



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ESTUDO DO EFEITO DO COLUTÓRIO ELUDRIL WHITE® NA
ALTERAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA DOS ALINHADORES
INVISALIGN® – ESTUDO PILOTO**

Trabalho submetido por
Beatriz Margarida Passinhas Morgado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

setembro de 2021



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ESTUDO DO EFEITO DO COLUTÓRIO ELUDRIL WHITE® NA
ALERAÇÃO DA TRANSPARÊNCIA DOS ALINHADORES
INVISALIGN® - ESTUDO PILOTO**

Trabalho submetido por
Beatriz Margarida Passinhas Morgado
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Teresa Sobral Costa

setembro de 2021

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à minha orientadora, Prof. Doutora Teresa Sobral Costa, pela dedicação e apoio prestado ao longo deste trabalho. A sua colaboração foi imprescindível para a realização desta investigação e na obtenção do material utilizado. Um muito obrigada por todas as sugestões e críticas construtivas, que me levou a ser exigente comigo mesma, para que conseguisse alcançar e cumprir o meu objetivo.

Quero também agradecer ao Prof. Doutor Luís Proença por toda a ajuda e apoio disponibilizado na compreensão e análise estatística desta investigação.

Ao Prof. Doutor Mário Polido, por permitir que esta investigação fosse possível ao me disponibilizar o Laboratório de Biomateriais e os seus equipamentos.

À Alexandra Petinga pela ajuda na aquisição do colutório Eludril White® e todos as fichas e documentos técnicos relativas ao produto.

Aos meus pais, pois sem vocês nada disto seria possível! Obrigada por todo o apoio que me dão, por serem o meu porto seguro, o maior exemplo de perseverança e rigor que algum dia possa vir a ter!

À Mel e à Pipa as minhas cãopanheiras de todas as horas, minutos e segundos.

Às minhas míopes, Rits, Joana, Carolina, Jess, Mariana e Zuki, por toda a amizade, por tudo o que vivemos ao longo destes 5 anos e acima de tudo por permitirem que esta experiência tivesse um brilho diferente.

À Inês que me acompanhou desde o primeiro dia. Box 53 para sempre!

À Box 38, o melhor presente deste ano! Um obrigada gigante à Kateryna e à Sofia. Estarão sempre no meu coração!

E por fim, mas não menos importante, ao Instituto Universitário Egas Moniz e a todos os seus funcionários. Obrigada por me teres acolhido nestes últimos 5 anos e me teres ensinado tanto... Daqui levo amigos para a vida assim como dos momentos mais felizes que vivi!

Resumo:

A estabilidade da cor e a transparência dos alinhadores, devem ser estáveis durante o período de 1 a 2 semanas em que são utilizados, de um ponto de vista estético. Embora sejam materiais biocompatíveis, os alinhadores não são inertes estando sujeitos a alterações. A cor dos mesmos é influenciada por vários fatores. Assim, os alinhadores podem tornar-se esteticamente menos atrativos, provocando uma preocupação ao clínico assim como ao paciente.

Objetivos: Avaliar o efeito do colutório Eludril White[®] na alteração da transparência dos alinhadores Invisalign[®], previamente utilizados.

Materiais e Métodos: Foram utilizados 80 alinhadores Invisalign[®], 20 novos e 60 já usados. A alteração de cor dos alinhadores foi avaliada através de um espectrofotômetro (*SpectroShadeTM Micro*), com o sistema CIE L*a*b*, e por meio de fotografias. Como elemento de referência da cor inicial dos alinhadores Invisalign[®], foi analisada a cor dos 20 novos. A coloração dos alinhadores já usados foi analisada em dois tempos diferentes: antes da exposição ao colutório Eludril White[®] puro (Ti) e após esta exposição (Tf). A análise estatística foi realizada através dos testes ANOVA *one-way* e comparações múltiplas de médias ($p < 0,05$).

Resultados: Foram verificadas melhorias na alteração da transparência dos alinhadores Invisalign[®] após a exposição ao colutório, por meio de fotografias. No entanto, os alinhadores permaneceram ligeiramente pigmentados e por esse motivo não foram considerados clinicamente aceites ($\Delta E^* > 3,3$).

Conclusão: Os alinhadores Invisalign[®] apresentaram alteração da transparência após a exposição ao colutório Eludril White[®] puro. O tempo de imersão na solução influenciou o grau de aclaramento dos alinhadores. A coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório tende a aproximar-se da coloração inicial dos alinhadores novos.

Palavras-chave: Invisalign[®]; Eludril White[®]; Cor; Espectrofotometria

Abstract:

The color stability and transparency of the aligners should be stable during the period of 1 to 2 weeks in which they are used, from an aesthetic point of view. Although they are biocompatible materials, they are not inert and are prone to some changes. Their color is often influenced by several factors. In this way, aligners become aesthetically less attractive, developing a clinical concern, as well as a concern to the patient.

Purpose: To evaluate the effect of Eludril White[®] on the transparency alteration of the previously used Invisalign[®] aligners.

Materials and Methods: 80 Invisalign[®] aligners were used, 20 new and 60 that had already been used. Chromatic changes were evaluated using a spectrophotometer (*SpectroShade[™] Micro*), with the CIE L*a*b* system and photographs. The color of 20 new aligners was analyzed as a reference element of the initial color of Invisalign[®] aligners. The color of the remaining aligners was analyzed at two different times: before the exposure to Eludril White[®] (Ti) and after the exposure (Tf). Statistical analysis of the results was performed with *one-way* ANOVA and multiple comparisons of means ($p < 0.05$).

Results: Despite the improvements viewable through photographs, in the transparency alteration of Invisalign[®] aligners, after the exposure to pure Eludril White[®] mouthwash, the aligners remained slightly pigmented and for this reason weren't considered clinically accepted ($\Delta E^* > 3,3$).

Conclusions: The Invisalign[®] aligners showed transparency alteration after exposure to the Eludril White[®] mouthwash. Immersion time influenced the degree of lightening of the aligners. The coloration of the aligners tends to approach the initial coloration of the new aligners, after the exposure to Eludril White[®] mouthwash.

Keywords: Invisalign[®]; Eludril White[®]; Color; Spectrophotometry

ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO	15
1.1	Contextualização e justificação do trabalho	15
1.2	Má oclusão	16
1.3	Estética em Ortodontia: Tratamentos Alternativos.....	16
1.4	Perspetiva Histórica dos Alinhadores	17
1.5	Alinhadores Invisalign®	19
1.5.1	Indicações.....	20
1.5.2	Limitações	20
1.5.3	Vantagens	21
1.5.4	Desvantagens	22
1.6	A transparência dos alinhadores Invisalign®	22
1.7	Higienização dos Alinhadores	24
1.8	Métodos de Avaliação da Cor.....	24
1.8.1	Avaliação Visual da Cor	25
1.8.2	Avaliação Instrumental da Cor	25
1.8.3	Fotografia Digital e Sistemas de Imagem	29
1.9	Manutenção da Transparência dos Alinhadores: Estudos Precedentes.	29
II.	OBJETIVOS	33
III.	MATERIAIS E MÉTODOS	35
3.1	Tipo de Estudo	35
3.2	Local de Estudo	35
3.3	Materiais	35
3.4	Amostra Estudada	35
3.5	Colutório Eludril White®	36
3.6	Metodologia de Investigação	36
3.7	Análise estatística	40
IV.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41

4.1	Resultados	41
4.1.1	Análise dos valores $L^*a^*b^*$	41
4.1.2	Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores imersos no colutório Eludril White [®] nos tempos testados na investigação.....	45
4.1.3	Avaliação do <i>National Bureau of Standards</i> (NBS).....	47
4.1.4	Avaliação da alteração de cor visualmente com recurso à fotografia.....	48
4.2	Discussão	50
4.2.1	Escolha do método de investigação	50
4.2.2	Discussão dos Resultados	52
4.2.3	Limitações da investigação	53
4.2.4	Perspetivas para estudos futuros	54
V.	CONCLUSÃO	55
VI.	BIBLIOGRAFIA	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - <i>SpectroShade™ Micro</i>	28
Figura 2 – Colutório Eludril White®	36
Figura 3 – Base estabilizadora em <i>Putty</i> dos alinhadores.....	37
Figura 4 – Enquadramento do dente em análise no ecrã do <i>SpectroShade™ Micro</i> (A); Seleção do dente em análise (B).....	38
Figura 5 – Base estabilizadora dos alinhadores superior e inferior, com dentes 11 e 41 preenchidos com resina.....	38
Figura 6 – Caixa acrílica retangular com 10 alinhadores devidamente acondicionados (A); Estufa de Incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha).....	39
Figura 7 – Comparação das fotografias dos alinhadores Invisalign® imersos no colutório Eludril White® nos 3 tempos experimentais com os alinhadores novos.....	48

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Classificações <i>National Bureau of Standards</i> (NBS).....	28
Tabela 2 – ANOVA <i>one-way</i>	46
Tabela 3 – Testes de Comparações múltiplas de médias (<i>post-hoc Tukey HSD</i>).....	46
Tabela 4- Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign® nos tempos testados na investigação.....	46
Tabela 5 - Média e desvio padrão do <i>National Bureau of Standards</i> (NBS) dos alinhadores Invisalign® nos tempos testados na investigação.....	47

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparação dos valores médios de $L^*a^*b^*$ dos alinhadores Invisalign [®] , previamente usados, em T_i e T_f	41
Gráfico 2 - Comparação dos valores médios de L^* dos alinhadores Invisalign [®] usados com os alinhadores novos.....	43
Gráfico 3 - Comparação dos valores médios de a^* dos alinhadores Invisalign [®] usados com os alinhadores novos.....	44
Gráfico 4 - Comparação dos valores médios de b^* dos alinhadores Invisalign [®] usados com os alinhadores novos.....	44
Gráfico 5 - Média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign [®] , nos tempos testados.....	49

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

IUEM – Instituto Universitário Egas Moniz

USA – United States of America

CAD/CAM - *Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing*

3D – Tridimensional

CIE - *Comission Internationale de L'Eclairage*

NBS - *National Bureau of Standards*

LED - *Light Emitting Diode*

RGB – *red, green, blue*

kHz - Kilohertz

°C – Graus *Celcius*

ml – Mililitros

mm - Milímetros

% – Percentagem

I. INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização e justificação do trabalho

A aparência e a estética facial e dentária são conceitos cada vez mais influentes na sociedade atual, sendo esta a principal motivação para a procura de tratamento ortodôntico. De modo a contornar as exigências requeridas, a ortodontia está a ganhar um rumo diferente com a introdução de aparelhos menos perceptíveis na cavidade oral.

Nos últimos anos, o tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores tem sido desenvolvido de modo a garantir a existência de uma opção de tratamento mais estética para a correção da má oclusão. O aparecimento dos alinhadores Invisalign® exponenciou a popularidade desta forma de tratamento.

No tratamento com recurso a alinhadores Invisalign®, o paciente realiza a substituição dos alinhadores, em média, após uma a duas semanas. Durante esse tempo de utilização, o paciente deverá ter cuidados relativos à higiene do aparelho assim como nos seus hábitos alimentares. Apesar de serem considerados biocompatíveis, os alinhadores não permanecem inertes na cavidade oral, sofrendo alterações que se manifestam na sua transparência, colocando em causa a grande vantagem dos alinhadores. Diversos autores têm constatado a instabilidade de cor dos alinhadores Invisalign®.

Da literatura disponível, foram encontrados diversos estudos com objetivos bastante diferentes entre si, desde avaliar o potencial de remoção de pigmentos com diferentes técnicas de limpeza, avaliar a eficácia de estratégias de higienização de alinhadores ou analisar a alteração da transparência. Desta pesquisa verificou-se que até à data, nenhum estudo analisou a eficácia do colutório Eludril White® na alteração da transparência dos alinhadores Invisalign®, recorrendo ao sistema CIE L*a*b*.

No final deste projeto de investigação, caso seja verificada a existência de uma relação entre a alteração da pigmentação dos alinhadores Invisalign® e o colutório Eludril White®, poder-se-á sugerir que a utilização deste colutório permite a manutenção dos alinhadores Invisalign® de forma mais transparente, beneficiando assim o tratamento com recurso a alinhadores Invisalign®.

1.2 Má oclusão

A má oclusão pode ser definida como uma irregularidade dos dentes ou uma má relação entre as arcadas dentárias, ultrapassando assim o limite aceito como normal (Mtaya et al., 2009; Tak et al., 2013; Walther et al., 1994). A etiologia da má oclusão é multifatorial podendo resultar de uma combinação de fatores hereditários, tais como estímulos durante a formação e o desenvolvimento das estruturas orofaciais e de fatores ambientais tais como os hábitos orais, as características sociais e a dieta (Akbari et al., 2016). A má oclusão tem demonstrado afetar a saúde oral, levando a um aumento da prevalência de cárie dentária assim como um aumento de distúrbios na articulação temporomandibular (AlQarni et al., 2014).

Segundo a Organização Mundial da Saúde a má oclusão é considerada o terceiro problema de saúde oral mais prevalente, a seguir à cárie dentária e às doenças periodontais (Alhammadi et al., 2018). Assim, a alta prevalência tornou-a um problema de saúde pública a nível mundial (Akbari et al., 2016; Tak al., 2013).

Vários estudos têm vindo a demonstrar o seu impacto na qualidade de vida, no entanto ainda não existe um consenso sobre o impacto negativo que esta poderá causar. (Bernabé et al., 2007; Marques et al., 2006; Tak al., 2013). Também se verificou que os indivíduos que se submetem a tratamento ortodôntico têm uma melhoria significativa na saúde oral, traduzindo-se assim numa melhor qualidade de vida (Palomares et al., 2012).

Nos últimos anos tem-se verificado um aumento significativo no número de pacientes que procuram realizar tratamento ortodôntico (Alogaibi et al., 2020). Existem inúmeras opções de tratamento, sendo que a sua escolha vai depender da avaliação de cada paciente (Weir, 2017).

1.3 Estética em Ortodontia: Tratamentos Alternativos

De modo a ultrapassar as limitações encontradas nos aparelhos fixos convencionais metálicos, têm sido introduzidas na prática clínica novas técnicas e materiais mais atrativos (Papadimitriou et al., 2018).

Atualmente, o paciente que procura realizar tratamento ortodôntico não só exige um sorriso “bonito” no final do seu tratamento assim como demonstra, igualmente, uma preocupação com a sua aparência durante o decorrer do mesmo (Kumar et al., 2018). Para

dar resposta a esta necessidade, começou-se por reduzir o tamanho e o perfil dos *brackets* metálicos, (Kumar et al., 2018) introduziram-se os *brackets* cerâmicos ou de compósito, os aparelhos ortodônticos linguais e os alinhadores (Srivastava et al., 2017). Entre estes aparelhos, os alinhadores são preferencialmente escolhidos por adultos, em detrimento dos *brackets*, devido às considerações estéticas e de conforto (Liu et al., 2016).

