, L. I.; SOUZA, M. M. G.; PITHON, M. M. *et al.* The influence of cigarette smoke on colour stability and friction property of aesthetic orthodontic wires—In vitro study. **International Orthodontics**, 2020.

EDELMANN, A.; ENGLISH, J. D.; CHEN, S. J.; KASPER, F. K. Analysis of the thickness of 3-dimensional-printed orthodontic aligners. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 158, n. 5, p. e91-e98, 2020.

ELIADES, T.; BOURAUUEL, C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 127, n. 4, p. 403-412, 2005.

FAUL, F.; ERDFELDER, E.; LANG, A.-G.; BUCHNER, A. G\* Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. **Behavior research methods**, 39, n. 2, p. 175-191, 2007.

FERNANDEZ, S. J.; PERNIA, R. I.; MARTIN, A. J. Osamu active retainer for correction of mild relapse. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, 32, n. 1, p. 26-28, 1998.

FERRACANE, J. L. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. **Dental Materials**, 22, n. 3, p. 211-222, 2006.

FUJIYAMA, K.; HONJO, T.; SUZUKI, M.; MATSUOKA, S. *et al.* Analysis of pain level in cases treated with Invisalign aligner: comparison with fixed edgewise appliance therapy. **Progress in orthodontics**, 15, n. 1, p. 1-7, 2014.

GRABER, L. W.; VIG, K. W. L. **Ortodontia: princípios e técnicas atuais**. Elsevier Brasil, 2012. 8535265163.

GRACCO, A.; MAZZOLI, A.; FAVONI, O.; CONTI, C. *et al.* Short-term chemical and physical changes in Invisalign appliances. **Australian orthodontic journal**, 25, n. 1, p. 34, 2009.

HENNESSY, J.; AL-AWADHI, E. A. Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. **Journal of orthodontics**, 43, n. 1, p. 68-76, 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa nacional de saúde: 2019: percepção do estado de saúde, estilos de vida, doenças crônicas e saúde bucal: Brasil

e grandes regiões. IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. Rio de Janeiro: IBGE; 2020. 113p Disponível em <  
<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/saude/9160-pesquisa-nacional-de-saude.html?=&t=downloads>> Acesso em 05 de Janeiro de 2023.

ILIADI, A.; KOLETISI, D.; PAPAGEORGIOU, S. N.; ELIADES, T. Safety Considerations for Thermoplastic-Type Appliances Used as Orthodontic Aligners or Retainers. A Systematic Review and Meta-Analysis of Clinical and In-Vitro Research. **Materials**, v.13, n. 8, DOI: 10.3390/ma13081843.

JOFFE, L. Current Products and Practice Invisalign®: early experiences. **J orthod**, 30, n. 12, p. 348-352, 2003.

KEIM, R. G.; GOTTLIEB, E. L.; NELSON, A. H.; VOGELS 3RD, D. S. 2008 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, 42, n. 11, p. 625-640, 2008.

KEIM, R. G.; GOTTLIEB, E. L.; VOGELS 3RD, D. S.; VOGELS, P. B. 2014 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures, part 1: results and trends. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, 48, n. 10, p. 607-630, 2014.

KESLING, H. D. The philosophy of the tooth positioning appliance. **American Journal of Orthodontics and Oral Surgery**, 31, n. 6, p. 297-304, 1945.

KOKSAL, T.; DIKBAS, I. Color stability of different denture teeth materials against various staining agents. **Dental materials journal**, 27, n. 1, p. 139-144, 2008.

KRAVITZ, N. D.; KUSNOTO, B.; BEGOLE, E.; OBREZ, A. *et al.* How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 135, n. 1, p. 27-35, 2009.

LE MESURIER, S. M.; STEWART, B. W.; LYKKE, A. W. J. Injury to type-2 pneumocytes in rats exposed to cigarette smoke. **Environmental Research**, 24, n. 1, p. 207-217, 1981.

