



Maria Fernanda Castoldi Diavão

**Avaliação da Estabilidade de Cor de Alinhadores Ortodônticos:
Estudo in vitro.**

CURITIBA
2024

Maria Fernanda Castoldi Diavão

Avaliação da Estabilidade de Cor de Alinhadores Ortodônticos:
Estudo in vitro.

Monografia apresentada a Faculdade ILAPEO
como parte dos requisitos para obtenção de título de
Especialista em Odontologia com área de
concentração em Ortodontia.

Orientador: Prof. Dr. Roberto Hideo Shimizu
Co-orientadora: Prof. Dra. Ana Cláudia Melo
Toyofuku

CURITIBA
2024

Maria Fernanda Castoldi Diavão

Avaliação da Estabilidade de Cor de Alinhadores Ortodônticos:
Estudo in vitro.

Presidente da Banca Orientador(a): Prof. Dr. Roberto Hideo Shimizu

BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Isabela Almeida Shimizu
Prof(a). Dr(a). Marcos André Duarte da Silva

Aprovada em: 16/05/2024

Dedicatória

Dedico esse trabalho a Deus, e a minha família, meus pais Sheila e Luiz Fernando Diavão pelo apoio incondicional em todos os momentos e aos meus irmãos Maria Cecília e Luiz Eduardo, sem vocês nada seria possível.

Agradecimentos

Expresso minha gratidão ao meu orientador, o Professor Roberto Hideo Shimizu, e a Mariana Dalledone, minha colega, por terem aceitado acompanhar-me neste projeto. E a todos os profissionais do departamento PPGO da Pontifícia Universidade Católica do Paraná e da ILAPEO pela disponibilidade de seus equipamentos e ambiente para a realização do mesmo.

Agradeço também aos professores do curso e aos meus colegas por todo conhecimento compartilhado durante os anos de curso.

Sumário

1.	Artigo científico	7
----	-------------------------	---

1. Artigo científico

Artigo de acordo com as normas da Faculdade ILAPEO.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DE COR DE ALINHADORES ORTODÔNTICOS: ESTUDO IN VITRO.

Maria Fernanda Castoldi Diavão¹

Mariana Dalledone¹

Gil Guilherme Gasparello¹

Roberto Hideo Shimizu²

Ana Cláudia Melo Toyofuku³

Jullyana Mayara Preizner Dezanetti Hermeling⁴

Evelise Machado de Souza⁵

¹ Aluna da Especialização em Ortodontia - ILAPEO Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico.

² Especialista em Ortodontia e Coordenador do curso de Especialização de Ortodontia da ILAPEO Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico.

³ Especialista em Ortodontia e Professora Titular do Curso de Especialização de Ortodontia da ILAPEO Instituto Latino Americano de Pesquisa e Ensino Odontológico.

⁴ Especialista e mestre em Dentística; Especialista em Prótese Dentária; e Doutoranda em Dentística na PUC-PR.

⁵ Especialista, Mestre e Doutora em Dentística pela FOB-USP; Pós-doutorado em Biomateriais pela Katholieke Universiteit Leuven - Bélgica; Professora Titular da Graduação e Pós-Graduação em Odontologia da PUCPR; Profª Associada do Curso de Odontologia da UFPR.

RESUMO

Objetivou-se com esse estudo, avaliar a estabilidade da transparência dos materiais termoplásticos utilizados na fabricação dos alinhadores ortodônticos, quando submersos em soluções pigmentantes. Utilizou-se uma amostra composta por 160 corpos de prova no total, sendo divididos em dois grupos diferentes de plásticos, ClearQuartz e SmartTrack, com 80 corpos de prova para cada grupo e subdivididos em cinco tipos de solução com 16 corpos de prova para cada um: café solúvel, chá, bebida gaseificada de cola, vinho tinto e uma solução controle de saliva artificial. Para leitura da coloração dos alinhadores, foi utilizado o espectrofotômetro VITA EasyShade Compact e selecionado apenas a face vestibular dos Primeiros e Segundos Molares Inferiores para avaliação. As amostras foram mantidas em imersão durante quatorze dias nas cinco soluções diferentes, sendo uma controle, trocadas diariamente. As amostras foram avaliadas em quatro tempos: inicial, vinte e quatro horas, sete e quatorze dias, em ambiente controlado. Os resultados foram tabulados e submetidos à análise estatística. Concluiu-se que o grupo da SmartTrack apresentou menor estabilidade da transparência, principalmente para as soluções pigmentantes como Chá, Café, Coca-Cola e Vinho Tinto, que o grupo ClearCorrect, em praticamente todos os tempos de leituras propostos.

Palavras-chave: Alinhadores Estéticos; Pigmentação; Ortodontia; Colorimetria; Alinhadores Transparentes.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the transparency stability of thermoplastic materials used in the manufacture of orthodontic aligners, when submerged in pigmenting solutions. A sample consisting of 160 specimens in total was used, divided into two different groups of plastics, ClearQuartz and SmartTrack, with 80 specimens for each group and subdivided into five types of solution with 16 specimens for each: instant coffee, tea, carbonated cola drink, red wine, and an artificial saliva control solution. To read the color of the aligners, the VITA EasyShade Compact spectrophotometer was used and only the buccal surface of the Lower First and Second Molars was selected for evaluation. The samples were kept immersed for fourteen days in the five different solutions, one being a control, which changed daily. The samples were evaluated four times: initial, twenty-four hours, seven, and fourteen days, in a controlled environment. The results were tabulated and subjected to statistical analysis. It was concluded that the SmartTrack group presented lower transparency stability, especially for pigmenting solutions such as Tea, Coffee, Coca-Cola, and Red Wine, than the ClearCorrect group, in practically all proposed reading times.

Keywords: Aesthetic Aligners; Pigmentation; Orthodontics; Colorimetry; Clear Aligners

INTRODUÇÃO

Os alinhadores ortodônticos termoplásticos são uma opção de substituição para aparelhos fixos convencionais, como aparelhos ortodônticos [1]. Esses aparelhos removíveis são procurados, principalmente, por adultos que buscam uma opção mais estética e com menor exposição de metais [2].

Os fabricantes de alinhadores ortodônticos sugerem que os usuários retirem os aparelhos antes de consumirem alimentos sólidos ou qualquer bebida (exceto água). Isso é para evitar uma mudança de cor dentro do material termoplástico transparente do qual eles são feitos [3]. Atualmente, vários materiais são usados para fabricação[4], incluindo cloreto de polivinila, poliuretano (PU) [5], polietileno tereftalato (PET) [6] e polietileno tereftalato glicol (PETG) [7]. Do ponto de vista estético, a cor e a transparência dos alinhadores ortodônticos devem se manter estáveis durante os períodos de utilização de cada step, 2 semanas [8].