Atualmente, existem diversas marcas de alinhadores no mercado (Acar et al., 2014), sendo que nesta investigação iremos abordar o Invisalign®.

1.4 Perspetiva Histórica dos Alinhadores

Embora a aplicação de alinhadores no tratamento ortodôntico seja uma técnica relativamente recente, os alinhadores surgiram por volta da década de 40, tendo vindo a sofrer inúmeras alterações com o passar do tempo.

A utilização de alinhadores foi inicialmente proposta por Kesling em 1945, quando criou o “aparelho de posicionamento dentário”. Tratava-se de uma técnica de refinamento que se seguia ao tratamento ortodôntico convencional, encerrando assim, pequenos espaços residuais deixados após o tratamento (Bollen et al., 2003; Hennessy & Al-Awadhi, 2016; Kesling, 1946). O aparelho consistia numa peça única de borracha flexível e transparente confeccionada sob um modelo de gesso, onde era realizado um *set-up* encerado em laboratório, com o objetivo de mover os dentes para a posição pretendida (Bollen et al., 2003; Pereira et al., 2014). Apesar deste aparelho permitir realizar pequenos movimentos, mantendo o alinhamento dos restantes dentes na arcada dentária, o controlo do movimento dentário era difícil. Sendo apenas possível a inclinação das coroas dentárias (Hennessy & Al-Awadhi, 2016). Embora os alinhadores incorporassem todo o movimento apenas em um aparelho, Kesling verificou que seria possível futuramente, realizar grandes movimentos dentários ao fazer pequenos movimentos sequenciais de dentes, à medida que o tratamento ortodôntico progredia (Bollen et al., 2003).

Em 1968, Bergensen produziu uma série de aparelhos pré-formados para alinhamento dentário, tendo também criado, posteriormente, aparelhos para corrigir outros tipos de maloclusões (Pereira et al., 2014).

Em 1971, Pontiz R. J. criou o “*invisible retainer*”. Este aparelho era confeccionado a partir de um enceramento no modelo de gesso, com os dentes na posição pretendida (Pereira et al., 2014). Tal como os alinhadores apresentados por Kesling, o “*invisible*

retainer” apenas conseguia produzir pequenos movimentos dentários e esses resultados eram obtidos através da inclinação das coroas dentárias (Hennessy & Al-Awadhi, 2016). A grande vantagem deste aparelho era o fato de ser mais estético do que o “aparelho de posicionamento dentário” apresentado por Kesling em 1945 (Moro et al., 2017).

Em 1985, com McNamara et al. surgiu a primeira investigação da movimentação dentária com recurso a alinhadores. Verificou-se que os alinhadores tiveram um alto nível de aceitação por parte dos pacientes, devido ao fato de serem discretos. Os mesmos, poderiam ser utilizados de forma eficaz como aparelhos de retenção, permitindo realizar pequenos ajustes na fase final do tratamento ortodôntico convencional ou como aparelhos de transição (McNamara et al., 1985; Moro et al., 2017).

Nos anos 90, Sheridan et al. popularizaram estes alinhadores, descrevendo uma nova técnica que se baseava na combinação dos alinhadores Essix[®] com reduções interproximais dos dentes. Esta técnica, tinha por base mais uma vez a criação de Kesling. A desvantagem encontrada foi a grande quantidade de tempo clínico e laboratorial que o procedimento exigia, pois para quase todos os movimentos dentários era necessário realizar novas impressões e um novo *set-up* após o uso de cada alinhador (Galan-Lopez et al., 2019; Hennessy & Al-Awadhi, 2016; Pereira et al., 2014). Para a realização deste tratamento seriam necessários três elementos básicos: espaço, tempo e força. Estes elementos, atuando de uma forma conjunta, realizariam a produção de um movimento dentário. Assim, durante um determinado período, ao ser exercida uma força, a peça dentária deslocar-se-ia para o espaço compreendido entre o dente e a placa do alinhador (Neto, 2011).

Em 1997, dois estudantes da Universidade de Stanford, Zia Chishti e Kelsey Wirth, em parceria com um especialista informático, criaram a Align Technology Inc. Santa Clara da Califórnia (USA). Em conjunto desenvolveram um conceito antigo de movimentação dentária sem recurso a brackets, introduzido por Kesling (Galan-Lopez et al., 2019).

Em 1998, Kim Tae Weon propôs um tratamento com alinhadores sequenciais, que, por sua vez, serviu de base à criação do aparelho Clear Aligner[®], colocado no mercado em 2004 (Moro et al., 2017).

Em 1999, a Align Technology Inc. lançou o sistema Invisalign[®]. Este foi o primeiro aparelho ortodôntico a utilizar a tecnologia CAD/CAM com técnicas laboratoriais. Esta tecnologia permitiu criar múltiplos *set-ups* a partir de apenas uma

única impressão. O aparecimento deste processo digital eliminou a impraticabilidade dos sistemas de alinhadores apresentados anteriormente e tornou o conceito de Kesling uma realidade (Hennessy & Al-Awadhi, 2016).

1.5 Alinhadores Invisalign®

O tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores, consiste na utilização sequencial de vários aparelhos fabricados a partir de um material termoplástico transparente, com o intuito de promover o movimento dentário até à obtenção do resultado pretendido (Martorelli et al., 2013; Pereira et al., 2014). A correção da má oclusão é realizada por etapas, sendo que cada alinhador é substituído a cada 1-2 semanas de utilização (Doomen et al., 2018; Simão & Bittencourt, 2021). Dos sistemas de alinhadores atualmente disponíveis, o Invisalign® é reconhecido por ser o mais sofisticado e frequentemente utilizado (Tamer et al., 2019; Weir, 2017).

Os movimentos dentários e a correção da má oclusão são planeados virtualmente utilizando um software 3D (ClinCheck®), que também permite visualizar o resultado do tratamento antes deste ser iniciado (Lombardo et al., 2017). Cada alinhador é programado para mover um dente ou um pequeno grupo de dentes 0,25 a 0,33 mm a cada 14 dias (Srivastava et al., 2017).

Relativamente à sua constituição, inicialmente, a Align Technology Inc. desenvolveu o Exceed-30 (EX30), um material flexível com uma maior transparência e resistência à fratura. Mais tarde, em 2012, após 8 anos de desenvolvimento, criaram um material intitulado de SmartTrack®. O SmartTrack® é um poliuretano termoplástico com um elastómero integrado. Este material permite ao alinhador aplicar forças ligeiras e contínuas sobre os dentes e sua maior elasticidade permite uma maior previsibilidade dos movimentos ortodônticos (Lombardo et al., 2015).

O poliuretano tem características interessantes tais como: alta elasticidade, flexibilidade, resistência química, resistência à oxidação, resistência mecânica e facilidade de processamento (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

1.5.1 Indicações

O sistema Invisalign[®] está indicado na correção de problemas de desalinhamento dentário e apinhamento leve a moderado (1-5 mm). O tratamento destes problemas é possível com uma ligeira expansão lateral e/ou ântero-posterior ou com uma pequena redução interproximal dos dentes. Também é indicado para a correção de diastemas (1-5 mm); problemas de mordida profunda, principalmente em casos de má oclusão de Classe II divisão 2, onde a sobremordida deve ser diminuída pela intrusão e avanço dos incisivos; para a intrusão absoluta de 1 ou 2 dentes; para os casos de apinhamento severo com a extração de um incisivo inferior; movimento distal dos molares; arcadas atrésicas, de origem não esquelética, que podem ser expandidas sem inclinar os dentes excessivamente; pequenas rotações dentárias e recidivas após terapia com aparelhos convencionais (Cardoso et al., 2019; Kumar et al., 2018; Srivastava et al., 2017; Tamer et al., 2019).

O tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores Invisalign[®] também pode ser indicado a pacientes com problemas periodontais, que apresentem uma boa higiene oral (Cardoso et al., 2019).

1.5.2 Limitações

O tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores Invisalign[®] é considerado controverso, por alguns profissionais (Papadimitriou et al., 2018; Pinho & Santos, 2021). Apesar das evidentes melhorias verificadas na sua eficácia, alguns autores alegam a existência de limitações significativas na realização de certos movimentos, principalmente em casos complexos de má oclusão (Pinho & Santos, 2021).

Da pesquisa realizada, foram encontradas diversas limitações, tais como, na realização do movimento de expansão dos dentes póstero-superiores, caninos e pré-molares, movimentos rotacionais, extrusão dos incisivos superiores e controlo do *overbite*. Para além disso, também foram verificadas limitações no encerramento de espaços após extrações, na correção dos contactos oclusais e em grandes discrepâncias ântero-posteriores e verticais (Papadimitriou et al., 2018).

No entanto, a bibliografia mais recente tem vindo a demonstrar que a utilização de dispositivos de ancoragem temporários em conjugação com alinhadores tem sido

responsável pelo aumento da gama de tratamentos possíveis de realizar com esta aparatologia (Tamer et al., 2019).

A extrusão dentária é considerada um movimento moderadamente difícil de realizar, comparativamente com os sistemas de aparatologia fixa. No entanto, para facilitar este movimento dentário, podem ser utilizados auxiliares tais como botões e elásticos (Tamer et al., 2019).

Outros movimentos considerados desafiantes de realizar com alinhadores são a correção de rotações severas, a verticalização de molares e o encerramento de espaços após extrações. Porém, estas limitações são possíveis de superar graças à utilização de *attachments* no sistema Invisalign®. Deve ainda ser tido em consideração que os casos de extrações dentárias requerem experiência e conhecimento do sistema Invisalign® (Tamer et al., 2019).

Apesar das limitações encontradas, alguns estudos clínicos têm vindo a comprovar que são possíveis de ultrapassar. Pinho & Santos (2021) e Moshiri et al. (2017) demonstraram que é possível corrigir uma mordida aberta com o sistema Invisalign® e dispositivos de ancoragem esquelética.

1.5.3 Vantagens

O sistema Invisalign® apresenta inúmeras vantagens. Uma das principais vantagens oferecida é a estética, pelo fato de serem aparelhos transparentes e praticamente impercetíveis. Esta característica permite aos pacientes sorrir com maior confiança durante o tratamento ortodôntico, comparativamente com os aparelhos fixos convencionais. Outra das vantagens relatadas pelos pacientes é o conforto inerente à utilização deste aparelho, uma vez que não causam irritações ou lacerações na mucosa oral (Thukral & Gupta, 2015).

Comparativamente com os aparelhos fixos convencionais, os alinhadores permitem uma melhor higiene oral, uma vez que podem ser removidos para a realização de uma correta escovagem dentária (Thukral & Gupta, 2015). Desta forma, permitem não só uma melhor saúde periodontal, como reduzem o desenvolvimento de lesões *white spot* (Tamer et al., 2019). Neste sistema, não se impõem quaisquer restrições alimentares, permitindo assim ingerir todo o tipo de alimentos e bebidas. Este sistema permite ao paciente visualizar o resultado do tratamento e a progressão dos movimentos dentários ao

longo do mesmo, motivando-o a utilizar corretamente todos os alinhadores (Thukral & Gupta, 2015).

Para além das vantagens referidas anteriormente, também foram consideradas mais valias: a redução do tempo de cada consulta, a redução das consultas de emergência, a redução das idas do paciente ao consultório, uma vez que pode trocar de alinhadores sem recorrer ao médico dentista e a redução de hábitos parafuncionais durante o tratamento, tais como o bruxismo (Thukral & Gupta, 2015).

1.5.4 Desvantagens

O Sistema Invisalign[®] também apresenta algumas desvantagens, sendo uma delas a incapacidade do médico dentista controlar por completo o tratamento, ao contrário do que acontece nos tratamentos ortodônticos fixos. Uma vez que estes aparelhos são removíveis, é necessária uma maior motivação e autodisciplina por parte dos pacientes, para que os resultados pretendidos sejam alcançados. O compromisso dos pacientes para utilizarem os alinhadores, pelo menos 20 a 22 horas por dia, removendo-os apenas para comer, beber certas bebidas e realizar a sua higiene oral é uma das chaves para o sucesso (Srivastava et al., 2017).

O fato de serem removíveis obriga os pacientes a tomarem alguns cuidados, uma vez que a probabilidade de perderem os alinhadores aumenta (Srivastava et al., 2017).

Outro dos inconvenientes deste sistema, é que a partir do momento em que os alinhadores são fabricados, não podem ser alterados significativamente durante o tratamento (Kumar et al., 2018).

O elevado custo referente a este tratamento também é considerado uma das principais desvantagens (Srivastava et al., 2017).

Outra desvantagem é a alteração da transparência dos alinhadores com o tempo de utilização (Liu et al., 2016).

1.6 A transparência dos alinhadores Invisalign[®]

De uma forma geral, os materiais constituintes dos alinhadores são polímeros resinosos. Mesmo sendo materiais biocompatíveis, não são inertes e estão sujeitos a alterações da cavidade oral, tais como o calor, a humidade, as forças mastigatórias, o

contacto prolongado com enzimas digestivas, a calcificação, a absorção de lípidos e o efeito dos metabolitos da placa (Ihssen et al., 2019; Lombardo et al., 2015).

Os pacientes são normalmente recomendados a utilizar os alinhadores a tempo inteiro à exceção do período de refeições ou de higiene oral (Moshiri et al., 2013). No entanto, muitos dos pacientes não cumprem totalmente estas recomendações e consomem agentes corantes com os alinhadores em boca (Bernard et al., 2020; Lombardo et al., 2017). Isto leva a uma alteração do polímero estrutural dos alinhadores, que consequentemente altera a sua transparência (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016; Lombardo et al., 2015; Zafeiriadis et al., 2014). Este processo poderá estar relacionado com os agentes de pigmentação e as características dos materiais constituintes dos alinhadores (Kim & Lee, 2009; Liu et al., 2016; Zafeiriadis et al., 2014).

Estudos realizados, demonstraram que os poliuretanos são materiais particularmente vulneráveis à adsorção de pigmentos e têm uma má estabilidade de cor, promovendo assim uma diminuição da translucidez dos alinhadores (Agarwal et al., 2018; Ardesna & Vaidyanathan, 2009; Kim & Lee, 2009; Liu et al., 2016).

Segundo Bernard et al. (2020) a porosidade da superfície dos alinhadores Invisalign[®] juntamente com a natureza polar do poliuretano justifica a suscetibilidade que os alinhadores Invisalign[®] apresentam à coloração, comparativamente com outras marcas de alinhadores.

