



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ALTERAÇÃO DA COLORAÇÃO DE ALINHADORES ESTÉTICOS
EXPOSTOS A DIFERENTES MEIOS**

Trabalho submetido por
António Alberto Costa Neves
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Outubro de 2020



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**ALTERAÇÃO DA COLORAÇÃO DE ALINHADORES ESTÉTICOS
EXPOSTOS A DIFERENTES MEIOS**

Trabalho submetido por
António Alberto Costa Neves
para a obtenção do grau de **Mestre** em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutora Teresa Sobral Costa

Outubro de 2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora, a Professora Doutora Teresa Sobral Costa, pela disponibilidade, dedicação e apoio constantes ao longo da realização deste trabalho de investigação, em especial num período que se revelou bastante desafiante para todos. A sua colaboração foi essencial, ao disponibilizar material necessário para o estudo bem como aconselhando-me e criticando de uma forma construtiva.

Agradeço ao o Professor Doutor Mário Polido, pela disponibilização do laboratório e dos materiais necessários à realização da investigação.

Agradeço também à Professora Doutora Ana Mano Azul e ao Professor Vasco Nunes da Silva, pelas instruções no sentido de me familiarizar com o funcionamento do espectrofotómetro.

Ao Professor Doutor Luís Proença, pela análise estatística dos resultados.

Quero agradecer à minha família, em especial aos meus pais e irmãs por terem sido os pilares ao longo do meu ainda curto percurso, por terem sido o meu apoio nos momentos menos positivos e por estarem comigo para celebrar os mais positivos.

Agradeço aos meus amigos, pela amizade que demonstraram nos momentos mais difíceis, por toda a diversão vivenciada, pelas longas horas de estudo, mas acima de tudo pelas memórias criadas que levarei comigo.

Aos meus colegas de box, em especial ao Bruno Ferreira, João Geraldês e Miguel Trindade, pelo companheirismo e ajuda partilhados na clínica.

Quero ainda agradecer ao Instituto Universitário Egas Moniz, que foi a minha 2ª casa ao longo destes cinco anos, a todos os professores e funcionários, por me terem acolhido tão bem e terem dado o seu contributo para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

Creio ter a sorte de ao longo do meu ainda curto percurso de me cruzar com pessoas talentosas, cheias de sabedoria e honrosas e de lhes poder “roubar” um pouco dessas virtudes. Em tudo o que faço vejo essas qualidades serem representadas, como é o caso deste trabalho. E é por isso que tenho de agradecer as todas essas pessoas que possibilitaram o meu crescimento até aqui.

RESUMO

O tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores é cada vez mais comum, sendo uma das razões o seu valor estético face a outras alternativas de tratamento. É desejável que os alinhadores usados possuam uma boa estabilidade de cor, algo que poderá ser influenciado pelo consumo frequente de determinadas bebidas, entre outros fatores.

Objetivos: O estudo tem como principal finalidade avaliar a estabilidade de cor de alinhadores da marca Invisalign® após imersão em soluções.

Materiais e métodos: Para a realização deste estudo foram utilizados 80 alinhadores da marca Invisalign®. Os alinhadores foram imersos em 4 meios (água, leite, chá preto e cerveja) e em soro fisiológico, funcionando como grupo controlo. Todos os meios se encontravam a 37°C. A alteração cromática foi analisada por meio de espectrofotometria (SpectroShade Micro Optic) e de acordo com a Comissão Internacional de Sistema de Cores e por via de fotografias. A análise ocorreu em três tempos: inicial (T0), após 7 dias (T1) e após 14 dias (T3). A análise estatística dos dados recolhidos foi feita através dos testes ANOVA fatorial de medidas repetidas.

Resultados: Nenhum dos alinhadores apresentou alterações cromáticas visíveis e significativas ($\Delta E^* > 3,7$), quando expostos a todas as soluções. Os alinhadores imersos em chá preto e cerveja revelaram uma tendência em adquirir a cor amarela, tendo sido observado um aumento do valor de b^* .

Conclusão: Os alinhadores apresentaram estabilidade de cor satisfatória quando expostos às soluções. O tempo de imersão influenciou o grau de pigmentação dos alinhadores.

Palavras-chave: Ortodontia, Alinhadores, Estabilidade de cor, Espectrofotometria.

ABSTRACT

Orthodontic treatment with aligners is increasingly common, one of the reasons is its aesthetic value in relation to other alternative treatments. It is desirable that the aligners used have good color stability, which can be influenced by the frequent consumption of certain drinks, among other factors.