Para pacientes que não seguem as instruções, os pigmentos nos agentes de coloração podem se acumular e levar a mudanças de cor no material do alinhador. Assim, os alinhadores transparentes podem se tornar esteticamente menos atraentes mesmo durante os tratamentos

[9]. Bebidas como café, chá preto e vinho tinto foram relatados como causadores de manchas mais severas nos alinhadores do que outras bebidas [10].

O processo de tratamento com alinhadores transparentes é baseado no uso sequencial de alinhadores feitos de materiais termoplásticos transparentes. Poucos trabalhos examinaram a estabilidade de cor dos alinhadores ortodônticos diante dos agentes de coloração e apenas em um conjunto limitado de marcas disponíveis no mercado [11]. Este estudo tem como objetivo analisar e comparar a estabilidade de cor de duas marcas comerciais de alinhadores ortodônticos quando expostos a agentes potencialmente corantes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A amostra utilizada nesse trabalho foi composta por alinhadores ortodônticos de duas diferentes composições de materiais termoplásticos utilizados para sua fabricação. As marcas comerciais selecionadas para este estudo *In-vitro* foram Invisalign® (INV) (Align Technology Inc., San Jose, CA, EUA), e ClearCorrect® (CC) (ClearCorrect LLC, Rock Round, TX, EUA) ClearQuartz (QTZ). Os alinhadores ortodônticos da INV o SmartTrack, são produzidos a partir de um poliuretano termoplástico multicamada combinado com um elastômero integrado. Já os dispositivos da CC o ClearQuartz, são de tripla camadas, duas externamente de copoliéster e uma internamente de elastômero, fabricados pela Bay Materials.

A amostra foi composta por 160 corpos de prova no total, sendo divididos em 2 grupos (QTZ, e INV) com 80 corpos de prova para cada e subdivididos em 5 soluções com 16 corpos de prova para cada: café solúvel (Nescafé® Original, Nestlé, Vevey, Vaud, Suíça), chá (English Breakfast Tea, Twinings, Andover, Inglaterra), bebida gaseificada de cola (Coca-Cola, Coca-Cola Company, Atlanta, GA, EUA) e vinho tinto (Cordero con Piel de Lobo Malbec 2023, Mosquita Muerta Wines, Mendonça, Argentina) e uma solução controle de saliva artificial (Figura 1).

No preparo dos corpos de prova, a extremidade distovestibular é perfurada com uma ponta diamantada modelo 8392 (Komet Brasil, Santo André, São Paulo, Brasil) (Figura 2) com o intuito de inserir os corpos de prova no varal fixo. Cada corpo de prova foi recortado com uma tesoura ouro na região oclusal, mesial e distal (Figura 3) de primeiros molares e mesial de segundos molares inferiores e distribuídos de maneira aleatória dentro de seus respectivos grupos.

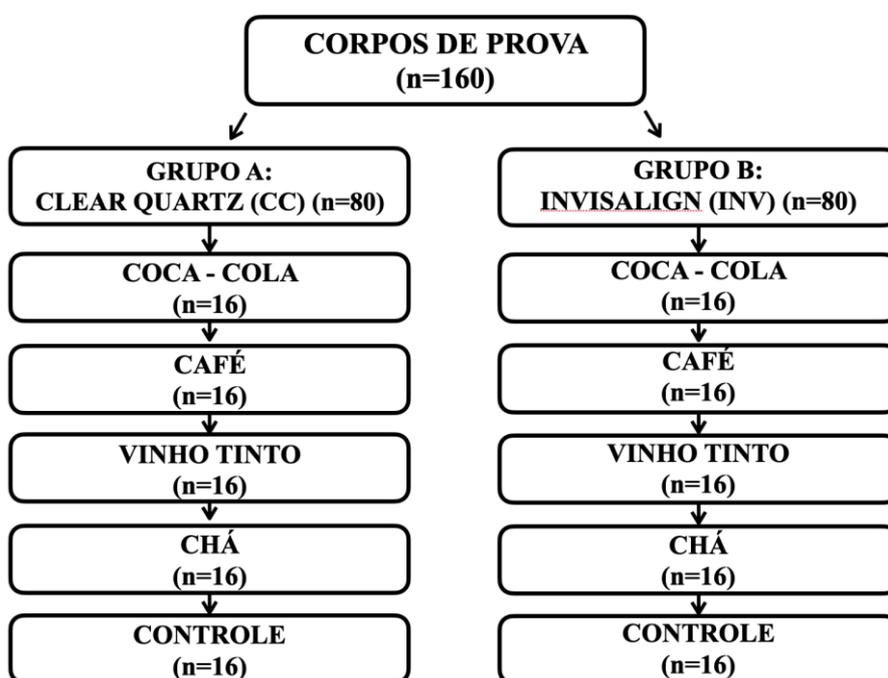


Fig. 1 Desenho esquemático da distribuição das amostras



Fig. 2. Posicionamento da broca diamantada.

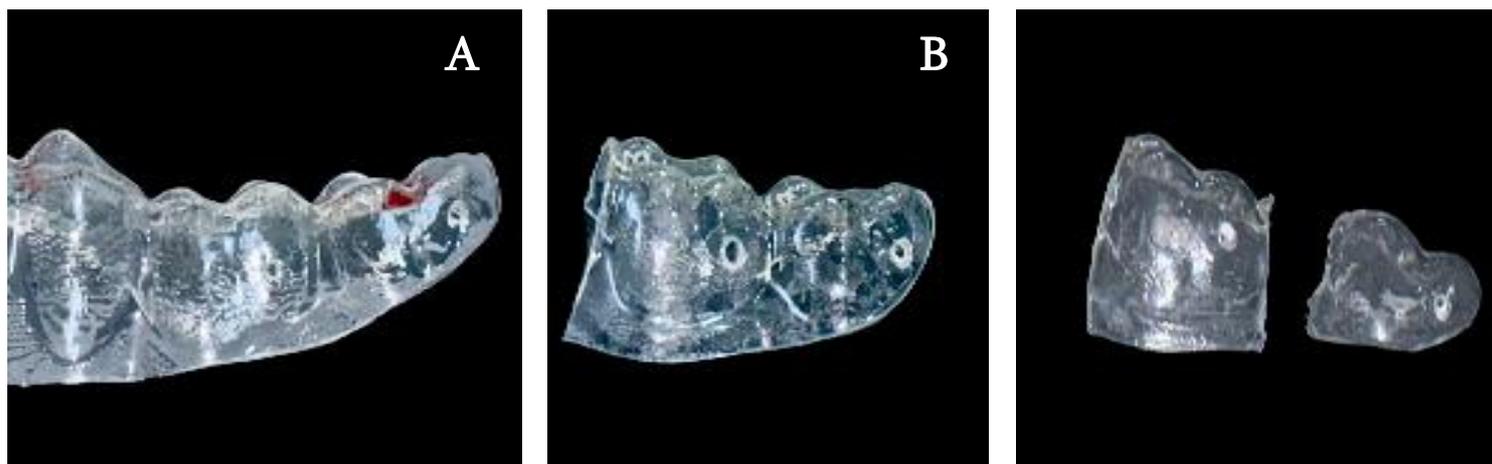


Fig. 3-Seqüência de recortes dos corpos de prova.