As porosidades presentes nas superfícies dos alinhadores podem resultar da degradação dos materiais constituintes dos mesmos (Kim & Lee, 2009; Liu et al., 2016). A absorção de água resulta da ligação destas moléculas à superfície do material que consequentemente penetra dentro do mesmo, facilitando, assim, a adsorção e a ligação dos pigmentos na superfície dos materiais. Para além disso, o poliuretano contém o grupo polar $-NHCOO-$. Esta unidade estrutural é propensa a formar pontes de hidrogénio com os pigmentos hidrofílicos presentes nas soluções, levando, assim, à adsorção do pigmento no material (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

Como a adsorção de pigmentos está relacionada com o grupo polar presente no polímero e a rugosidade, o aumento da capacidade hidrofóbica e integridade da superfície dos alinhadores poderá reduzir a adsorção e penetração de pigmentos (Liu et al., 2016).

De forma a manter a estabilidade da cor e proteger as propriedades mecânicas dos alinhadores, os pacientes devem seguir as instruções fornecidas pelo clínico e remover os alinhadores sempre que ingerem algum alimento ou bebida (Liu et al., 2016).

1.7 Higiene dos Alinhadores

Os alinhadores criam um ambiente protegido que limita o fluxo salivar e conseqüentemente as capacidades naturais de limpeza, tampão e remineralização da saliva. Para além disso, os alinhadores interrompem as habituais atividades de limpeza dos lábios, das bochechas e da língua, levando a um maior aprisionamento e desenvolvimento de placa dentro dos aparelhos (Moshiri et al., 2013).

Caso não sejam realizados esforços para remover a placa acumulada, esta tem tendência a acumular-se particularmente nas cúspides e bordos incisais dos dentes (Moshiri et al., 2013).

A manutenção adequada destes aparelhos é considerada difícil devido à superfície irregular do interior dos mesmos. Atualmente, os métodos de limpeza mecânica e química são os principais métodos disponíveis para higienização (Agarwal et al., 2018; Chang et al., 2014).

Sabendo que os alinhadores têm tendência a sofrer alterações de translucidez, tornando-se esteticamente menos atrativos, devido à adsorção e penetração de pigmentos nos materiais constituintes dos mesmos, a manutenção de uma adequada higiene oral dos alinhadores previne este efeito.

1.8 Métodos de Avaliação da Cor

Ao longo das últimas décadas, tem se verificado um aumento, significativo, no interesse pela investigação da cor. A medicina dentária tem experienciado um crescimento de uma nova geração de tecnologias dedicadas à análise, comunicação e verificação da cor (Chu et al., 2010).

A percepção da cor pelos seres humanos envolve o espectro da luz visível. Este espectro, ao entrar pelo olho estimula os três tipos de recetores de cor presentes na retina, que por sua vez, através do nervo ótico, a comunicam ao cérebro. A interação existente entre o iluminador e o material observado, permite que a luz seja refletida ou transmitida a um observador, dependendo da posição do iluminador, do material e do observador (Johnston, 2009).

Dado que existe uma grande variação na percepção de cor entre os clínicos, a escolha da cor é considerada uma tarefa muito desafiante em medicina dentária (Jarad et

al., 2005). Desta forma, para uma avaliação mais rigorosa das alterações de cor, podem utilizar-se métodos visuais ou técnicas instrumentais (Koksal & Dikbas, 2008).

1.8.1 Avaliação Visual da Cor

O método de avaliação de cor mais frequentemente utilizado em medicina dentária é a determinação visual, por comparação dos dentes com escalas de cor (Joiner, 2004).

A identificação visual da cor está dependente de vários fatores: tais como a sensibilidade do observador, as condições de iluminação, a translucência, a estrutura da superfície observada e as propriedades do material utilizado (Lehmann et al., 2010). Apesar destas dificuldades, o olho humano consegue distinguir pequenas diferenças de cor. No entanto, a fraca habilidade em comunicar o grau e a natureza destas diferenças exige a utilização de métodos auxiliares (Chu et al., 2010).

Segundo Van der Burgt et al. (1985) existem três desvantagens na utilização destas escalas. Em primeiro lugar, a gama de cores disponíveis nas escalas é inadequada e as amostras de cor não se encontram distribuídas logicamente. Em segundo lugar, existe uma falta de coerência na correspondência de cor entre médicos dentistas e em terceiro lugar, não é possível traduzir os resultados obtidos das escalas de cor em especificações da escala CIE L*a*b* (Westland et al., 2007). Apesar destas desvantagens, a utilização de escalas de cor é considerada um método de avaliação rápido e com baixo custo (Joiner, 2004).

Contudo, os resultados com métodos visuais são demasiado subjetivos devido à opinião pessoal de cada investigador e, portanto, a reprodutibilidade destas investigações é considerada baixa (Çorekçi et al., 2010).

1.8.2 Avaliação Instrumental da Cor

Atualmente, existem diversos instrumentos eletrónicos capazes de realizar a avaliação de cor. Estes dispositivos podem ser classificados em espectrofotómetros, colorímetros, analisadores digitais de cor ou uma combinação destes (Kim-Pusateri et al., 2009). Estes instrumentos foram projetados para corresponderem, principalmente, às necessidades clínicas da medicina dentária, tais como informações sobre a

correspondência da cor, a translucência dentária ou informações associadas à comunicação de cores, reprodução e verificação (Chu et al., 2010).

Dado que, a avaliação de cor com instrumentos elimina a subjetividade da avaliação visual, os espectrofotômetros e os colorímetros, são utilizados preferencialmente (Koksal & Dikbas, 2008).

Os espectrofotômetros medem a intensidade da luz refletida em todos os comprimentos de onda do espectro visível, enquanto que os colorímetros medem a intensidade da luz refletida da amostra, filtrada por filtros vermelhos, verdes e azuis (Llena et al., 2011). Os espectrofotômetros estão entre os instrumentos mais precisos, úteis e flexíveis para a avaliação de cor (Chu et al., 2010). Comparativamente com os colorímetros, os espectrofotômetros apresentam uma maior durabilidade e não são afetados pelo metamerismo da amostra (Kim-Pusateri et al., 2009) isto é, o fenómeno em que dois materiais apresentam cores iguais sob uma determinada fonte de luz e cores diferentes quando sujeitos a outra condição de iluminação (Johnston, 2009). No entanto, os colorímetros são mais fáceis de utilizar e baratos (Kim-Pusateri et al., 2009). Foi demonstrado que os espectrofotômetros garantem um aumento de 33% na precisão e uma correspondência de cor mais objetiva em 93,3% dos casos, relativamente à avaliação visual da cor ou técnicas convencionais (Chu et al., 2010).

Em 1976, a *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE) desenvolveu o sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$, que suporta a teoria aceita de que a percepção da cor é baseada em três recetores de cor, existentes no olho: vermelho, verde e azul (Joiner, 2004). Atualmente é um dos sistemas de cor mais popular e amplamente utilizado e é adequado para determinar pequenas diferenças de cor (Koksal & Dikbas, 2008). É um sistema tridimensional em que os eixos são o L^* , a^* e o b^* (Joiner, 2004). Neste sistema, a coordenada L^* avalia o valor da cor, sendo que valores L^* positivos representam luminosidade. A coordenada a^* representa a escala de cores que varia desde vermelho para valores a^* positivos e verde para valores a^* negativos. A coordenada b^* representa a escala de cor que varia desde amarelo, para valores b^* positivos, a azul para valores b^* negativos (Çorekçi et al., 2010; Liu et al., 2016). As coordenadas a^* e b^* aproximam-se do zero para cores neutras como o branco ou cinzento, e aumentam de magnitude quanto mais saturadas ou intensas as cores forem (Joiner et al., 2004).

Uma característica distinta do sistema CIE L* a* b* é a simplicidade em calcular alterações de cor entre dois espécimes, de acordo com a seguinte fórmula (*Commission Internationale de l'Eclairage* [CIE], 2004; Johnston, 2009).

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

Em que ΔL^* , Δa^* e Δb^* são as diferenças respectivas aos parâmetros de cor L*, a* e b* em dois momentos diferentes (CIE, 2004; Johnston, 2009).

A grande vantagem do sistema CIE L*a*b* é o fato das diferenças colorimétricas poderem ser expressas em unidades, que se conseguem relacionar com a percepção visual e a significância clínica (Joiner, 2004; Koksall & Dikbas, 2008).

Diversos autores utilizam os valores de ΔE^* para avaliar a perceptibilidade das alterações de cor (Koksall & Dikbas, 2008). No entanto, verificou-se que existe uma falta de consenso no que diz respeito aos limites visualmente perceptíveis ou clinicamente aceites, nas alterações de cor, e o critério que cada autor utilizava era diferente (Koksall & Dikbas, 2008; Park et al., 2006).

Geralmente, valores de ΔE^* na gama de uma unidade, são considerados correspondências exatas de cor, uma vez que não conseguem ser identificados por observadores independentes. Embora tenha sido sugerido que, alterações de cor acima das duas unidades, possam indicar diferenças de cor, a maioria dos estudos estabelece que o limite de aceitação proposto é de 3,7 unidades (Eliades et al., 2004; Johnston & Kao, 1989).

De forma a ultrapassar estas diferenças e divergências nos critérios utilizados, o sistema de classificação *National Bureau of Standards* (NBS) é frequentemente utilizado para determinar o grau de alteração de cor, uma vez que este oferece critérios absolutos pelos quais os valores ΔE^* podem ser convertidos em observações com significado clínico (Koksall & Dikbas, 2008). O *National Bureau of Standards* (NBS) descreve níveis de alteração de cor perceptíveis, após a inspeção visual (Liu et al., 2016).

Segundo a equação,

$$NBS = \Delta E^* \times 0,92$$

Tabela 1 – Classificações *National Bureau of Standards* (NBS) (Adaptado de Liu et al., 2016)

<i>National Bureau of Standards</i>	
Unidades <i>National Bureau of Standards</i>	Descrição das alterações de cor
0.0–0.5	Vestígios: alteração extremamente ligeira
0.5–1.5	Ligeira: ligeira alteração
1.5–3.0	Notável: Perceptível
3.0–6.0	Apreciável: mudança marcada
6.0–12.0	Mudança extremamente marcada
≥12.0	Alteração para outra cor

1.8.2.1 *SpectroShade™ Micro*

O *SpectroShade™ Micro* (MHT Optic Research, Itália) é um espectrofotômetro de imagem, que utiliza uma câmara digital ligada a um espectrofotômetro LED (Chu et al., 2010; Ristic & Paravina, 2009), que emite uma luz com um espectro semelhante à luz do dia (Llena et al., 2011).

Este instrumento possui internamente um computador com um sistema operativo, que analisa mais de 2 milhões de pontos de referência na imagem capturada, em toda a superfície do dente (Chu et al., 2010; Ristic & Paravina, 2009).

Antes de ser realizada qualquer medição, o *SpectroShade™ Micro* é calibrado utilizando os azulejos branco e verde, fornecidos pelo fabricante (Kim-Pusateri et al., 2009).

Após a captura da imagem, o programa combina e calcula diferenças numéricas entre o dente natural e a cor selecionada, com base nos padrões existentes, fornecendo assim informações laboratoriais sobre o valor, o croma e a matriz (Chu et al., 2010; Ristic & Paravina, 2009).



Figura 1 - *SpectroShade™ Micro*

1.8.3 Fotografia Digital e Sistemas de Imagem

A análise computadorizada de imagens fotográficas, por meio de sistemas de imagem, é outra abordagem possível para avaliar a cor (Joiner, 2004).

Os sistemas digitais de análise de cor foram desenvolvidos com o intuito de eliminar a subjetividade da análise visual da cor e a falha de comunicação da mesma (Cal et al., 2006).

A combinação de imagens digitais com avaliações colorimétricas representa uma melhoria significativa na gestão do desenvolvimento da avaliação da cor. Este tipo de dispositivos fornece não só uma imagem detalhada da superfície dentária como um mapeamento cromático bastante útil (Ristic & Paravina, 2009).

A maioria das câmaras fotográficas digitais ou de vídeo transmitem informações de cor, vermelha, verde e azul, que são utilizadas para criar uma imagem colorida. O modelo de cor RGB (*red, green, blue*) é um modelo aditivo no qual a luz vermelha, verde e azul são misturadas de forma a produzir uma variedade de cores (Chu et al., 2010).

A propriedade mais importante nos sistemas de imagem é o facto de estes conseguirem registar valores de RGB consistentes ao longo do tempo, permitindo assim comparar a cor dos dentes em momentos diferentes (Westland et al., 2007). No entanto, as informações de cor recebidas pelas máquinas digitais são dependentes de cada dispositivo. Por isso, é necessária uma calibração adequada e um ajuste de cores entre máquinas, de forma a obter um manuseamento preciso das cores (Wee et al., 2006).

A utilização das câmaras digitais é considerada relevante para a realização de investigação clínica relacionada com a cor e são apelativas dada a sua disponibilidade e o seu baixo custo (Wee et al., 2006).

1.9 Manutenção da Transparência dos Alinhadores: Estudos Precedentes

Diversos estudos avaliam a capacidade de produtos e métodos de limpeza na remoção do biofilme bacteriano da superfície dos alinhadores. Dessa análise bibliográfica, constatou-se que existem poucas investigações que avaliam a alteração da transparência dos alinhadores após a sua higienização. A investigação de Bernard et al. (2020), até à data é a única que expõe os alinhadores tanto a agentes corantes como a

ciclos de limpeza de forma a verificar alterações de coloração/transparência nos alinhadores.

Bernard et al. (2020), avaliaram a resistência à pigmentação, de três marcas de alinhadores Americanas, o Invisalign[®], o ClearCorrec[®] e o Minor Tooth Movement[®]. Avaliaram ainda o potencial de remoção da pigmentação por duas técnicas de limpeza recomendadas. O Sistema CIE L*a*b* foi utilizado para comparar as alterações de cor antes da imersão (T0) dos alinhadores nas várias soluções corantes (café, chá preto, vinho tinto, coca-cola[®]), após os tempos experimentais (12 horas (T1) e 7 dias (T2)) e após a limpeza dos mesmos (T3). Como métodos de higienização recorreram aos Invisalign[®] *cleaning crystals* e ao Retainer Brite[®] num banho sónico, ambos realizados durante 15 minutos. Ao compararem a cor inicial dos alinhadores, antes da imersão nas soluções corantes, com a cor obtida após a sua limpeza, verificaram que o Retainer Brite[®] realizou uma limpeza dos alinhadores Invisalign[®] significativamente melhor, após uma exposição de 12 horas ao vinho tinto, do que os Invisalign[®] *cleaning crystals*. Verificaram ainda que ambas as técnicas conseguiram reverter quase na totalidade a coloração dos alinhadores para a sua cor inicial, após 7 dias de exposição ao chá preto. Concluindo que clinicamente os dois métodos de limpeza atuaram de forma semelhante.