LEE, Y.-K. Colour and translucency of tooth-coloured orthodontic brackets. **The European Journal of Orthodontics**, 30, n. 2, p. 205-210, 2008.

LEE, Y. K.; LIM, B. S.; KIM, C. W. Effect of surface conditions on the color of dental resin composites. **Journal of Biomedical Materials Research: An Official Journal of The Society for Biomaterials, The Japanese Society for Biomaterials, and The Australian Society for Biomaterials and the Korean Society for Biomaterials**, 63, n. 5, p. 657-663, 2002.

LIRA, L. F.; DÓRIA, J. N. S. M.; ELZUBAIR, A.; L.S, M. *et al.* **Análise das alterações químicas, físicas, morfológicas e mecânicas de alinhadores ortodônticos transparentes após exposição ao meio bucal.** Orientador: SOUZA, M. M. G. D. 2017. 70 f. (Master in Dentistry) - Departamento de Ortodontia e Odontopediatria - FOUFRJ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5048787](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5048787). Disponível em: [https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id\\_trabalho=5048787](https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popup=true&id_trabalho=5048787).

LIU, C.-L.; SUN, W.-T.; LIAO, W.; LU, W.-X. *et al.* Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. **International Journal of Oral Science**, 8, n. 4, p. 246-253, 2016.

LOMBARDO, L.; ARREGHINI, A.; MACCARRONE, R.; BIANCHI, A. *et al.* Optical properties of orthodontic aligners—spectrophotometry analysis of three types before and after aging. **Progress in Orthodontics**, 16, n. 1, p. 1-8, 2015.

LOW, B.; LEE, W.; SENEVIRATNE, C. J.; SAMARANAYAKE, L. P. *et al.* Ultrastructure and morphology of biofilms on thermoplastic orthodontic appliances in 'fast' and 'slow' plaque formers. **European Journal of Orthodontics**, 33, n. 5, p. 577-583, 2011.

MATHIAS, P.; COSTA, L.; SARAIVA, L. O.; ROSSI, T. A. *et al.* Morphologic texture characterization allied to cigarette smoke increase pigmentation in composite resin restorations. **Journal of Esthetic and Restorative Dentistry**, 22, n. 4, p. 252-259, 2010.

MCCANN, D. Tobacco use and oral health. **Journal of the American Dental Association (1939)**, 118, n. 1, p. 18, 1989.

MCMULLIN, A.; WARING, D.; MALIK, O. Invisible orthodontics part 2: lingual appliance treatment. **Dental update**, 40, n. 5, p. 391-394, 2013.

NAHOUM, H. I. The vacuum formed dental contour appliance. **NY State Dent J**, 9, n. 385, p. 90, 1964.

NEWMAN, G. V. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. **American journal of orthodontics**, 51, n. 12, p. 901-912, 1965.

ROSSINI, G.; PARRINI, S.; CASTROFLORIO, T.; DEREGIBUS, A. *et al.* Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review. **The Angle Orthodontist**, 85, n. 5, p. 881-889, 2014.

ROSVALL, M. D.; FIELDS, H. W.; ZIUCHKOVSKI, J.; ROSENSTIEL, S. F. *et al.* Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 135, n. 3, p. 276-e271, 2009.

RUSSELL, J. S. Current products and practice: aesthetic orthodontic brackets. **Journal of Orthodontics**, 32, n. 2, p. 146-163, 2005.

RYOKAWA, H.; MIYAZAKI, Y.; FUJISHIMA, A.; MIYAZAKI, T. *et al.* The mechanical properties of dental thermoplastic materials in a simulated intraoral environment. **Orthodontic Waves**, 65, n. 2, p. 64-72, 2006.

SCHAEFER, I.; BRAUMANN, B. Halitosis, Oral Health and Quality of Life during Treatment with Invisalign® and the Effect of a Low-dose Chlorhexidine Solution. **Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte der Kieferorthopädie**, 71, n. 6, p. 430-441, 2010/11/01 2010.

SHEET, W. F. Fast Facts. **Smoking and Tobacco Use**. [Google Scholar], 2019.