- A) Corpos de prova após a perfuração.
- B) Corpos de prova sendo recortados na mesial do primeiro molar inferior.
- C) Corpos de prova finalizados.

Para a submersão dos corpos de prova, foram realizados um modelo de varal fixo, onde os corpos de prova foram posicionados a uma distância média de 2 milímetros entre eles, foi utilizado 2 elásticos para ligadura nas cores prata e preto (Orthometric, Marília, São Paulo, Brasil) entre cada corpo de prova (Figura 4).

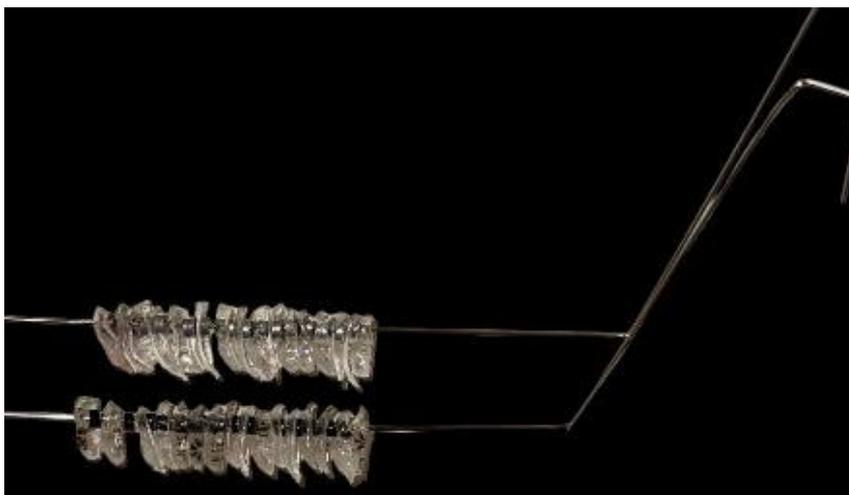


Fig.4- Disposição dos corpos de prova dos dois grupos no varal fixo.

A parte experimental foi realizada em ambiente laboratorial controlado. As soluções com as amostras foram mantidas em estufa, a uma temperatura controlada de $37^{\circ}\text{C} \pm 1,5^{\circ}\text{C}$, até finalização da pesquisa, a fim de mimetizar a temperatura da cavidade oral. [12]

A preparação das soluções ocorreu baseada no que os respectivos fabricantes recomendam, sendo dosadas, preparadas e trocadas diariamente, até o último dia de leitura de cada amostra, que ocorreram com 24 horas, 7 dias e 14 dias, sendo utilizado 500 mililitros diários de cada solução. Para cada tempo, cinco frascos de vidro com tampa, sendo um para cada uma das soluções (testes e controle) foram preparados, com os respectivos corpos de prova dos dois diferentes grupos (QTZ, e INV).

Para a renovação de solução diária, os corpos de prova foram removidos e submersos em outro frasco com água destilada, até a solução ser reposta. Os corpos de prova foram recolocados o mais rapidamente possível nos respectivos frascos com as diferentes soluções.

Colorimetria

A leitura da coloração dos alinhadores foi realizada na face vestibular dos primeiros e segundos molares inferiores, sempre no mesmo local utilizando-se um template e guardando uma distância controlada dos recortes para que estes não influenciassem na eventual coloração dos materiais termoformados. Os corpos de prova dos alinhadores de cada marca eram idênticos, pois foram todos termoformados necessariamente no mesmo modelo impresso a partir do mesmo STL.

Foi utilizado o espectrofotômetro VITA EasyShade Compact® (VITA Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemanha), no modo "single tooth" para todos os tempos de avaliação (T0, T1, T2 e T3). Para a coleta de dados, as medidas foram realizadas três vezes.

Para a análise estatística, inicialmente, foi realizada análise descritiva dos dados com estimativas de média, mediana, desvio padrão, percentil 25% e 75%, intervalo interquartil.

Os momentos analisados foram: antes da imersão dos alinhadores na solução utilizada como corante (T0), após 24 horas imerso na solução (T1), após 7 dias imerso (T2) e após 14 dias imerso (T3). As soluções corantes utilizadas foram: Chá, Vinho, Coca-Cola, Café e Saliva (solução de controle). Todos os deltas analisados neste trabalho foram calculados com base nos momentos T1 – T0, T2 – T0 e T3 – T0. e foi calculada a média do parâmetro L^*a^*b da Commission International de l'Eclairage (CIE)10. [13]

Os deltas por momentos (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) foram calculados subtraindo os parâmetros de tonalidade de cor como L^* referente a luminosidade, a^* e b^* referente a tonalidade cromática em diferentes momentos aplicados no estudo. Em relação ao a^* quando o valor for positivo mais avermelhado será a coloração, por outro lado, quando for negativo mais esverdeado será a coloração. Já quando o b^* for positivo mais amarelado será a tonalidade cromática do alinhador e quando ele for negativo mais azulado será a coloração.

Já o ΔE , usado para medir a alteração da cor entre os grupos, foi calculado usando a seguinte fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

Para o ΔL^* , como em todos os casos os valores de L^* são iguais a 100, ao ser calculada a diferença entre os momentos para este delta todos os valores ficaram iguais a zero, impossibilitando analisar esta variável.

Para as variáveis quantitativas foi realizado o teste de Shapiro-Wilk para testar a aderência dos dados à distribuição normal.

Em relação a comparação utilizando as variáveis de delta entre momentos e o Delta E, por grupo, foi utilizado para aquelas que apresentaram normalidade o teste da ANOVA seguido do teste de comparação de médias de Tukey, teste post hoc, para verificar em quais grupos houve diferenças quando a variável em questão apresentou significância estatística.