No estudo de Levrini et al. (2016), avaliaram a eficácia de três métodos de higienização. Para tal quantificaram a concentração de bactérias que permaneceram nos alinhadores Invisalign[®] após a sua higienização. Os métodos de higienização em estudo foram: mergulhar os alinhadores sob água fria durante 15 segundos; escovar os alinhadores pelo menos durante 30 segundos com uma escova *soft* e pasta; mergulhar diariamente os alinhadores pelo menos durante 20 minutos em água fria com uma pastilha contendo carbonato de sódio e sulfato (Invisalign Cleaning System, Align Technology, San Jose, CA, USA) e escová-los pelo menos durante 30 segundos com uma escova *soft* e pasta. Os resultados demonstraram que os alinhadores higienizados apenas com água apresentaram maior concentração de bactérias após a sua higienização e que o método que conjugou a escovagem e a pastilha contendo carbonato de sódio e sulfato apresentou menor concentração de bactérias, demonstrando ser mais eficaz.

O estudo realizado por Lombardo et al. (2017), avaliou a eficácia de nove estratégias de higienização em pacientes a realizar tratamento ortodôntico recorrendo a outra marca de alinhadores presentes no mercado, os alinhadores F22 (Sweden & Martina F22 Center). Para tal utilizaram o microscópio eletrónico de varredura. Segundo o protocolo apresentado, o tempo de cada estratégia de higienização foi de 5 minutos e cada

procedimento de desinfecção foi realizado duas vezes por dia, por cada paciente. Após os 14 dias de utilização, os alinhadores foram devolvidos e analisados. Lombardo et al. (2017) verificaram que todas as estratégias de higienização reduziram o biofilme bacteriano dos alinhadores, à exceção da lavagem sob água da torneira. Detetaram uma maior eficácia na estratégia que combinou um detergente germicida catiónico (0,3%) com a ultra-sonicação (42 kHz), comparativamente com os restantes métodos.

Para além de estudos realizados em alinhadores, diversos autores avaliam a capacidade de diferentes produtos e métodos de limpeza na remoção do biofilme bacteriano em contenções ortodônticas. Num estudo realizado por Albanna et al. (2017), foi avaliada a eficácia de diferentes métodos de higienização em contenções ortodônticas Essix[®]. Para tal, compararam dois métodos: a higienização das contenções apenas com água; a conjugação da escovagem e imersão em pastilhas alcalinas à base de peróxido. As pastilhas analisadas foram a Retainer Brite[®] (Dentsply, Bradenton, Fla), a Kukis[®] (Procter & Gamble Technical Centers Ltd, Egham, UK) e a Corega[®] (GlaxoSmithKline, Dublin, Ireland). Concluindo que a higiene das contenções com o método de escovagem e as pastilhas não reduz significativamente a contagem bacteriana comparativamente com a higiene realizada apenas com água. No entanto, as pastilhas demonstraram ser eficientes na remoção de espécies de bactérias “cocci”.

Agarwal et al. (2018), avaliaram os possíveis efeitos provocados, por sete métodos de higienização, nas contenções ortodônticas Vivera[®] (Align Technology Inc.). A transmissão de luz, a rugosidade superficial e a flexão foram avaliadas antes e após os 6 meses de tratamento que as contenções sofreram. Os métodos de higienização analisados foram os Invisalign[®] *cleaning crystals* (Align Technology Inc), o Polident[®] (GlaxoSmithKline[®], Brentford, UK), o colutório Listerine[®] (Johnson and Johnson[®], New Brunswick, NJ, USA), o Vinagre 2.5%, o Hipoclorito de sódio 0.6%, o Peróxido de Hidrogénio 3% e escovagem com água destilada. Concluindo que, dos 7 métodos de higienização, os Invisalign[®] *cleaning crystals*, o Polident[®] e o colutório Listerine[®] demonstraram menor alteração nos valores de transmissão de luz.

Um ano mais tarde, surgiram dois estudos realizados por Wible et al. (2019a, 2019b) que tal como Agarwal et al. (2018) analisaram os possíveis efeitos provocados pelos mesmos métodos de higienização. No entanto, nesta investigação testaram contenções de marcas diferentes, as Essix ACE[®] e Essix C+[®]. Neste estudo a transmissão de luz, a rugosidade superficial e a flexão também foram avaliadas antes e após os 6 meses de tratamento. Em ambos os estudos de Wible et al. (2019a, 2019b), os resultados

indicaram que a transmissão de luz através dos alinhadores reduz significativamente com todos os métodos de limpeza, ao longo dos 6 meses de tratamento. Concluindo que nenhum destes métodos é o método de limpeza ideal para os aparelhos em análise.

Existe uma lacuna no material bibliográfico disponível sobre o tema em análise. A maioria dos estudos encontrados dedicam-se a analisar a eficácia de determinados produtos e métodos de higienização na remoção de biofilme bacteriano em contenções ortodônticas, não analisando a alteração da transparência dos alinhadores após a sua higienização.

De forma a tentar resolver este problema, tendo em conta a investigação de Bernard et al. (2020) e visto que os comerciais advogam que o colutório Eludril White[®] é eficaz no aclaramento dos alinhadores, decidiu-se avaliar a sua capacidade na alteração da transparência dos alinhadores Invisalign[®], previamente usados. Segundo Bernard et al. (2020) os cristais recomendados pela marca não apresentaram uma diferença significativa na higienização dos alinhadores Invisalign[®] comparativamente com a outra técnica de limpeza testada, demonstrando ser um produto prescindível para a manutenção dos alinhadores Invisalign[®].

II. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é avaliar o efeito do colutório Eludril White[®] na alteração da transparência dos alinhadores Invisalign[®], previamente utilizados. Para além disso, também se pretende verificar se o tempo de exposição ao colutório influencia a eventual alteração de transparência.

Questões de Estudo e Hipóteses de Investigação

Questão 1: Existe alteração da coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®]?

Hipótese nula (H0): Não existe alteração da coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®].

Hipótese alternativa (H1): Existe alteração da coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®].

Questão 2: A coloração dos alinhadores é influenciada pelo tempo de exposição ao colutório Eludril White[®]?

Hipótese nula (H0): O tempo de exposição ao colutório Eludril White[®] não influencia na coloração dos alinhadores.

Hipótese alternativa (H1): O tempo de exposição ao colutório Eludril White[®] influencia na coloração dos alinhadores.

Questão 3: A coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®] aproxima-se da coloração inicial dos alinhadores novos?

Hipótese nula (H0): A coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®] não se aproxima da coloração inicial dos alinhadores novos.

Hipótese alternativa (H1): A coloração dos alinhadores após a exposição ao colutório Eludril White[®] aproxima-se da coloração inicial dos alinhadores novos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Tipo de Estudo

Trata-se de um estudo experimental laboratorial *in vitro*, analítico e prospetivo.

3.2 Local de Estudo

Esta investigação foi realizada no Instituto Universitário Egas Moniz (IUEM), no laboratório de Materiais Dentários (*Biomaterials Lab*), durante o mês de março de 2021.

3.3 Materiais

- Silicone de Adição (*Putty*), Elite HD+ Zhermack® (Lote 351409)
- Resina Clearfil Majesty® Kuraray Noritake Dental Inc., cor A3 (Lote 7G0008)
- Alinhadores
- Água Destilada
- Papel absorvente
- Colutório Eludril White® (Lote G99001)
- Caixas de Acrílico retangulares
- Telemóvel Samsung® S9+

3.4 Amostra Estudada

Para a realização deste estudo, foram utilizados 80 alinhadores Invisalign®, fornecidos pela Prof. Doutora Teresa Sobral Costa, provenientes de pacientes da sua clínica privada, escolhidos aleatoriamente.

Foi dada extrema importância à aleatoriedade da amostra, dado que os pacientes apresentam diferentes cuidados com os alinhadores assim como uma dieta e tempos de uso variáveis. Deste modo, estamos a garantir que os alinhadores analisados e posteriormente testados com o colutório Eludril White® apresentam diferentes estados de degradação/coloração.

De um total de 80 alinhadores, cerca de 20 encontravam-se novos, servindo como elementos de referência da cor inicial dos alinhadores Invisalign[®]. Os restantes elementos da amostra apresentavam alterações visíveis de transparência, uma vez que já tinham sido previamente utilizados.

3.5 Colutório Eludril White[®]

O colutório Eludril White[®] (Pierre Fabre Oral Care) trata-se de um auxiliar de higiene oral de uso diário, sendo a sua utilização recomendada após a escovagem dentária. Este ajuda a limitar as aderências dos agentes corantes à superfície dos dentes e o desenvolvimento de placa bacteriana.

Relativamente à sua constituição sabe-se que este é formado por O-Cymen-5-ol (agente purificante), Fluoridrato de Nicometanol, Pyrophosphate Tetrasodium a 1% e Plasdone a 1%, cuja sua sinergia é responsável pela tecnologia branqueadora deste colutório.



Figura 2 – Colutório Eludril White[®]

3.6 Metodologia de Investigação

Esta investigação foi dividida em duas fases. Numa primeira fase, foram testados os alinhadores com alterações visíveis na sua transparência, uma vez que já tinham sido utilizados previamente, por pacientes, num período de uma a duas semanas. Numa segunda fase, foram testados os restantes alinhadores, que se encontravam em perfeitas condições pois nunca tinham sido utilizados.

Na primeira fase da investigação, os alinhadores foram lavados com água destilada de forma a hidratar e eliminar qualquer pigmentação ou detritos que se encontrassem depositados nos aparelhos e posteriormente secos com papel absorvente.

Após esta etapa, todos os alinhadores foram fotografados num tempo inicial (Ti), onde se verificou visualmente alterações de cor entre eles. As fotografias foram retiradas com um telemóvel Samsung® S9+, sempre no mesmo local do laboratório e à mesma distância de forma a manter as características em todos os registos fotográficos.

De seguida procedeu-se à medição da cor de cada alinhador, com o auxílio do espectrofotómetro *SpectroShade™ Micro* (MHT Optic Research, Itália). De forma, a garantir que as condições de cada registo fossem idênticas, foi confeccionada uma base, em silicone de adição (*Putty*), para estabilizar os alinhadores e facilitar a medição. Para além disso, esta base estabilizadora impediu a entrada de qualquer fonte de luz externa no sistema (Koksal & Dikbas, 2008).



Figura 3 – Base estabilizadora em *Putty* dos alinhadores

Antes de cada medição, o espectrofotómetro foi calibrado de acordo com as recomendações do fabricante, utilizando os azulejos de calibração branco e verde. O processo de calibração compensa qualquer desvio que ocorra na quantidade de iluminação produzida, pela fonte de luz interna (Karamouzos et al., 2007). O ecrã presente no espectrofotómetro permite o enquadramento do dente em análise. Quando este se encontra na posição desejada, aparece uma linha verde horizontal e posteriormente a cor é gravada (Khurana et al., 2007). A peça de mão do *SpectroShade™ Micro* foi mantida a um ângulo de 90° em relação ao alinhador (Kim-Pusateri et al., 2009). O *SpectroShade™ Micro* é um espectrofotómetro de imagem, sendo que para obter o valor de cada medição foi realizada uma seleção do dente que queríamos analisar.



Figura 4 – Enquadramento do dente em análise no ecrã do *SpectroShade™ Micro* (A); Seleção do dente em análise (B)

Realizaram-se 3 medições por cada alinhador, a partir de um ponto que correspondia à região central e plana da superfície vestibular, do incisivo central esquerdo, isto é, do dente 11 para os alinhadores pertencentes à arcada superior e do 41 para os alinhadores pertencentes à arcada inferior. Estas medições foram realizadas no interior de uma campânula preta de modo a não existirem variações nos resultados por interferência da luz do laboratório.

Na face interna e vestibular dos alinhadores analisados foi colocada resina com cor A3 (Clearfil Majesty ES-2; Kuraray Noritake Dental Inc.; Japan), nos locais correspondentes ao 11 e 41. Deste modo, a resina criou uma referência de fundo no alinhador e contraste para facilitar a leitura da cor com o espectrofotómetro. Todas as medições foram realizadas no mesmo local do laboratório, sempre com a mesma iluminação com o intuito de haver uma padronização das leituras.



Figura 5 – Base estabilizadora dos alinhadores superior e inferior, com dentes 11 e 41 preenchidos com resina

Após a medição da cor inicial (T_i), os 60 alinhadores foram divididos em grupos de 20 elementos e submersos no colutório Eludril White[®], em diferentes tempos: 15 minutos, 2 horas e 8 horas.

Cada grupo de 20 elementos foi dividido por duas caixas acrílicas, que continham cerca de 250 ml de Eludril White[®] puro, com o intuito de acondicionar corretamente todos os alinhadores e garantir que estes estivessem em contacto direto com a solução a ser testada. Posteriormente, estes recipientes foram colocados numa estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) durante os 3 tempos em estudo, a uma temperatura de 37 °C.



Figura 6 – Caixa acrílica retangular com 10 alinhadores devidamente acondicionados (A); Estufa de Incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha)

Após os tempos de incubação de 15 minutos, 2 horas e 8 horas, cada alinhador foi lavado com água destilada e seco com papel absorvente. Foram realizadas novamente fotografias e foi realizada a leitura da cor com o *SpectroShadeTM Micro* (Tf).

Nesta investigação, todas as medições foram realizadas apenas por um investigador, seguindo sempre as instruções do fabricante. Assim, de forma a garantir a correta obtenção dos resultados, a leitura da alteração da cor dos alinhadores pertencentes a cada tempo, foi realizada em dias diferentes.

A medição das alterações de cor dos alinhadores foi caracterizada utilizando o sistema de cores CIE $L^*a^*b^*$, da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). Para além disso, foi utilizado o *National Bureau of Standards* (NBS) para realizar uma interpretação clínica/perceção dos valores de alteração de cor (ΔE^*) obtidos.

Na segunda fase desta investigação, procedeu-se à análise dos alinhadores novos. Os resultados obtidos desta análise foram comparados com os resultados de L^* , a^* e b^* obtidos em (Tf).

3.7 Análise estatística

Inicialmente os resultados obtidos pelo espectrofotômetro, de L*, a* e b*, foram inseridos no programa *Microsoft Excel[®]* para calcular as médias de L*, a* e b* e posteriormente a alteração de cor (ΔE^*).