SHERIDAN, J. J.; ARMBRUSTER, P.; NGUYEN, P.; PULITZER, S. Tooth movement with Essix mounding. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, 38, n. 8, p. 435, 2004.

SHERIDAN, J. J.; LEDOUX, W.; MCMINN, R. Essix retainers: fabrication and supervision for permanent retention. **Journal of clinical orthodontics: JCO**, 27, n. 1, p. 37-45, 1993.

SHPACK, N.; GREENSTEIN, R. B.-N.; GAZIT, D.; SARIG, R. *et al.* Efficacy of three hygienic protocols in reducing biofilm adherence to removable thermoplastic appliance. **The Angle Orthodontist**, 84, n. 1, p. 161-170, 2013.

SINGH, P.; COX, S. Lingual orthodontics: an overview. **Dental update**, 38, n. 6, p. 390-395, 2010.

WALTON, D. K.; FIELDS, H. W.; JOHNSTON, W. M.; ROSENSTIEL, S. F. *et al.* Orthodontic appliance preferences of children and adolescents. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 138, n. 6, p. 698-e691, 2010.

WEIR, T. Clear aligners in orthodontic treatment. **Australian Dental Journal**, 62, n. S1, p. 58-62, 2017/03/01 2017. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>.

WILLEMS, G.; CARELS, C. E. Developments in fixed orthodontic appliances. **Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde**, 107, n. 4, p. 155-159, 2000.

YOSHII, O. Introducing in new retainer-soft retainer and case reports. **J Orthod Pract**, 8, p. 25-42, 1992.

ZAFEIRIADIS, A. A.; KARAMOUZOS, A.; ATHANASIOU, A. E.; ELIADES, T. *et al.* In vitro spectrophotometric evaluation of Vivera clear thermoplastic retainer discolouration. **Aust Orthod J**, 30, n. 2, p. 192-200, 2014.

ZHENG, M.; LIU, R.; NI, Z.; YU, Z. Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. **Orthodontics & craniofacial research**, 20, n. 3, p. 127-133, 2017.

ZINELIS, S.; PANAYI, N.; POLYCHRONIS, G.; PAPAGEORGIOU, S. N. *et al.* Comparative analysis of mechanical properties of orthodontic aligners produced by different contemporary 3D printers. **Orthodontics & craniofacial research**, 25, n. 3, p. 336-341, 2022.

ZIUCHKOVSKI, J. P.; FIELDS, H. W.; JOHNSTON, W. M.; LINDSEY, D. T. Assessment of perceived orthodontic appliance attractiveness. **American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics**, 133, n. 4, p. S68-S78, 2008.

## 8 ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1 – DECLARAÇÃO DE DISPENSA DE REGISTRO E DE APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA COM SERES HUMANOS (CEP) E COMITÊ DE ÉTICA EM USO ANIMAL (CEUA)

Eu, LARINE FERREIRA LIRA, CPF nº 074.094.344-81, RG nº 44.141.470-9 SSP/SP, pesquisador responsável pelo projeto de pesquisa intitulado “**Efeito da fumaça de cigarro sobre alinhadores ortodônticos**”, declaro para os devidos fins que o desenvolvimento deste projeto não envolverá seres humanos, em qualquer uma de suas etapas, estando dispensada do registro e aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEP) ou Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA). Esta declaração de dispensa está em conformidade com os princípios e normas da Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012, que apresenta os fundamentos éticos e normas para regulamentar pesquisas envolvendo seres humanos, e, quando for o caso, da Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016, que trata das normas aplicáveis a pesquisas em Ciências Humanas e Sociais cujos procedimentos metodológicos envolvam a utilização de dados ou informações diretamente obtidas com seres humanos.

Declaro ainda que o projeto citado não envolve animais vertebrados, estando dispensada a submissão ao Comitê de Ética em Uso Animal.

Rio de janeiro, 15 de outubro de 2022.



---

Assinatura do (a) pesquisador (a)