Já para aquelas que não apresentaram normalidade foi utilizado o teste de Kruskal-Wallis seguido do teste post hoc de Dunn, para a verificação de quais grupos apresentam diferenças estatísticas significativas.

Para melhor visualização das análises foram gerados gráficos do tipo boxplot. O nível de significância utilizado foi de 5% e todas as análises foram realizadas no ambiente R 4.1.3 (R Core Team, 2022).

A área escolhida foi a face vestibular dos primeiros e segundos molares inferiores. O sistema national Bureau of Standards (NBS) foi usado para oferecer uma interpretação clínica (percepção) para valores de mudança de cor (ΔE) obtidos [14,15].

Todas as leituras dos corpos de prova foram avaliadas com fundo branco, com iluminação controlada e igual para todos, pelo mesmo avaliador calibrado (Figura 5).



Fig.5- Posicionamento do espectrofotômetro VITA EasyShade Compact para leitura dos corpos de prova.

RESULTADOS

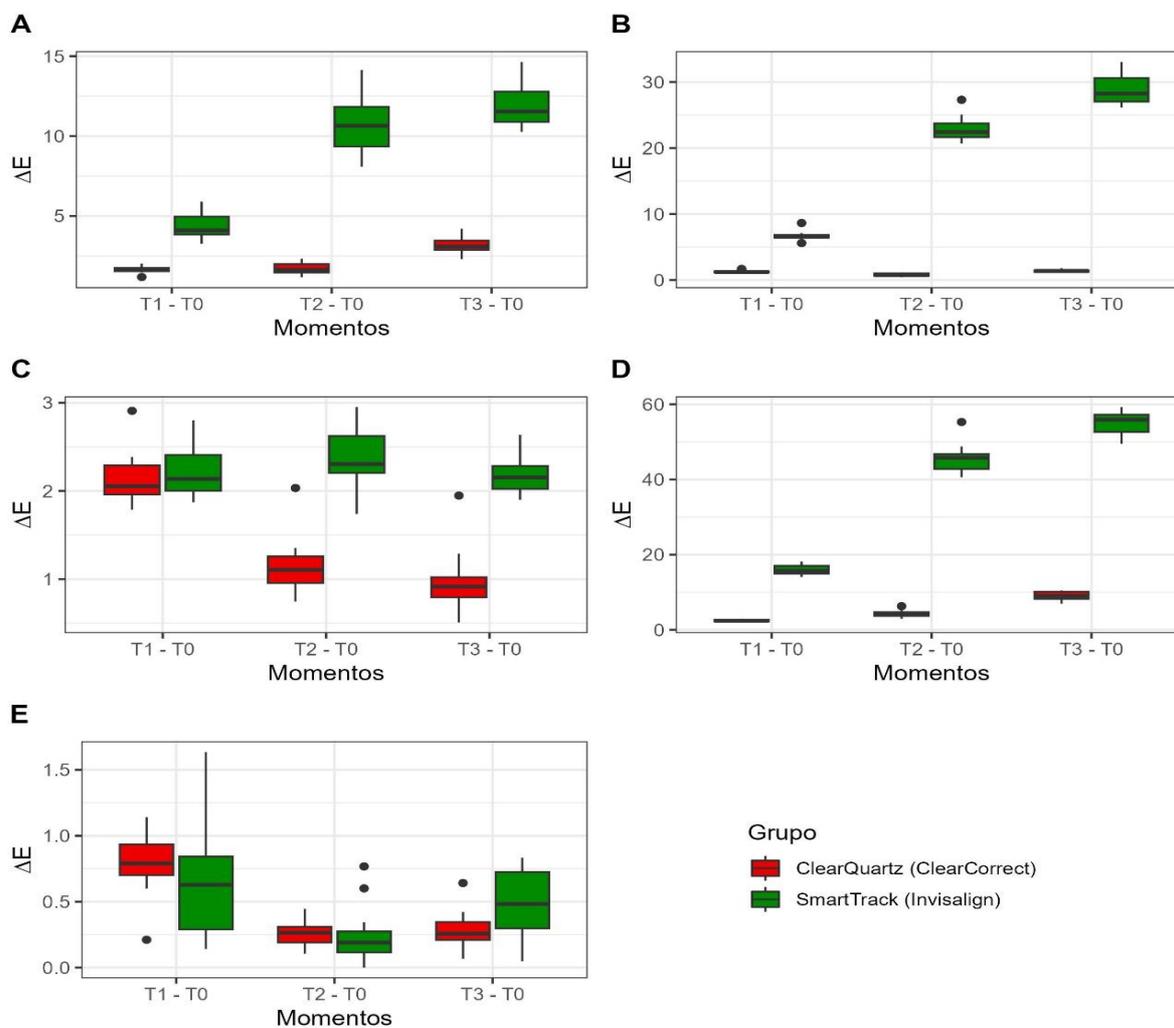
Análise referente ao ΔE

No ΔE referente ao momento T1 (após 24 horas) - T0 (antes da imersão) do material (solução) Coca-Cola, T1 - T0 e T2 (após 7 dias) - T0 da solução Saliva que não houve nenhuma diferença significativa entre os grupos em estudo, nos demais, todos apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para cada momento, como pode ser verificado na Tabela 1 e Figura 6.

Material	ΔE	Grupo								p-valor
		QTZ			INV					
		M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	
Chá	T1 - T0	1,64	1,65	0,20	0,20	4,39	4,10	0,81	1,12	<0,001*
	T2 - T0	1,72	1,63	0,36	0,53	10,65	10,65	1,73	2,48	<0,001*
	T3 - T0	3,15	3,09	0,51	0,58	12,03	11,54	1,45	1,90	<0,001*
Vinho	T1 - T0	1,28	1,22	0,18	0,17	6,66	6,56	0,64	0,41	<0,001*
	T2 - T0	0,79	0,77	0,22	0,36	22,90	22,41	1,79	2,10	<0,001*
	T3 - T0	1,38	1,39	0,18	0,24	28,88	28,26	2,16	3,57	<0,001*
Coca-Cola	T1 - T0	2,13	2,05	0,29	0,33	2,21	2,14	0,27	0,41	0,423**
	T2 - T0	1,14	1,10	0,30	0,30	2,39	2,30	0,33	0,42	<0,001*
	T3 - T0	0,96	0,92	0,32	0,23	2,17	2,15	0,19	0,25	<0,001*
Cafê	T1 - T0	2,44	2,37	0,28	0,39	15,91	15,67	1,25	2,09	<0,001*
	T2 - T0	4,28	4,17	0,84	0,98	45,42	45,79	3,68	3,94	<0,001*
	T3 - T0	9,00	8,99	1,13	1,87	55,24	55,91	2,70	4,58	<0,001*
Saliva	T1 - T0	0,80	0,79	0,22	0,23	0,64	0,63	0,42	0,55	0,202**
	T2 - T0	0,26	0,26	0,088	0,12	0,24	0,19	0,20	0,15	0,243*
	T3 - T0	0,28	0,26	0,13	0,14	0,48	0,48	0,26	0,42	0,012*

*Teste U de Mann-Whitney; **Teste t de Student; M = média; MD = mediana; DP = desvio padrão; IIQ = intervalo interquartil.