O tratamento estatístico dos dados obtidos nesta investigação foi realizado através do programa IBM[®] SPSS Statistics (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 24 para o *Windows[®]*.

Para responder às questões de investigação utilizou-se a técnica estatística ANOVA *one-way*.

Para os resultados estatisticamente significativos da ANOVA *one-way* foram realizadas comparações múltiplas entre médias, utilizando testes *post-hoc Tukey HSD*.

A normalidade de distribuição foi avaliada com o teste *Shapiro-Wilks* e a homogeneidade de variâncias com o teste de *Levene*.

A rejeição ou aceitação da hipótese nula foi baseada num nível de significância $\rho \leq 0,05$.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

A leitura de cor dos alinhadores Invisalign[®] foi realizada com o espectrofotômetro *SpectroShade™ Micro*. Esta foi efetuada antes da imersão dos alinhadores, previamente usados, no colutório Eludril White[®] puro (Ti) e após a sua imersão (Tf). Por sua vez, o espectrofotômetro forneceu os valores de $L^*a^*b^*$, utilizados para calcular a alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores usados e o *National Bureau of Standards* (NBS).

4.1.1 Análise dos valores $L^*a^*b^*$

Comparação dos valores médios de $L^*a^*b^*$ dos alinhadores Invisalign[®] previamente usados em Ti e Tf

No gráfico 1 encontram-se descritas as médias dos parâmetros de cor $L^*a^*b^*$ obtidos no momento inicial (Ti) e final (Tf), dos alinhadores Invisalign[®] previamente usados, nos diferentes tempos testados na investigação. No Anexo 5 encontram-se as respectivas médias e desvios padrões dos parâmetros apresentados para todos os tempos.

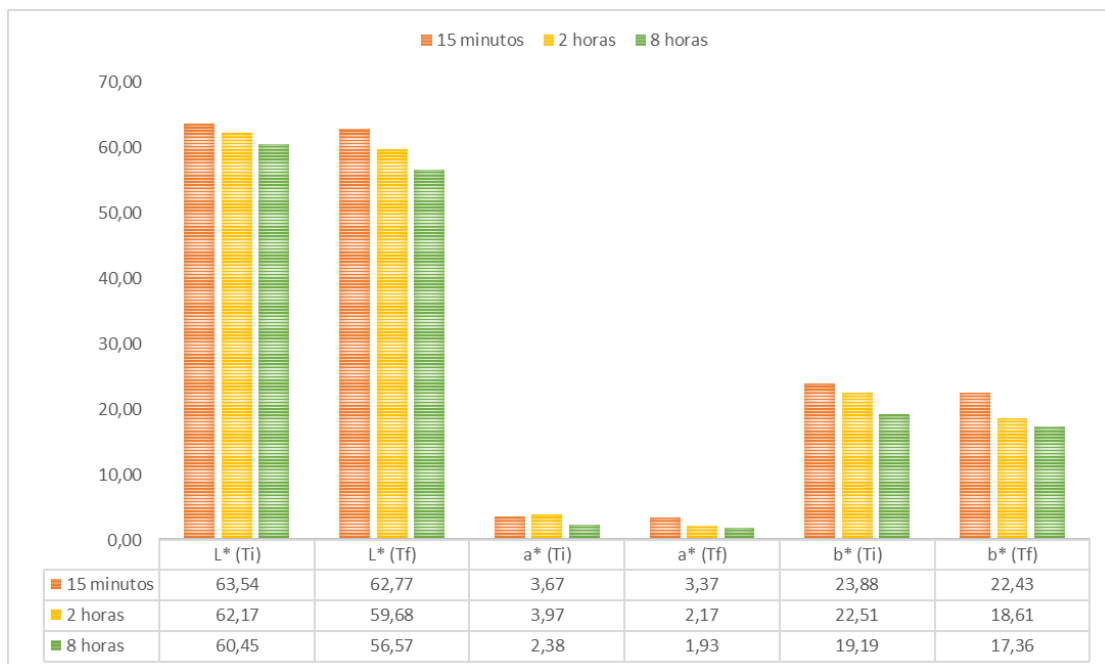


Gráfico 1 – Comparação dos valores médios de $L^*a^*b^*$ dos alinhadores Invisalign[®], previamente usados, em Ti e Tf.

A estatística descritiva referente aos parâmetros de cor $L^*a^*b^*$ no momento inicial (Ti) demonstra que existem ligeiras diferenças nos valores obtidos nos alinhadores, tal como esperado.

Tendo em conta que, a coordenada L^* representa o valor do objeto, que varia entre 0 (preto absoluto) e 100 (branco absoluto), que a coordenada a^* é a quantidade de vermelho ($+a^*$) e verde ($-a^*$) e b^* a quantidade de amarelo ($+b^*$) e azul ($-b^*$).

Através da análise do gráfico anteriormente apresentado, verifica-se que em todos os tempos testados, o valor de L^* , coordenada referente à luminosidade, diminui do momento inicial (Ti) para o final (Tf). Relativamente às coordenadas a^* e b^* também se observa uma diminuição dos valores obtidos em todos os tempos testados, demonstrando assim que o colutório Eludril White[®] é capaz de remover a cor avermelhada e amarela adquirida pelos alinhadores usados.

Comparação dos valores médios de L*a*b* dos alinhadores Invisalign® previamente usados, obtidos em Tf, com os alinhadores novos

De modo a averiguar se os alinhadores Invisalign® previamente usados, após a exposição ao colutório Eludril White® adquirem características que se aproximam da sua coloração inicial, foi realizada uma comparação dos parâmetros L*a*b* entre os alinhadores usados no momento final (Tf) e os alinhadores novos.

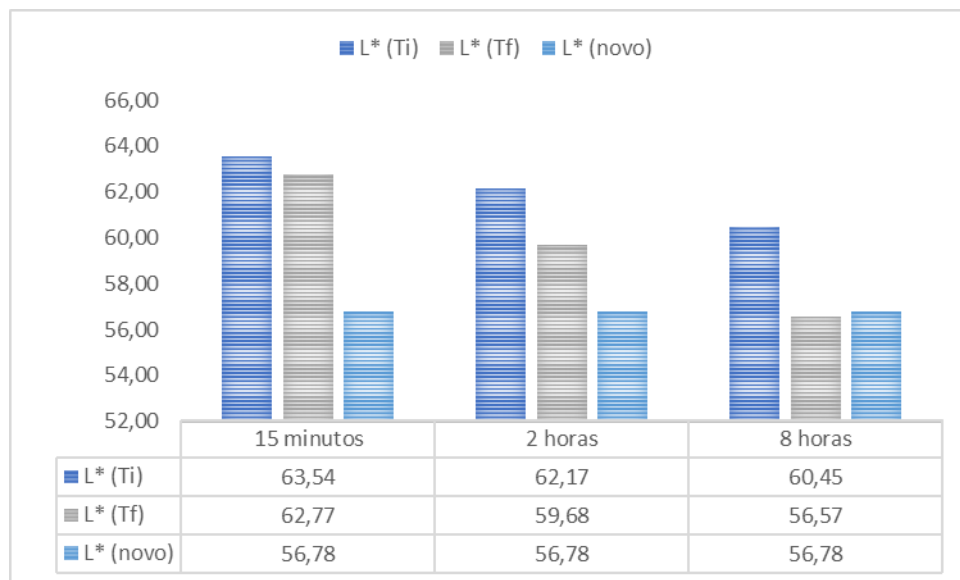


Gráfico 2 - Comparação dos valores médios de L* dos alinhadores Invisalign® usados e os alinhadores novos.

Através da análise do gráfico 2 verifica-se que o parâmetro L* dos alinhadores usados, após a exposição ao colutório Eludril White® puro (Tf), tende a diminuir aproximando-se do valor obtido nos alinhadores novos. Verificou-se ainda que a diminuição do parâmetro L* é influenciada pelo tempo de exposição ao colutório, isto é, quanto maior é o tempo de imersão dos alinhadores no colutório, maior é a tendência dos alinhadores usados adquirirem características de luminosidade semelhantes às iniciais, tal como é possível observar no grupo dos alinhadores das 2 e 8 horas.

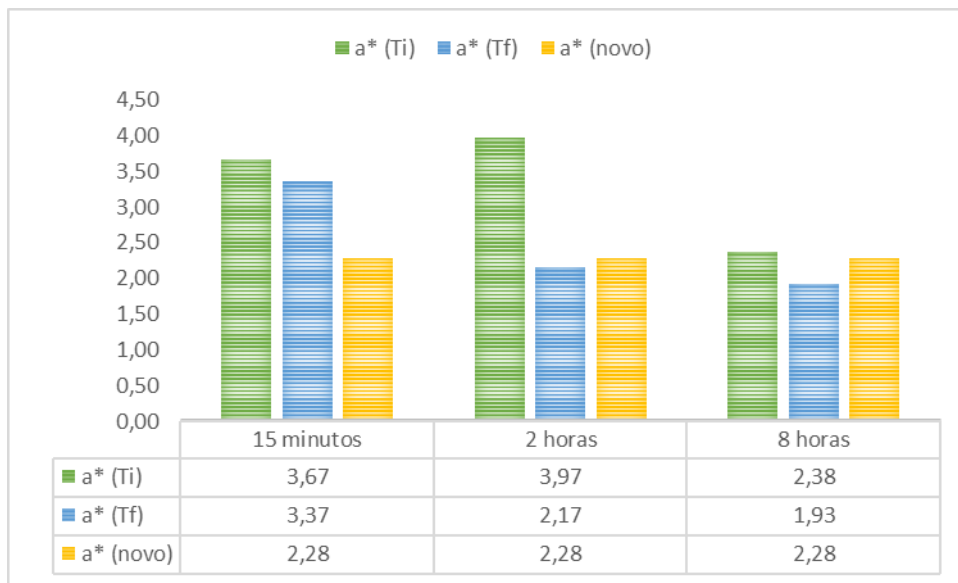


Gráfico 3 - Comparação dos valores médios de a^* dos alinhadores Invisalign[®] usados e os alinhadores novos.

A partir da análise do gráfico 3 também se verifica que existe uma tendência do parâmetro a^* dos alinhadores Invisalign[®] previamente usados em adquirir características compatíveis com as do seu estado inicial, após a exposição ao colutório Eludril White[®]. A diminuição do parâmetro a^* dependeu igualmente do tempo de imersão no colutório.

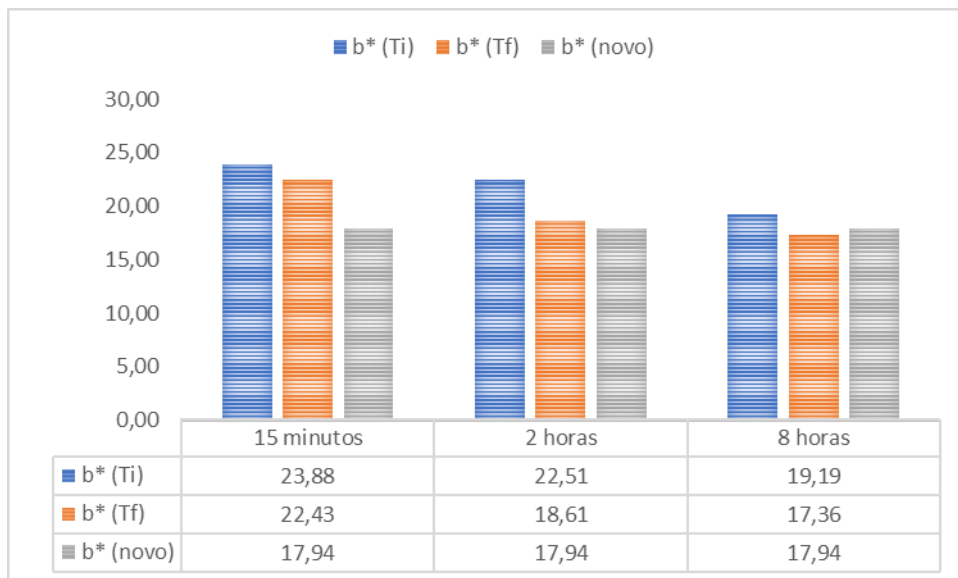


Gráfico 4 - Comparação dos valores médios de b^* dos alinhadores Invisalign[®] usados e os alinhadores novos.

No gráfico 4, tal como observado nos parâmetros acima referidos, verifica-se que existe uma aproximação do parâmetro b^* dos alinhadores Invisalign[®] previamente usados aos alinhadores novos, após a sua imersão no colutório Eludril White[®] puro.

Da comparação dos parâmetros $L^*a^*b^*$ entre o momento final (Tf) dos alinhadores usados e os novos, constata-se que a alteração de cor dos alinhadores usados tem tendência a adquirir características semelhantes ao seu estado inicial dependendo do tempo de imersão no colutório Eludril White[®], demonstrando assim a sua eficácia em reverter a coloração adquirida durante os 7 a 14 dias de utilização.

4.1.2 Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores imersos no colutório Eludril White[®] nos tempos testados na investigação

Na Tabela 2 encontram-se disponíveis os resultados obtidos na ANOVA *one-way*. Este teste permite avaliar se existem diferenças significativas entre os grupos de alinhadores expostos ao colutório Eludril White[®] nos diferentes tempos (15 minutos, 2 horas e 8 horas), ou seja, se a alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign[®] depende do tempo de imersão na solução a ser testada. Da sua análise, verifica-se que os valores médios de ΔE^* diferem significativamente com o tempo de imersão ($p=0,014$), tal como seria esperado.

De modo a averiguar em que tempos é que ocorrem estas diferenças, recorreu-se aos testes de comparações múltiplas de médias (*post-hoc Tukey HSD*). Foram identificadas diferenças entre o tempo de 15 minutos e 2 horas ($p=0,011$) (Tabela 3). Os valores de ΔE^* (Tabela 4) a 8 horas são mais baixos que a 2 horas, mas não diferem significativamente dos valores a 2 horas nem a 15 minutos.

Tabela 2 – ANOVA *one-way*

		<i>Soma dos Quadrados</i>	<i>df</i>	<i>Quadrado Médio</i>	<i>Z</i>	<i>Sig.</i>
ΔE^*	Entre Grupos	22,571	2	11,285	4,632	,014

Tabela 3 – Testes de Comparações múltiplas de médias (*post-hoc Tukey HSD*)

<i>Variável dependente</i>	<i>(I) Tempo</i>	<i>(J) Tempo</i>	<i>Sig.</i>
ΔE^*	15	2	,011
		8	,158
	2	15	,011
		8	,487
	8	15	,158
		2	,487

Tabela 4- Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign[®] nos tempos testados na investigação.