Tabela 1. Comparação entre os ΔE de cada material (Solução) em relação ao grupo de estudo.



A= Chá; B= Vinho Tinto; C=Coca-Cola; D=Café; E= Controle

Fig.6 - Gráficos boxplot para os ΔE segundo os grupos e momentos para cada material.

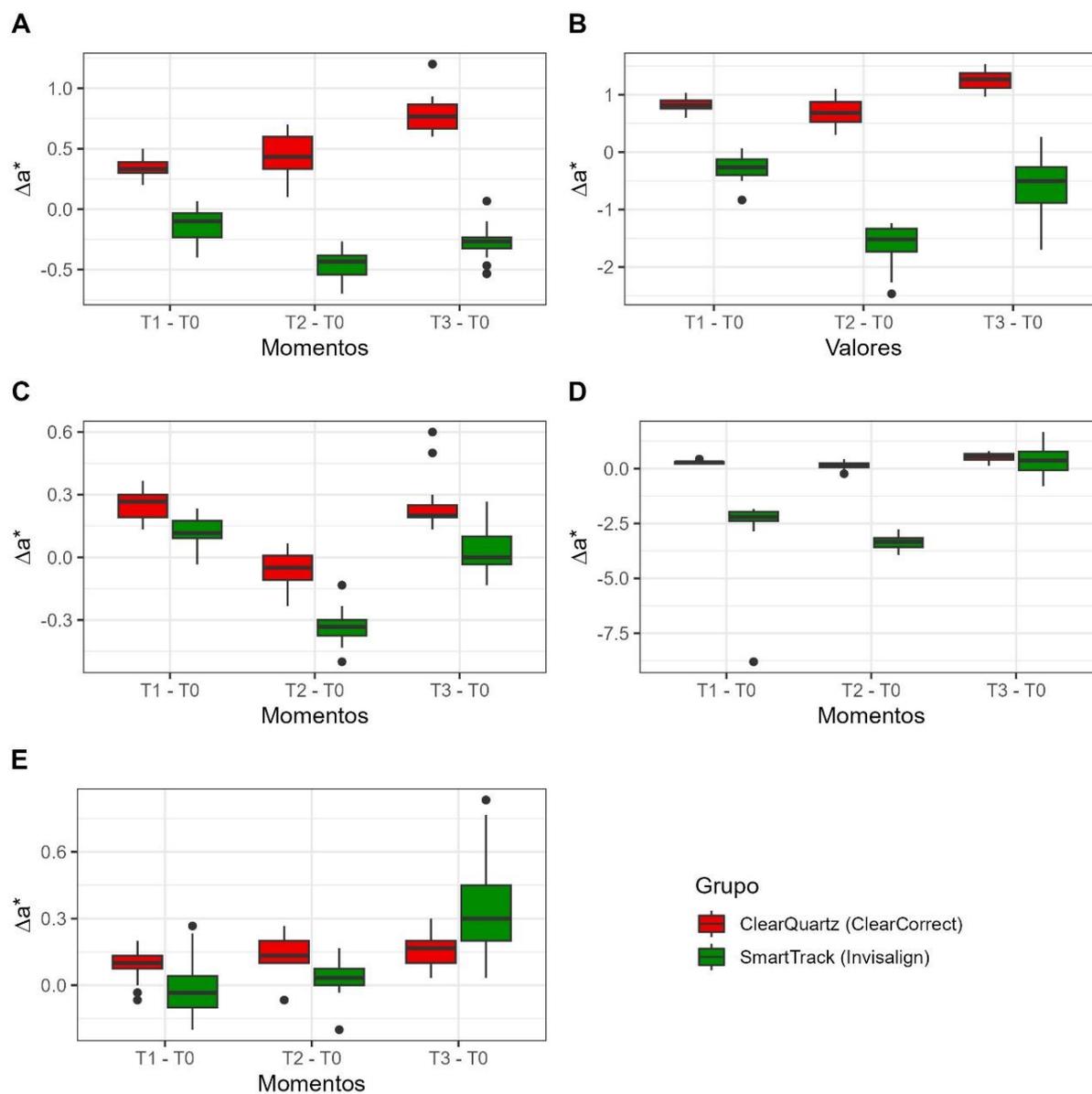
Análise referente ao Δa^*

No Δa^* referente ao momento T3 (após 14 dias) - T0 (antes da imersão) da solução café que não houve nenhuma diferença significativa entre os grupos em estudo, nos demais, todos apresentaram diferenças estatisticamente significativas em cada momento do Δa^* , conforme Tabela 2 e Figura 7.

Material	$\Delta\alpha^*$	Grupo								p-valor
		QTZ				INV				
		M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	
Chá	T1 - T0	0,35	0,33	0,08	0,09	-0,13	-0,10	0,13	0,20	<0,001*
	T2 - T0	0,44	0,43	0,18	0,27	-0,46	-0,43	0,13	0,16	<0,001*
	T3 - T0	0,78	0,77	0,16	0,20	-0,28	-0,27	0,15	0,09	<0,001*
Vinho	T1 - T0	0,81	0,82	0,12	0,14	-0,29	-0,27	0,23	0,28	<0,001*
	T2 - T0	0,70	0,68	0,21	0,36	-1,62	-1,52	0,35	0,40	<0,001*
	T3 - T0	1,26	1,27	0,17	0,26	-0,58	-0,50	0,47	0,62	<0,001*
Coca-Cola	T1 - T0	0,25	0,27	0,07	0,11	0,12	0,12	0,08	0,09	<0,001**
	T2 - T0	-0,06	-0,05	0,09	0,12	-0,34	-0,33	0,09	0,08	<0,001*
	T3 - T0	0,25	0,20	0,13	0,06	0,04	0,00	0,11	0,13	<0,001**
Cafê	T1 - T0	0,27	0,28	0,06	0,08	-2,60	-2,20	1,68	0,41	<0,001*
	T2 - T0	0,15	0,18	0,16	0,18	-3,35	-3,33	0,34	0,41	<0,001*
	T3 - T0	0,53	0,57	0,20	0,27	0,34	0,37	0,67	0,84	0,396*
Saliva	T1 - T0	0,09	0,10	0,08	0,06	-0,004	-0,03	0,13	0,14	0,022**
	T2 - T0	0,15	0,13	0,08	0,10	0,03	0,03	0,09	0,08	0,001**
	T3 - T0	0,16	0,17	0,08	0,10	0,35	0,30	0,23	0,25	0,008*

*Teste U de Mann-Whitney; **Teste t de Student; M = média; MD = mediana; DP = desvio padrão; IIQ= intervalo interquartil.

Tabela2. Comparação entre os $\Delta\alpha^*$ de cada material (Solução) em relação ao grupo de estudo.



A= Chá; B= Vinho Tinto; C=Coca-Cola; D=Café; E= Controle

Fig.7 - Gráficos boxplot para os Δa^* segundo os grupos e momentos para cada material.

Análise referente ao Δb^*

Conforme a Tabela 3 e a Figura 3.1, no Δb^* referente ao momento T1 (após 24 horas) - T0 (antes da imersão) da solução Coca-Cola não houve nenhuma diferença significativa entre

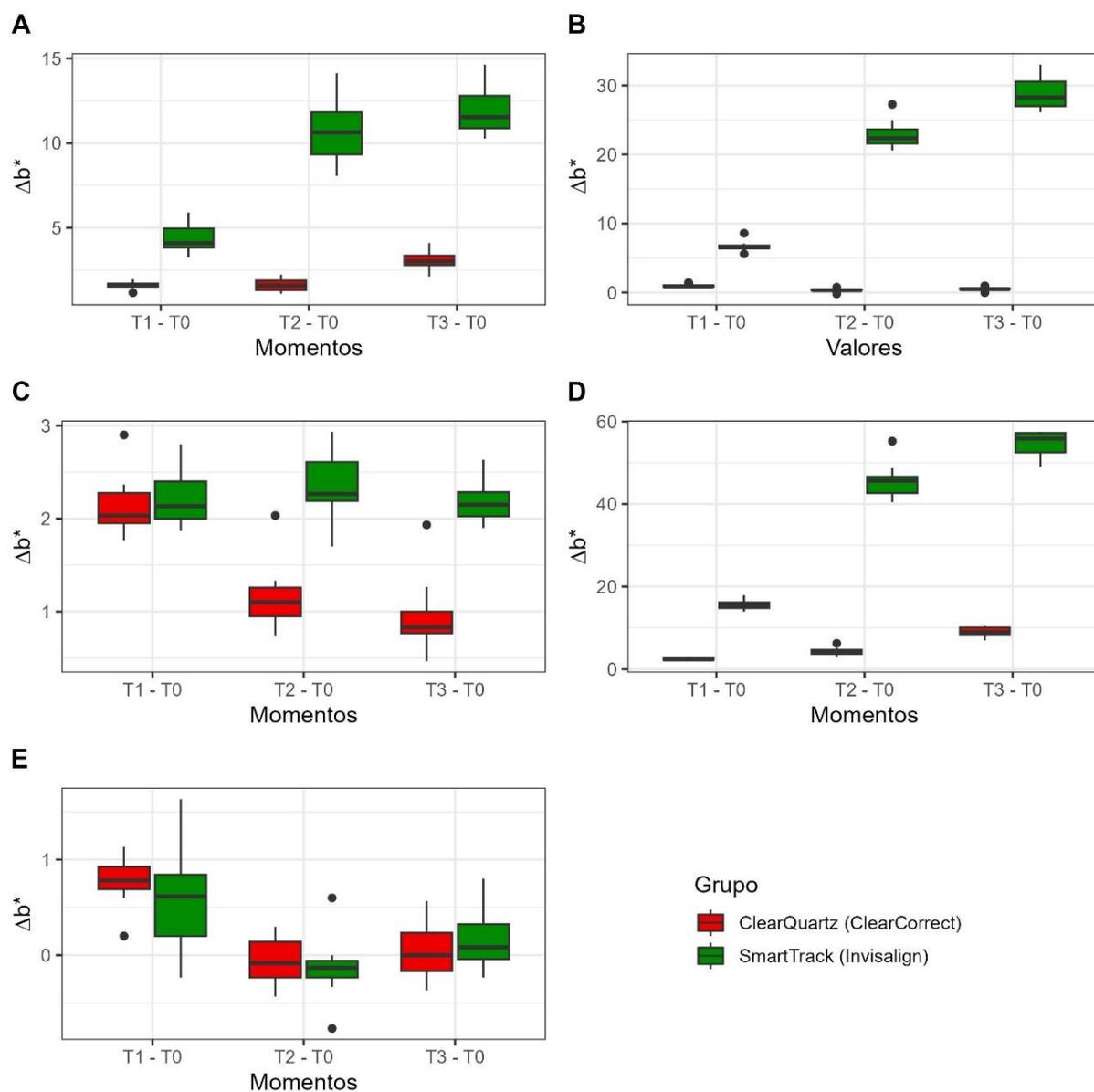
os grupos em estudo, assim como em todos os momentos do material Saliva não foi possível diferenciar estatisticamente o Δb^* entre os grupos.

Nas demais soluções todas apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre os grupos para cada momento do Δb^* . Conforme Tabela 3 e Figura 8.

Material	Δb^*	Grupo								p-valor
		QTZ				INV				
		M	MD	DP	IIQ	M	MD	DP	IIQ	
Chá	T1 - T0	1,61	1,60	0,19	0,19	4,38	4,10	0,82	1,14	<0,001**
	T2 - T0	1,65	1,60	0,36	0,57	10,64	10,63	1,73	2,49	<0,001*
	T3 - T0	3,05	3,02	0,51	0,55	12,03	11,53	1,45	1,91	<0,001*
Vinho	T1 - T0	0,97	0,92	0,20	0,18	6,65	6,55	0,63	0,40	<0,001*
	T2 - T0	0,33	0,33	0,20	0,11	22,84	22,37	1,79	2,05	<0,001*
	T3 - T0	0,51	0,48	0,22	0,14	28,87	28,25	2,16	3,54	<0,001*
Coca-Cola	T1 - T0	2,11	2,03	0,29	0,33	2,21	2,13	0,27	0,40	0,360**
	T2 - T0	1,13	1,10	0,31	0,31	2,36	2,27	0,33	0,42	<0,001*
	T3 - T0	0,92	0,83	0,33	0,23	2,17	2,15	0,19	0,26	<0,001*
Cafê	T1 - T0	2,42	2,35	0,28	0,38	15,62	15,43	1,16	1,35	<0,001*
	T2 - T0	4,28	4,17	0,84	0,97	45,30	45,68	3,70	4,00	<0,001*
	T3 - T0	8,98	8,97	1,13	1,86	54,99	55,88	2,60	4,68	<0,001*
Saliva	T1 - T0	0,79	0,78	0,22	0,23	0,56	0,62	0,52	0,64	0,115**
	T2 - T0	-0,06	-0,08	0,21	0,37	-0,14	-0,13	0,27	0,17	0,402**
	T3 - T0	0,021	0,00	0,26	0,40	0,17	0,083	0,31	0,37	0,149**

*Teste U de Mann-Whitney; **Teste t de Student; M = média; MD = mediana; DP = desvio padrão; IIQ = intervalo interquartil.