<i>Tempo</i>	<i>Média e desvio-padrão da alteração de cor (ΔE^*)</i>
15 minutos	3,5855±,34554
2 horas	5,0740±,36518
8 horas	4,5060±,33572

4.1.3 Avaliação do *National Bureau of Standards* (NBS)

Tabela 5 - Média e desvio padrão do *National Bureau of Standards* (NBS) dos alinhadores Invisalign® nos tempos testados na investigação.

<i>Tempo</i>	<i>Média e desvio-padrão do National Bureau of Standards (NBS)</i>
<i>15 minutos</i>	3,2990±,31756
<i>2 horas</i>	4,6685±,33628
<i>8 horas</i>	4,1450±,30907

Na tabela 5 encontram-se descritas as médias e os desvios padrões relativos ao *National Bureau of Standards* (NBS) dos alinhadores Invisalign® nos tempos testados na investigação. Dado que o resultado obtido em todos os tempos é superior a 3, mas inferior a 6, verificou-se que houve uma mudança marcada de cor considerada apreciável pelo observador (Tabela 1).

4.1.4 Avaliação da alteração de cor visualmente com recurso à fotografia

A figura 6 permite realizar uma avaliação da alteração de cor visualmente nos três tempos testados na investigação, assim como efetuar uma comparação entre o método visual e o método quantitativo, referente às medições com o espectrofotómetro, cujos valores se encontram representados no gráfico 5.

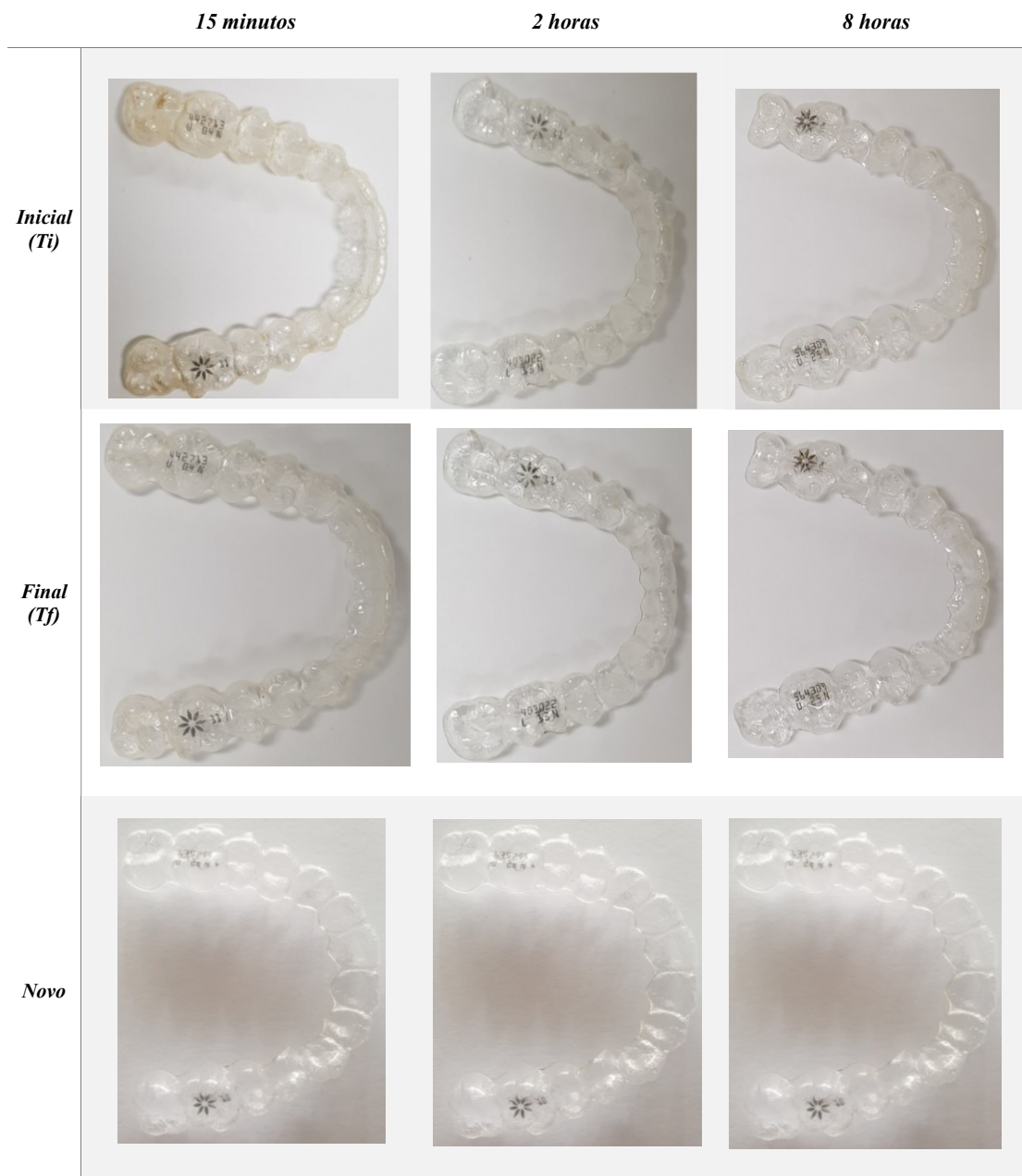


Figura 7 – Comparação das fotografias dos alinhadores Invisalign[®] imersos no colutório Eludril White[®] nos 3 tempos experimentais com os alinhadores novos.

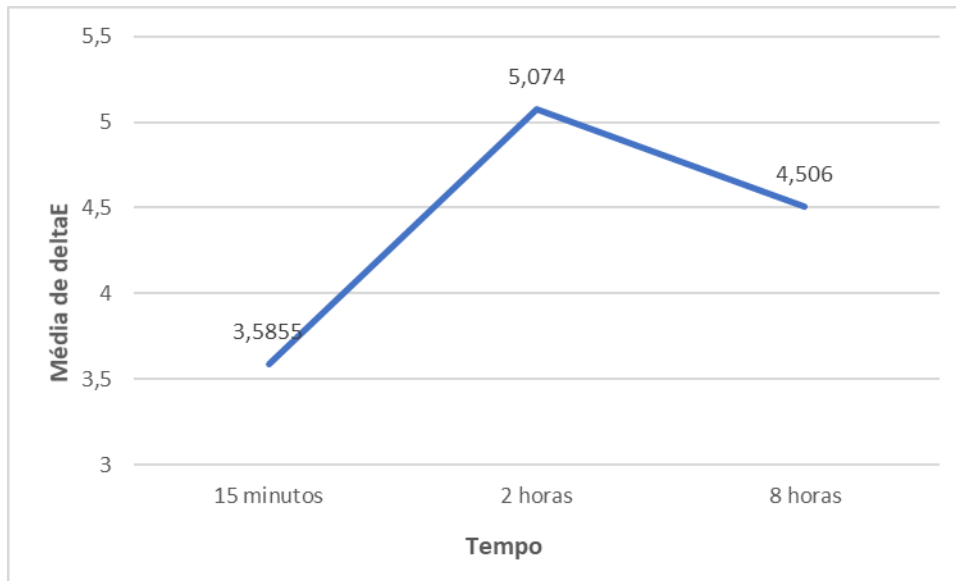


Gráfico 5 - Média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign®, nos tempos testados.

A partir da análise da figura 6, verifica-se que existe uma alteração de cor significativa em todos os alinhadores imersos nos diferentes tempos testados nesta investigação. Visualmente observa-se que houve uma diminuição da cor amarelada adquirida pelos alinhadores Invisalign® e um aumento da sua transparência, após a exposição ao colutório Eludril White® puro.

De modo a efetuar uma comparação entre os métodos quantitativo e visual uma vez que, segundo Chu et al. (2010) ambos se completam, considerou-se que quando $\Delta E^* > 3,3$ a pigmentação é perceptível e clinicamente significativa (Bernard et al., 2020; Colombo et al., 2017; Inokoshi et al., 1996; Vichi et al., 2004; Wieckiewicz et al., 2014).

Os alinhadores expostos ao colutório Eludril White® puro durante os diversos tempos testados, apresentam uma média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) superior a 3,3 (Gráfico 5). Assim sendo, as pigmentações presentes nos alinhadores foram consideradas perceptíveis pelo observador e clinicamente não aceites por razões estéticas. Deste modo, verificou-se que existe concordância entre a avaliação da alteração de cor pelos métodos quantitativo e visual, sendo que quando $\Delta E^* > 3,3$, a pigmentação ainda se revelou visível nas fotografias, apesar das melhorias verificadas após a exposição ao colutório.

4.2 Discussão

4.2.1 Escolha do método de investigação

A cavidade oral apresenta um meio muito difícil de controlar, podendo sofrer alterações não só devido a variações da flora microbiana e das enzimas presentes na cavidade oral, bem como devido à sua exposição constante a diferentes hábitos alimentares e forças funcionais. Por este motivo, a avaliação de uma determinada propriedade de um material tem uma validação mais fraca (Buchmann et al., 2012).

Sabendo que os hábitos de higiene oral e alimentares variam de indivíduo para indivíduo e que consequentemente influenciam o grau de coloração dos aparelhos em estudo, a aleatoriedade na escolha dos alinhadores permitiu obter uma amostra diversificada (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

Bernard et al. (2020) avaliam as alterações de cor dos alinhadores Invisalign[®], após a sua higienização. Nessa investigação, os alinhadores foram digitalizados com o Epson Perfection V700 Photo flatbed scanner (Seiko Epson Corporation, Suwa, Nagano, Japan) e posteriormente analisados com o Adobe Photoshop[®] CS6 software (Adobe, San Jose, CA, USA). Contudo, neste estudo optou-se por recorrer à espectrofotometria para analisar as alterações de cor dos alinhadores Invisalign[®] antes e após a sua imersão no colutório Eludril White[®] puro. A escolha da utilização deste instrumento de análise de cor, foi baseada nos estudos realizados por Gracco et al. (2009) e Lombardo et al. (2015), uma vez que também avaliaram as alterações de cor de alinhadores com este instrumento, após terem sido expostos a agentes corantes, demonstrando assim a sua eficácia nesta tarefa. Segundo os resultados obtidos por Kim-Pusateri et al. (2009), o espectrofotómetro utilizado nesta investigação apresenta 96,9% de fiabilidade e 80,2% de precisão nos seus resultados. Por recomendação da bibliografia, procedeu-se à realização de três medições por cada alinhador (Çorekçi et al., 2010; Kim-Pusateri et al., 2009; Koksall & Dikbas, 2008; Llana et al., 2011).

Tendo por base o estudo de Liu et al. (2016) e o de Koksall & Dikbas (2008), as medições foram realizadas a partir de um ponto que correspondia à região vestibular e plana do incisivo central de cada alinhador. Procedeu-se à colocação de resina na face interna e vestibular dos dentes em análise, de forma a criar um contraste possível de ser reconhecido pelo espectrofotómetro (Liu et al. 2016).

De forma a obter um resultado mais credível, a bibliografia recomenda aliar o método visual ao instrumental, uma vez que ambos se completam (Chu et al., 2010). Por este motivo, também foram utilizadas fotografias digitais para registar e comparar a alteração de cor dos alinhadores antes e após a imersão no colutório (Wriedt et al., 2007).

Relativamente aos tempos de imersão escolhidos para esta investigação, teve-se por base os estudos de Agarwal et al. (2018), Bernard et al. (2020) e Gracco et al. (2009). Segundo o fabricante, o colutório Eludril White[®] deve ser bochechado durante 30 segundos, contudo nesta investigação esse tempo foi alargado, tendo em conta os estudos acima referidos. Nesses estudos, a higienização dos alinhadores foi realizada durante 15 minutos, razão pela qual foi adotado este tempo, como o tempo mínimo de imersão dos alinhadores no colutório Eludril White[®] puro.

Os recipientes, que continham os alinhadores imersos no colutório, foram reservados numa estufa de incubação a uma temperatura de 37°C, temperatura esta que se assemelha à da cavidade oral (Geneva et al., 2019). No entanto, apesar desta ser considerada uma temperatura adequada para o procedimento laboratorial, é de salientar que não replica por completo as condições do meio oral.

As alterações de cor foram caracterizadas através do sistema de cores CIE L*a*b*, da *Commission Internationale de l'Eclairage* (CIE). Embora os valores de ΔE^* sejam considerados medidas aceites de alteração de cor, é difícil equiparar estes valores e o grau de alteração que se verifica, a uma definição clínica e à perceção da alteração de cor pelo observador. Desta forma, um método frequentemente utilizado e prático para determinar o grau de alteração de cor é o *National Bureau of Standards* (NBS) (Razzoog et al., 1994).

Tendo em conta o estudo de Bernard e os seus colaboradores (2020), nesta investigação considera-se que quando $1 < \Delta E^* < 3,3$ a pigmentação é perceptível e clinicamente aceite. Quando $\Delta E^* > 3,3$ a alteração cromática também é perceptível, mas não é aceite devido a razões estéticas. A capacidade do olho humano apreciar alterações de cor varia de indivíduo para indivíduo e por esta razão são recomendados três intervalos diferentes para distinguir as alterações de cor de forma a avaliar o seu impacto na estética dos materiais dentários (Wieckiewicz et al., 2014). Valores de $\Delta E^* < 1$ não são considerados detetáveis pelo olho humano. Valores $1 < \Delta E^* < 3,3$ são considerados detetáveis por observadores treinados, tais como médicos dentistas e clinicamente aceites enquanto que $\Delta E^* > 3,3$ são detetáveis inclusivamente por observadores não treinados como é o caso dos pacientes e por esse motivo clinicamente não aceites (Bernard et al.,

2020; Colombo et al., 2017; Inokoshi et al., 1996; Vichi et al., 2004; Wieckiewicz et al., 2014). Da pesquisa bibliografia realizada, verificou-se que não existe consenso nos limites de alterações de cor que podem ser visualmente perceptíveis e clinicamente aceites, sendo necessários mais estudos. Os outros estudos analisados, consideram este limite em $\Delta E^* = 3,7$ (Çorekçi et al., 2010; Eliades et al., 2004; Zafeiriadis et al., 2014). Nesta investigação, tal como referido, também foi utilizado o *National Bureau of Standards* (NBS) para permitir uma interpretação clínica/percepção, dos valores de alteração de cor (ΔE^*) obtidos (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

4.2.2 Discussão dos Resultados

O aclaramento verificado nos alinhadores Invisalign[®] e os testes estatísticos realizados rejeitam a hipótese nula (H_0) das questões 1,2 e 3, aceitando assim as hipóteses alternativas (H_1) das respetivas questões.

Neste estudo verificou-se que todos os alinhadores expostos ao colutório Eludril White[®] nos diferentes tempos testados registaram valores de alteração de cor (ΔE^*) superiores ao considerado clinicamente aceitável ($\Delta E^* > 3,3$) (Gráfico 5). Assim sendo, as pigmentações presentes nos alinhadores após a sua higienização permaneceram visíveis e por esse motivo não foram consideradas aceites clinicamente.

Os valores obtidos no *National Bureau of Standards* (NBS) variam entre 3 e 6 (Tabela 5) nos diferentes tempos testados, deste modo constata-se que a alteração de cor dos alinhadores Invisalign[®] após a exposição ao colutório Eludril White[®] foi uma mudança de cor marcada considerada apreciável pelo observador (Tabela 1).

Embora a alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores Invisalign[®] não seja clinicamente aceite, a partir da análise do *National Bureau of Standards* (NBS) verificou-se que o colutório Eludril White[®] apesar disso permitiu uma mudança marcada da cor dos alinhadores.

Tendo em conta os valores de L^* , a^* e b^* obtidos após a exposição dos alinhadores Invisalign[®] ao colutório, constata-se que estes adquiriram uma luminosidade semelhante à que possuíam no seu estado inicial devido à diminuição da coloração amarela e vermelha presente na pigmentação previamente existente nos aparelhos, traduzindo-se assim numa maior transparência dos alinhadores Invisalign[®].

Neste estudo também se verificou, pela análise com o espectrofotômetro, que a alteração de cor dos alinhadores Invisalign® foi significativa e que o aclaramento provocado pelo colutório Eludril White® também foi bastante evidente na análise visual das fotografias. Dado que foi verificada uma concordância entre os dois métodos de avaliação de cor, quantitativo e visual, podemos inferir que existe uma forte correlação entre a alteração da transparência dos alinhadores Invisalign® e a exposição ao colutório Eludril White®.

Através da análise visual das fotografias digitais e dos valores de alteração de cor (ΔE^*) verificamos que o potencial de remoção de pigmentação/aclaramento dos alinhadores Invisalign® não é idêntico consoante o tempo de imersão na solução. Verificou-se que o tempo de imersão afeta significativamente o grau de aclaramento dos alinhadores, uma vez que estatisticamente o efeito do tempo revelou uma significância menor que 5% ($p < 0,05$).

4.2.3 Limitações da investigação

Uma das principais limitações verificadas nos estudos *in vitro* consiste na reprodução exata das condições presentes no meio oral. Nesta investigação não foi possível ter em conta a interação de alguns fatores presentes na cavidade oral tais como a humidade, o biofilme, a capacidade tampão e de *wash-out* da saliva, variáveis de indivíduo para indivíduo, e que podem afetar os materiais dentários.

Outra limitação encontrada foi a transparência dos alinhadores, que dificultam a leitura de cor com o espectrofotômetro. Por esse motivo, foi colocada resina no local a ser analisado de forma a criar contraste no alinhador, capaz de ser reconhecido pelo espectrofotômetro. Relativamente ao instrumento de análise de cor, este também pode representar uma limitação para a investigação uma vez que, embora seja de fácil manuseamento, apresenta uma certa curva de aprendizagem. Também foi considerada uma limitação, o facto de a análise da alteração de cor ter sido realizada apenas por um investigador.

Nesta investigação, o registo fotográfico dos alinhadores foi dificultado pelas suas propriedades refletoras. De forma a limitar este inconveniente, as fotografias foram retiradas sempre no mesmo local do laboratório, com as mesmas condições de angulação e distância. Atualmente, as câmaras dos telemóveis possuem uma elevada qualidade, no

entanto com o recurso a uma máquina fotográfica digital que permite um maior controlo sobre as condições de iluminação entre outras, esta limitação talvez pudesse ser controlada de melhor forma.

Outro aspeto considerado como limitação nesta investigação é a utilização de alinhadores apenas da marca Invisalign[®].

4.2.4 Perspetivas para estudos futuros

Relativamente a perspetivas para estudos futuros *in vitro* seria interessante alterar o método de imersão contínua dos alinhadores para ciclos de imersão no colutório, como por exemplo colocar os alinhadores 2 a 3 vezes por dia durante 15 minutos imersos no colutório, uma vez que é impossível adotar um hábito de higiene oral em que o paciente mergulha os seus alinhadores durante horas seguidas.

Para além disso, seria relevante analisar com o auxílio de um microscópio as possíveis alterações que o colutório Eludril White[®] pode provocar na morfologia dos alinhadores Invisalign[®].

Também poderiam ser analisadas outras marcas de alinhadores presentes no mercado e realizar uma comparação entre a higienização que o colutório Eludril White[®] promove nos alinhadores e consequentemente alteração da sua transparência com outros métodos de limpeza recomendados pelas marcas, tais como os cristais enviados pela Invisalign[®].

Seria também interessante realizar uma avaliação deste colutório *in vivo*.

V. CONCLUSÃO

Atendendo às condições experimentais deste estudo é possível concluir que:

- Existe alteração da coloração dos alinhadores Invisalign[®] após a exposição ao colutório Eludril White[®] puro.
- O tempo de imersão no colutório influencia o grau de aclaramento dos alinhadores, tendo-se verificado um nível de significância menor que 5% ($p < 0,05$), para qualquer um dos tempos (15 minutos, 2 horas e 8 horas).
- Existe uma aproximação da coloração dos alinhadores usados à coloração inicial dos alinhadores novos, após a imersão no colutório Eludril White[®] puro.

Este colutório demonstrou ser um produto capaz de higienizar e manter a transparência dos alinhadores Invisalign[®] ao longo dos 7 a 14 dias de utilização.

No entanto, serão necessários mais estudos para avaliar os possíveis efeitos que o colutório poderá provocar nos alinhadores assim como definir o tempo de imersão ideal para a manutenção da transparência dos alinhadores a longo prazo, quando utilizado *in vivo*.

VI. BIBLIOGRAFIA

Acar, Y.B., Kovan, A., Ates, M. & Biren, S. (2014). How efficient are clear aligners? Clear aligners vs traditional orthodontic treatment: A systematic review. *Turkish J Orthod*, 27(3), 106–110. <https://doi.org/10.13076/TJO-D-14-00016>

Agarwal, M., Wible, E., Ramir, T., Altun, S., Viana, G., Evans, C., Lukic, H., Megremis, S. & Atsawasuwana, P. (2018). Long-term effects of seven cleaning methods on light transmittance, surface roughness, and flexural modulus of polyurethane retainer material. *Angle Orthod.*, 88(3), 355–362. <https://doi.org/10.2319/081517-551.1>

Akbari, M., Lankarani, K.B., Honarvar, B., Tabrizi, R., Mirhadi, H. & Moosazadeh, M. (2016). Prevalence of malocclusion among Iranian children: A systematic review and meta-analysis. *Dent Res J.* 13, (5), 387-95. <https://doi.org/10.4103/1735-3327.192269>

Albanna, R., Farawanah, H. & Aldrees, A. (2017). Microbial evaluation of the effectiveness of different methods for cleansing clear orthodontic retainers: A randomized clinical trial. *Angle Orthod* 87 (3), 460–465. <https://doi.org/10.2319/072916-585.1>

Alhammadi, M.S., Halboub, E., Fayed, M.S., Labib, A. & El-Saaïdi, C. (2018). Global distribution of malocclusion traits: A systematic review. *Dental Press J Orthod.* 23(6), 40.e1-10. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.23.6.40.e1-10.onl>

Alogaibi, Y.A., Murshid, Z.A., Alsulimani, F.F., Linjawi, A.I., Almotairi, M., Alghamdi, M., Alharthy, H. & Hassan, A.A. (2020). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs among young adults in Jeddah city. *J Orthodont Sci*, 9(1), 3. https://doi.org/10.4103/jos.JOS_44_19

AlQarni, M.A., Banihuwaiz, A.H., Alshehri, F.D., Alqarni, A.S. & Alasmari, D.S. (2014). Evaluate the malocclusion in subjects reporting for orthodontic treatment among Saudi population in Asser region. *J Int Oral Health*, 6(4), 42-6. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4148572/>

Ardesbna, A.P. & Vaidyanathan, T.K. (2009). Colour changes of orthodontic elastomeric module materials exposed to in vitro dietary media. *J Orthod*, 36(3), 177–85. <https://doi.org/10.1179/14653120723166>

Bernabé, E., Flores-Mir, C., & Sheiham, A. (2007). Prevalence, intensity and extent of oral impacts on daily performances associated with self-perceived malocclusion in 11-12-year-old children. *BMC Oral Health*, 7(6). <https://doi.org/10.1186/1472-6831-7-6>

Bernard, G., Rompré, P., Tavares J. & Montpetit, A. (2020). Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods. *Head & Face Medicine*, 16(2), 1-12. <https://doi.org/10.1186/s13005-020-00218-2>

Bollen, A.M., Huang, G., King, G., Hujoel, P. & Ma, T. (2003). Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 1: Ability to complete treatment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 124(5), 496-501. [https://doi.org/10.1016/S0889-5406\(03\)00576-6](https://doi.org/10.1016/S0889-5406(03)00576-6)

Buchmann, N., Senn, C., Ball, J. & Brauchli, L. (2012). Influence of initial strain on the force decay of currently available elastic chains over time. *Angle Orthodontist*, 82(3), 529-535. <https://doi.org/10.2319/062011-399.1>

Cal, E., Guneri, P. & Kose, T. (2006). Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation* 33(3), 221–228. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2005.01560.x>

Cardoso, L., Maia, J., Souza, L., Coutinho, L., Paraguassú, V., Almeida, K. & Lessa, A. (2019). A Era da Evolução na Ortodontia: Sistema Invisalign[®]. *Id on Line Rev. Mult. Psic.*, 13(45), 489-499. <https://doi.org/10.14295/idonline.v13i45.1750>

Chang, C.S., Al-Awadi, A., Ready, D. & Noar, J. (2014). An assessment of the effectiveness of mechanical and chemical cleaning of Essix orthodontic retainer. *J Orthod.*, 41(2), 110–117. <https://doi.org/10.1179/1465313313Y.0000000088>

Chu, S., Trushkowsky, R. & Paravina, R. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 38(2), e2 –16. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.001>

Colombo, M., Cavallo, M., Miegge, M., Dagna, A., Beltrami, R., Chiesa, M. & Poggio, C. (2017). Color stability of CAD/CAM Zirconia ceramics following exposure to acidic and staining drinks. *J Clin Exp Dent.*, 9(11), e1297-1303. <https://doi.org/10.4317/jced.54404>

Commission Internationale de l'Eclairage (CIE). (2004). *Colorimetry*, (3rd ed.) Publication CIE No. 15.3. Vienna, Austria: Central Bureau of the CIE.

Çorekçi, B., Irgin, C., Malkoç, S., Ozturk, B. (2010). Effects of staining solutions on the discoloration of orthodontic adhesives: An in-vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 138(6),741-6. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2008.12.029>

Doomen, R. A., Aydın, B. & Kuitert, R. (2018). Possibilities and limitations of treatment with clear aligners. An orientation. *Nederlands tijdschrift voor tandheelkunde*, 125(10), 533-540. <https://doi.org/10.5177/ntvt.2018.10.18131>

Eliades, T., Gioka, C., Heim, M., Eliades, G. & Makou, M. (2004). Color Stability of Orthodontic Adhesive Resins. *Angle Orthodontist*, 74(3), 391-3. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15264652/>

Fani, G., Vichi, A. & Davidson, C.L. (2007). Spectrophotometric and visual shade measurements of human teeth using three shade guides. *American Journal of Dentistry* 20(3),142–6. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17672253/>

Galan-Lopez, L., Barcia-Gonzalez, J. & Plasencia, E. (2019). A systematic review of the accuracy and efficiency of dental movements with Invisalign®. *Korean J Orthod*, 49(3), 140-149. <https://doi.org/10.4041/kjod.2019.49.3.140>

Geneva, I., Cuzzo, B., Fazili, T. & Javaid, W. (2019). Normal Body Temperature: A Systematic Review. *Open Forum Infectious Diseases*, 6(4), 1-7. <https://doi.org/10.1093/ofid/ofz032>

Gracco, A., Mazzoli, A., Favoni, O., Conti, C., Ferraris, P., Tosi, G. & Guarneri, M. (2009). Short-term chemical and physical changes in Invisalign appliances. *Aust Orthod J.*, 25(1), 34-40. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19634462/>

Han, J.T., Zheng, Y., Cho, J.H., Xu, X. & Cho, K. (2005). Stable superhydrophobic organic-inorganic hybrid films by electrostatic self-assembly. *J Phys Chem B*, 109(44), 20773–20778. <https://doi.org/10.1021/jp052691x>

Hennessy, J. & Al-Awadhi, E. (2016). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of Orthodontics*, 43(1), 68-76. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25939782/>

Ihsen, B.A., Willmann, J.H., Nimer, A. & Drescher, D. (2019). Effect of in vitro aging by water immersion and thermocycling on the mechanical properties of PETG aligner material. *J Orofac Orthop*, 80, 292-303. <https://doi.org/10.1007/s00056-019-00192-8>

Inokoshi, S., Burrow, M., Kataumi, M., Yamada, T. & Takatsu, T. (1996). Opacity and color changes of tooth-colored restorative materials. *Oper Dent.*, 21(2), 73-80. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8957922/>

Jarad, F., Russell, M. & Moss, B. (2005). The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry. *British dental Journal*, 199, 43-49. <https://doi.org/10.1038/sj.bdj.4812559>

Johnston, W. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of dentistry*, 37(1), e2 – 6. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2009.03.011>

Johnston, W.M. & Kao, E.C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *J Dent Res.*,68(5), 819–822. <https://doi.org/10.1177/00220345890680051301>

Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry* 32(1), 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2003.10.013>

Karamouzos, A., Papadopoulos, M., Kolokithas, G. & Athanasiou, A. (2007). Precision of *in vivo* spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(8), 613-621. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2007.01744.x>

Kesling H.D. (1946). Coordinating the predetermined pattern and tooth positioner with conventional treatment. *Am J Orthod Oral Surg*, 32(5), 285 – 293. [https://doi.org/10.1016/0096-6347\(46\)90053-1](https://doi.org/10.1016/0096-6347(46)90053-1)

Khurana, R., Tredwin, C. J., Weisbloom, M. & Moles, D.R. (2007). A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British Dental Journal*, 203(12), 675-680. <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.1108>

Kim, S.H. & Lee, Y.K. (2009). Measurement of discolouration of orthodontic elastomeric modules with a digital camera. *Eur J Orthod*, 31(5), 556–562. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjp030>