Tabela 3. Comparação entre os Δb^* de cada material (Solução) em relação ao grupo de estudo.



A= Chá; B= Vinho Tinto; C=Coca-Cola; D=Café; E= Controle

Fig. 8 - Gráficos boxplot para os Δb^* segundo os grupos e momentos para cada material.

DISCUSSÃO

A maior vantagem dos alinhadores, em comparação com os aparelhos ortodônticos fixos, é a melhoria da estética e do conforto para o paciente. Por estas razões, os pacientes que se preocupam com a sua aparência ou a sua fala são bons candidatos a tratamento com

alinhadores transparentes. Contudo, os alinhadores têm algumas desvantagens, incluindo custos mais elevados e a incapacidade de tratar certos tipos de má oclusão. [15]

É esperado que cada alinhador mantenha as suas propriedades mecânicas e estéticas durante as duas semanas em que é utilizado pelo paciente, no entanto, a estabilidade da cor pode ser afetada por diferentes fatores, bebidas corantes e colutórios, principalmente quando pacientes consomem bebidas corantes sem retirarem os alinhadores da cavidade oral [11]

Pacientes tratados com alinhadores têm um menor tempo de tratamento, passando menos tempo no consultório quando comparado com pacientes tratados com aparelhos convencionais, necessitando também de menos visitas urgentes ao consultório (67% menos urgências). Emergências não são comuns com alinhadores porque existem poucas partes auxiliares suscetíveis de se partir, e não existem bandas ou *brackets* que se possam soltar. Além disso, os alinhadores são removidos durante as refeições, pelo que é eliminado o risco de fratura durante a mastigação [15,16].

Os fabricantes de alinhadores transparentes sugerem que os usuários retirem os aparelhos antes de consumirem alimentos sólidos ou qualquer bebida (exceto água). Isso é para evitar uma mudança de cor dentro do material termoplástico transparente do qual eles são feitos.[3]

No caso de um alinhador ser perdido ou ficar danificado, este pode ser substituído num espaço de duas semanas enquanto o paciente continua a utilizar o alinhador anterior [17].

Os alinhadores são removíveis e se estes são realmente usados vai depender da responsabilidade dos pacientes, enquanto que com aparelho fixo o cirurgião dentista tem um maior controlo sobre o movimento e, assim, é mais efetivo a tratar a má oclusão e a prever o resultado [16].

Estudos demonstram que adultos tratados com alinhadores Invisalign® sentiram menos dor e menos impactos negativos nas suas vidas durante a primeira semana de tratamento

ortodôntico do que aqueles tratados com aparelhos fixos. Além disso, a estética, a capacidade de remoção e o tamanho reduzido dos alinhadores resultaram em diferenças funcionais e psicossociais superiores, em comparação com os aparelhos fixos, bem como numa redução significativa da dor [18].

Adicionalmente, a utilização de alinhadores removíveis facilita a higiene oral. Tratamento com os mesmos foi associado à melhoria do estado periodontal, evidenciado pela diminuição dos níveis de placa, inflamação gengival, hemorragia à sondagem, profundidades de bolsas à sondagem e pontuação BANA. Estes resultados sugerem que alinhadores removíveis devem ser considerados no planejamento do tratamento para o paciente ortodôntico adulto em risco de periodontite. [19].

Em um estudo anterior [3] sobre propriedades mecânicas e químicas de alinhadores, o poliuretano, que possui características interessantes como alta elasticidade, flexibilidade, resistência química, resistência à oxidação, resistência mecânica e facilidade de processamento, sendo o termoplástico utilizado nos dispositivos da INV, mostrou alta dureza e módulo de elasticidade, mas uma menor resistência à deformação. Em particular, a amostra de INV exibiu maiores alterações, provavelmente devido ao seu processo de termoformação.[3]

A hipótese é que a porosidade superficial dos alinhadores INV, combinada com a natureza polar do poliuretano, pode explicar sua suscetibilidade a manchas em comparação com os alinhadores CC (também de poliuretano).[3] Podendo essas alterações de cor dos alinhadores estar relacionado as características dos materiais e associadas à absorção do pigmento ou a penetração na superfície do material. [11]

Em relação às variações de cor dos alinhadores após imersão em agentes corantes, todas as soluções consideradas contribuíram para alterar as características estéticas das amostras,

principalmente quando os alinhadores foram imersos em café, vinho tinto e chá.[20] Corroborando com os achados desse estudo.

Sabendo que o produto mais consumido é o café, o qual é responsável pela pigmentação dentária, os estudos apresentam que mais de 50% dos adultos americanos bebem café todos os dias e que seu consumo médio é de 3,2 xícaras por dia [21]. O café foi identificado como o agente de coloração mais pigmentante entre as bebidas mais comuns, sendo que o chá preto e vinho tinto também foram relatados como causadores de manchas severas. Sendo assim esse agentes pigmentantes devem ser especialmente evitados com a utilização de alinhadores confeccionados a partir de materiais plásticos termoformados.

Verifica-se que para as soluções Chá, Vinho e Café usados na imersão dos corpos de prova, nos três momentos houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos QTZ x INV. Já para a solução Coca-Cola, não houve diferença estatisticamente significativa para o momento T1 – T0. Nos demais momentos, houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos. E finalmente, para a solução saliva, houve diferença estatisticamente significativa para o momento T3 – T0. Nos demais momentos, não houve diferenças estatisticamente significantes entre os grupos.

CONCLUSÃO

Os resultados desse trabalho demonstraram que o grupo INV teve menor estabilidade da transparência, principalmente para as soluções pigmentantes como Chá, Café, Coca-Cola e Vinho Tinto, que o grupo QTZ, em praticamente todos os tempos de leituras propostos. Porém mais estudos devem ser realizados para comprovar essa evidência.