Kim-Pusateri, S., Brewer, J., Davis, E. & Wee, A. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *J Prosthet Dent.*, 101(3), 193-199. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(09\)60028-7](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(09)60028-7)

Koksal, T. & Dikbas, I. (2008). Color Stability of Different Denture Teeth Materials against Various Staining Agents. *Dental Materials Journal*, 27(1), 139–144. <https://doi.org/10.4012/dmj.27.139>

Kumar, K., Bhardwaj, S. & Garg, V. (2018). Invisalign: A Transparent Braces. *J Adv Med Dent Scie Res* 6(7), 144-147. <https://doi.org/10.21276/jamdsr>

Lehmann, K., Igiel, C., Schmidtman, I. & Scheller, H. (2010). Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of dentistry*, 38(2), e65–70. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2010.07.006>

Levrini, L., Mangano, A., Margherini, S., Tenconi, C., Vigetti, D., Muollo, R. & Abbate, G. (2016). ATP Bioluminometers Analysis on the Surfaces of Removable Orthodontic Aligners after the Use of Different Cleaning Methods. *International Journal of Dentistry*. 2016, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2016/5926941>

Liu, C., Sun, W., Liao, W., Lu, W., Li, Q., Jeong, Y., Liu J. & Zhao, Z. (2016). Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agentes. *International Journal of Oral Science*, 8(4), 246–253. <https://doi.org/10.1038/ijos.2016.25>

Llena, C., Lozano, E., Amengual, J. & Forner, L. (2011). Reliability of Two Color Selection Devices in Matching and Measuring Tooth Color. *J Contemp Dent Pract*, 12(1), 19-23. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1004>

Lombardo, L., Arreghini, A., Maccarrone, R., Bianchi, A., Scalia, S. & Siciliani, G. (2015). Optical properties of orthodontic aligners—spectrophotometry analysis of three types before and after aging. *Progress in Orthodontics*, 16(41). <https://doi.org/10.1186/s40510-015-0111-z>

Lombardo, L., Martini, M., Cervinara, F., Spedicato, G.A., Oliverio, T. & Siciliani, G. (2017). Comparative SEM analysis of nine F22 aligner cleaning strategies. *Prog Orthod*, 18(1), 26. <https://doi.org/10.1186/s40510-017-0178-9>

Marques, L.S., Ramos-Jorge, M.L., Paiva, S.M. & Pordeus, I.A. (2006). Malocclusion: Esthetic impact and quality of life among Brazilian school children. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 129(3), 424-7. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2005.11.003>

Martorelli, M., Gerbino, S., Giudicec, M. & Ausiello, P. (2013). A comparison between customized clear and removable orthodontic appliances manufactured using RP and CNC techniques. *Dental Materials* 29(2), e1-10. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.10.011>

McNamara Jr. J.A., Kramer K.L. & Juenker, J.P. (1985). Invisible retainers. *J. clin. Orthod*, 19(8), 570-8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3862671/>

Moro, A., Bubadra, P., Barros Jr., T., Schimim, S., Morais, N. & Correr, G. (2017). Ortodontia lingual x alinhadores removíveis: Quando utilizar. *Orthod. Sci. Pract*, 10(39), 104-130. <https://www.moroortodontia.com.br/wp-content/uploads/2016/12/104-130-Ortodontia-lingual-x.pdf>

Moshiri, M., Eckhart, J.E., Mcshane, P. & German, D.S. (2013). Consequences of poor oral hygiene during clear aligner therapy. *JCO*, 47(8), 494–8. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24121400/>

Moshiri, S., Araújo, E., McCray, J., Thiesen, G. & Kim, K. (2017). Cephalometric evaluation of adult anterior open bite non-extraction treatment with Invisalign. *Dental Press J. Orthod*. 22(05), 30-8. <https://doi.org/10.1590/2177-6709.22.5.030-038.oar>

Mtaya M., Brudvik P. & Astrøm A.N. (2009). Prevalence of malocclusion and its relationship with socio-demographic factors, dental caries, and oral hygiene in 12- to 14-year-old Tanzanian schoolchildren. *Eur J Orthod* 31(5), 467-76. <https://doi.org/10.1093/ejo/cjn125>

Neto, F. (2011). Sistema art aligner de alinhadores invisíveis: Relato de caso. *Jornal Dentistry*, 22–28.

Okubo, S., Kanawati, A., Richards, M. & Childressd, S. (1998). Evaluation of visual and instrument shade matching. *The journal of prosthetic dentistry*, 80(6), 642-648. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(98\)70049-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(98)70049-6)

Palomares, N.B., Celeste, R.K., Oliveira, B.H., Miguel, J.A. (2012). How does orthodontic treatment affect young adults' oral health-related quality of life?. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 141(6), 751-758. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2012.01.015>

Papadimitriou, A., Mousoulea, S., Gkantidis, N. & Kloukos, D. (2018). Clinical effectiveness of Invisalign[®] orthodontic treatment: A systematic review. *Progress in Orthodontics*, 19(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0235-z>

Park, J., Lee, Y. & Lim, B. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *The Journal Of Prosthetic Dentistry*, 96(6), 402-11. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.10.007>

Pereira, D., Fernandes, M., Gaudêncio, F., Retto, P.F. & Delgado, A.S. (2014). Ortodontia Plástica: conceito e diferentes sistemas. *Jornal Dentistry*, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.020>

Pinho, T. & Santos, M. (2021). Skeletal open bite treated with clear aligners and miniscrews. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.*, 159(2), 224-33. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.07.020>

Razzoog, M., Lang, B., Russell, M. & May, K. (1994). A comparison of the color stability of conventional and titanium dental porcelain. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 72(5), 453-456. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(94\)90113-9](https://doi.org/10.1016/0022-3913(94)90113-9)

Ristic, I. & Paravina, R. (2009). Color Measuring Instruments. *Acta Stomatologica Naissi*, 25(60), 925-932.

Simão, M. I. S. & Bittencourt, D. (2021). Uso de Alinhadores Invisalign na Prática Ortodôntica: Revisão de Literatura. *ID on line. Revista de psicologia*, 15(56), 188-201. <https://doi.org/10.14295/idonline.v15i56.3125>

Srivastava, R., Jyoti, B., Kushwaha, S. & Shastri, A. (2017). Sequential removal orthodontics: An alternative approach. *International Journal of Contemporary Medicine Surgery and Radiology*, 2(1), 32-36.

Sun, T., Wang, G., Liu, H., Feng, L., Jiang, L. & Zhu D. (2003). Control over the wettability of an aligned carbon nanotube film. *J Am Chem Soc*, 125(49), 14996–14997. <https://doi.org/10.1021/ja038026o>

Tak, M., Nagarajappa, R., Sharda, A.J., Asawa, K., Tak, A., Jalihal, S. & Kakatkar, G. (2013). Prevalence of malocclusion and orthodontic treatment needs among 12-15 years old school children of Udaipur, India. *Eur J Dent*, 7(1), 45-53. <https://doi.org/10.4103/1305-7456.119071>

Tamer, İ., Öztaş, E. & Marşan, G. (2019). Orthodontic Treatment with Clear Aligners and The Scientific Reality Behind Their Marketing: A Literature Review. *Turk J Orthod* 32(4),241-6. <https://doi.org/10.5152/TurkJOrthod.2019.18083>

Thukral, R. & Gupta, A. (2015). Invisalign: Invisible Orthodontic Treatment- A Review. *J Adv Med Dent Scie Res*, 3(5), S42-S44.

Van der Burgt, T., Ten Bosch, J., Borsboom, P. & Plasschaert, A. (1985). A New Method for Matching Tooth Colors with Color Standards. *J Dent Res*, 64(5),837-841. <https://doi.org/10.1177/00220345850640051101>

Vichi, A., Ferrari, M. & Davidson, C. (2004). Color and opacity variations in three different resin-based composite products after water aging. *Dental Materials*, 20(6), 530–534. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2002.11.001>

Walther, D.P., Houston, W.J.B., Jones, M.L. & Oliver, R.G. (1994). *Walther and Houston's orthodontic notes*. (5th edn). Wright, Oxford

Wee, A., Lindsey, D., Kuo, S. & Johnston, W. (2006). Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. *Dental Materials*, 22(6), 553–559. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2005.05.011>

Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal* 62(1), 58–62. <https://doi.org/10.1111/adj.12480>

Westland, S., Luo, W., Ellwood, R., Brunton, P. & Pretty, I. (2007). Colour Assessment in Dentistry. *Annals of the BMVA*, 2007(4),1–10. <http://www.bmva.org/annals/2007/2007-0004.pdf>

Wible, E., Agarwal, M., Altun, S., Ramir, T., Viana, G., Evans, C., Lukic, H., Megremis, S. & Atsawasuwana, P. (2019a). Long-term effects of different cleaning methods on copolyester retainer properties. *Angle Orthod.* 89(2), 221–227. <https://doi.org/10.2319/010218-2.1>

Wible, E., Agarwal, M., Altun, S., Ramir, T., Viana, G., Evans, C., Lukic, H., Megremis, S. & Atsawasuwana, P. (2019b). Long-term effects of various cleaning methods on polypropylene/ethylene copolymer retainer material. *Angle Orthod.* 89(3), 432–437. <https://doi.org/10.2319/060818-429.1>

Wieckiewicz, M., Opitz, V., Richter, G. & Boening, K. (2014). Physical Properties of Polyamide-12 versus PMMA Denture Base Material. *BioMed Research International*, 2014, 1-8. <https://doi.org/10.1155/2014/150298>

Wriedt, S., Schepke, U., & Wehrbein, H. (2007). The Discoloring Effects of Food on the Color Stability of Esthetic Brackets – An In-vitro Study. *Journal of Orofacial Orthopedics / Fortschritte Der Kieferorthopädie*, 68(4), 308–320. <https://doi.org/10.1007/s00056-007-0640-2>

Zafeiriadis, A., Karamouzou, A., Athanasiou, A., Eliades, T. & Palaghias, G. (2014). In vitro spectrophotometric evaluation of Viverra[®] clear thermoplastic retainer

discolouration. *Australian Orthodontic Journal*, 30(2), 192-200.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25549522/>

VII. ANEXOS

Anexo 1 - Descritivos

Descritivos

		N	Média	Erro Desvio	Erro Erro	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo
						Limite inferior	Limite superior		
deltaE	15 min	20	3,5855	1,54531	,34554	2,8623	4,3087	,99	6,35
	2 h	20	5,0740	1,63313	,36518	4,3097	5,8383	2,81	9,78
	8 h	20	4,5060	1,50139	,33572	3,8033	5,2087	1,44	7,28
	Total	60	4,3885	1,65420	,21356	3,9612	4,8158	,99	9,78
NBS	15 min	20	3,2990	1,42018	,31756	2,6343	3,9637	,92	5,84
	2 h	20	4,6685	1,50389	,33628	3,9647	5,3723	2,58	9,00
	8 h	20	4,1450	1,38222	,30907	3,4981	4,7919	1,32	6,69
	Total	60	4,0375	1,52213	,19651	3,6443	4,4307	,92	9,00

Anexo 2 – Testes de Normalidade e Homogeneidade de Variâncias

Testes de Normalidade

Tempo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
	Estatística	gl	Sig.	Estatística	gl	Sig.	
deltaE	15 min	,100	20	,200*	,971	20	,782
	2 h	,138	20	,200*	,919	20	,097
	8 h	,138	20	,200*	,973	20	,818
NBS	15 min	,101	20	,200*	,971	20	,774
	2 h	,137	20	,200*	,920	20	,099
	8 h	,138	20	,200*	,973	20	,808

*. Este é um limite inferior da significância verdadeira.

a. Correlação de Significância de Lilliefors

Teste de Homogeneidade de Variâncias

		Estatística de Levene	df1	df2	Sig.
deltaE	Com base em média	,081	2	57	,922
	Com base em mediana	,087	2	57	,917
	Com base em mediana e com df ajustado	,087	2	53,482	,917
	Com base em média aparada	,086	2	57	,917
NBS	Com base em média	,077	2	57	,926
	Com base em mediana	,083	2	57	,920
	Com base em mediana e com df ajustado	,083	2	53,434	,920
	Com base em média aparada	,083	2	57	,921

Anexo 3 – ANOVA *one-way*

ANOVA

		Soma dos Quadrados	df	Quadrado Médio	Z	Sig.
deltaE	Entre Grupos	22,571	2	11,285	4,632	,014
	Nos grupos	138,876	57	2,436		
	Total	161,447	59			
NBS	Entre Grupos	19,102	2	9,551	4,630	,014
	Nos grupos	117,594	57	2,063		
	Total	136,696	59			

Anexo 4 – Testes de comparações múltiplas de médias

Comparações múltiplas

Tukey HSD

Variável dependente	(I) Tempo	(J) Tempo	Diferença média (I-J)	Erro Erro	Sig.	Intervalo de Confiança 95%	
						Limite inferior	Limite superior
deltaE	15 min	2 h	-1,48850*	,49360	,011	-2,6763	-,3007
		8 h	-,92050	,49360	,158	-2,1083	,2673
	2 h	15 min	1,48850*	,49360	,011	,3007	2,6763
		8 h	,56800	,49360	,487	-,6198	1,7558
	8 h	15 min	,92050	,49360	,158	-,2673	2,1083
		2 h	-,56800	,49360	,487	-1,7558	,6198
NBS	15 min	2 h	-1,36950*	,45421	,011	-2,4625	-,2765
		8 h	-,84600	,45421	,159	-1,9390	,2470
	2 h	15 min	1,36950*	,45421	,011	,2765	2,4625
		8 h	,52350	,45421	,486	-,5695	1,6165
	8 h	15 min	,84600	,45421	,159	-,2470	1,9390
		2 h	-,52350	,45421	,486	-1,6165	,5695

*. A diferença média é significativa no nível 0.05.

Anexo 5 – Média e desvio padrão dos parâmetros de cor L*a*b* dos alinhadores previamente usados no momento inicial (Ti) e final (Tf)

15 minutos

<i>Tempo</i>	L*	a*	b*
<i>Inicial (Ti)</i>	63,54±1,49	3,67±0,92	23,88±1,94
<i>Final (Tf)</i>	62,77±2,36	3,37±0,79	22,43±1,58

2 Horas

<i>Tempo</i>	L*	a*	b*
<i>Inicial (Ti)</i>	62,17±1,71	3,97±0,65	22,51±1,12
<i>Final (Tf)</i>	59,68±1,28	2,17±0,42	18,61±1,27

8 Horas

<i>Tempo</i>	L*	a*	b*
<i>Inicial (Ti)</i>	60,45±2,40	2,38±0,55	19,19±0,98
<i>Final (Tf)</i>	56,57±1,52	1,93±0,34	17,36±0,84