REFERÊNCIAS

- 1.Cooper-Kazaz R, Ivgi I, Canetti L, Bachar E, Tsur B, Chaushu S, et al The impact of personality on adult patients' adjustability to orthodontic appliances. *Angle Orthod.* 2013;83(1):76–82.
- 2.Rosvall MD, Fields HW, Ziuchkovski J, Rosenstiel SF, Johnston WM. Attractiveness, acceptability, and value of orthodontic appliances. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2009;135(3):276–7.
- 3.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 Med.* 2020;16(1):2. doi:10.1186/s13005-020-00218-2.
- 4.Pithon MM. A modified thermoplastic retainer. *Prog Orthod* 2012;13(2):195–199.
- 5.Ercoli F, Tepedino M, Parziale V, Luzi C. A comparative study of two different clear aligner systems. *Prog Orthod.* 2014 May 2;15(1):31. doi: 10.1186/s40510-014-0031-3.
- 6.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. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009 Jan;135(1):27-35. doi: 10.1016/j.ajodo.2007.05.018.
- 7.Hahn W, Engelke B, Jung K, Dathe H, Fialka-Fricke J, Kubein-Meesenburg D, et al. Initial forces and moments delivered by removable thermoplastic appliances during rotation of an upper central incisor. *Angle Orthod.* 2010 Mar;80(2):239-46. doi: 10.2319/033009-181.1.
- 8.Dietschi D, Campanile G, Holz J, Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composites: an in vitro study. *Dent Mater.* 1994 Nov;10(6):353-62. doi: 10.1016/0109-5641(94)90059-0.
- 9.Wriedt S, Schepke U, Wehrbein H. The discoloring effects of food on the color stability of esthetic brackets-an in-vitro study. *J Orofac Orthop* 2007;68(4):308–320.
- 10.Zafeiriadis AA, Karamouzos A, Athanasiou AE, Eliades T, Palaghias G. In vitro spectrophotometric evaluation of Vivera clear thermoplastic retainer discolouration. *Aust Orthod J.* 2014 Nov;30(2):192-200.
- 11.Liu CL, Sun WT, Liao W, Lu WX, Li QW, Jeong Y, et al. Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. *Int J Oral Sci.* 2016;8(4):246–53. doi.org/10.1038/ijos.2016.25.
- 12.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. *Prog Orthod.* 2015;16:41. doi.org/ 10.1186/s40510-015-0111-z.
- 13.Wible E, Agarwal M, Altun S, Ramir T, Viana G, Evans C, et al Long-term effects of various cleaning methods on polypropylene/ethylene copolymer retainer material. *Angle Orthod.* 2019;89(3):432–437.

14. 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.
15. Zheng, M., Liu, R., Ni, Z., & Yu, Z. (2017). Efficiency, effectiveness and treatment stability of clear aligners: A systematic review and meta-analysis. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 20(3), 127–133. <https://doi.org/10.1111/ocr.12177>
16. Buschang, P. H., Shaw, S. G., Ross, M., Crosby, D., & Campbell, P. M. (2014). Comparative time efficiency of aligner therapy and conventional edgewise braces. *Angle Orthodontist*, 84(3), 391–396. <https://doi.org/10.2319/062113-466>
17. Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62, 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>
18. Miller, K. B., McGorray, S. P., Womack, R., Quintero, J. C., Perelmuter, M., Gibson, J., Dolan, T. A., & Wheeler, T. T. (2007). A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(3), 302.e1- 302.e9. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2006.05.031>
19. Karkhanechi, M., Chow, D., Sipkin, J., Sherman, D., Boylan, R. J., Norman, R. G., Craig, R. G., & Cisneros, G. J. (2013). Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy. *Angle Orthodontist*, 83(1), 146–151. <https://doi.org/10.2319/031212-217.1>
20. 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 (Basel)*. 2021;14(1):14. Published 2021 Dec 21. doi:10.3390/polym14010014
21. The National Coffee Association and The Specialty Coffee Association of America. Coffee Statistics. Available at <http://www.e-importz.com/coffee-statistics.php> accessed on 15 July 2015.
22. Agarwal M, Wible E, Ramir T, Altun S, Viana G, Evans C, et al Long-term effects of seven cleaning methods on light transmittance, surface roughness, and flexural modulus of polyurethane retainer material. *Angle Orthod*. 2018;88(3):355–362.
23. Wible E, Agarwal M, Altun S, Ramir T, Viana G, Evans C, et al Long-term effects of different cleaning methods on copolyester retainer properties. *Angle Orthod*. 2018;89(2):221–227.
24. 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. *Prog Orthod*. 2015;16:41.

25. de Oliveira CB, Maia LG, Santos-Pinto A, Gandini Junior LG. In vitro study of color stability of polycrystalline and monocrystalline ceramic brackets. *Dental Press J Orthod.* 2014 Jul-Aug;19(4):114-21. doi: 10.1590/2176-9451.19.4.114-121.oar.
26. 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
27. Lombardo L, Martini M, Cervinara F, Spedicato GA, Oliverio T, Siciliani G. Comparative SEM analysis of nine F22 aligner cleaning strategies. *Prog Orthod.* 2017;18(1):26
28. Hollis S, Eisenbeisz E, Versluis A. Color stability of denture resins after staining and exposure to cleansing agents. *J Prosthet Dent.* 2015;114(5):709–14. doi.org/10.1016/j.prosdent.2015.06.001.
29. Demenech LS, de Freitas JV, Gonzaga CC, Leonardi DP, Baratto-Filho F, Tomazinho FSF, et al. Crown discoloration after endodontic obturation with different cements: a clinical study. *Dental Press Endod.* 2020 Sept-Dec;10(3):88-93. doi.org/10.14436/2358-2545.10.3.088-093.oar.
30. Batistuzzo, J. A O; Itaya, M.; Eto, Y. *Formulário Médico-Farmacêutico.* 5 ed. São Paulo: Pharmabooks, 2015.
31. Memè L, Notarstefano V, Sampalmieri F, Orilisi G, Quinzi V. ATR-FTIR Analysis of Orthodontic Invisalign® Aligners Subjected to Various In Vitro Aging Treatments. *Materials.* 2021;14(4):818. doi.org/10.3390/ma14040818.
32. R Core Team (2021). *R: A language and environment for statistical computing.* R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
33. Shapiro, S. S. and Wilk, B. M. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52:591–611.
34. Myles Hollander and Douglas A. Wolfe. *Nonparametric Statistical Methods.* New York: John Wiley & Sons; 2014.