Objective: The main purpose of the study is to evaluate the color stability of Invisalign[®] aligners after continuous immersion in potentially dye solutions.

Materials and methods: In order to carry out this study, 80 Invisalign[®] aligners were used. The aligners were immersed in 4 solutions (water, milk, black tea and beer) and in saline, functioning as a control group, with all solutions at 37°C. The chromatic alteration was analyzed with spectrophotometry (SpectroShade Micro Optic), according to the International Commission of Color Systems and with photographs. The analysis took place in three stages: initial (T0), after 7 days (T1) and after 14 days (T3). The statistical analysis of the data was done through factorial ANOVA repetitive measures.

Results: None of the aligners showed visible and significant chromatic changes ($\Delta E^* > 3,7$), when they were exposed to all solutions. The aligners immersed in black tea and beer showed a tendency to acquire yellow color, with an increase in the value of b* having been observed.

Conclusion: The aligners showed satisfactory color stability when exposed to the solutions. The immersion time influenced the degree of pigmentation of the aligners.

Keywords: Orthodontics, Aligners, Color Stability, Spectrophotometry.

ÍNDICE GERAL

I. INTRODUÇÃO	Error! Bookmark not defined.
1.1. Contextualização teórica e justificação do trabalho	15
1.2. Metodologia de Investigação	16
1.3. Objetivos	16
1.4. Questões da Investigação e Hipóteses de Estudo	16
1.5. Revisão de literatura	17
1.5.1. Prevalência de maloclusão	17
1.5.2. Alinhadores	18
1.5.2.1. Perspectiva histórica	18
1.5.3. Sistema Invisalign®	200
1.5.3.1. Princípios fundamentais do Sistema Invisalign®	20
1.5.3.2. Indicações	21
1.5.3.3. Limitações	21
1.5.3.4. Vantagens	22
1.5.3.5. Desvantagens	23
1.5.4. Comportamento alimentar mundial	24
1.5.5. Métodos de avaliação de cor	24
1.5.5.1. Avaliação visual da cor	24
1.5.5.2. Avaliação instrumental da cor	25
1.5.5.2.1. SpectroShade Micro Optic	28
1.5.5.2.2. Fotografia digital	30
1.5.6. Estudos precedentes	30
II. MATERIAIS E MÉTODOS	Error! Bookmark not defined.3
2.1. Metodologia de pesquisa de literatura	333
2.2. Tipo de estudo	333
2.3. Local de estudo	333
2.4. Amostra	333
2.5. Metodologia de investigação	355

2.5.1. Metodologia estatística	399
III. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1. Resultados	41
3.1.1. Análise dos valores $L^*a^*b^*$	41
3.1.2. Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores imersos nas soluções ao longo do tempo	433
3.1.3. Avaliação da alteração de cor visualmente com recurso à fotografia	444
3.2. Discussão	50
3.2.1. Escolha da investigação	50
3.2.2. Escolha do método de investigação	51
3.2.3. Discussão dos resultados	544
3.2.4. Limitações da investigação	555
3.2.5. Perspetivas para estudos futuros	566
IV. CONCLUSÃO	Error! Bookmark not defined.9
BIBLIOGRAFIA	Error! Bookmark not defined.
ANEXOS	Error! Bookmark not defined.7

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Espectrofotómetro SpectroShade Micro Optic (à esquerda) e a base de calibração do aparelho (à direita).....	29
Figura 2 – Base estabilizadora em <i>putty</i> para alinhador superior preenchido com algodão no dente 21 (A) e para alinhador inferior preenchido com algodão no dente 41 (B).....	35
Figura 3 – Linha guia vermelha que surge no visor do espectrofotómetro.....	36
Figura 4 – Primeiro momento de calibração do espectrofotómetro (A); Segundo momento de calibração do espectrofotómetro (B).....	36
Figura 5 – Foto obtida durante a leitura de cor através do espectrofotómetro.....	36
Figura 6 – Recipientes onde os alinhadores foram imersos nas diferentes soluções.....	37
Figura 7 – Estufa de incubação (Mettler INE 400, Schwabach, Alemanha).....	37
Figura 8 – Exemplo de seleção da zona do alinhador para a leitura de cor.....	38
Figura 9 – Exemplo de medição dos valores de $L^*a^*b^*$	38
Figura 10 – Telemóvel utilizado na investigação: iPhone XS Max.....	39

Figura 11 – Fotografias dos alinhadores imersos em soro fisiológico nos três tempos experimentais.....	45
Figura 12 – Fotografias dos alinhadores imersos em água nos três tempos experimentais.....	46
Figura 13 – Fotografias dos alinhadores imersos em leite nos três tempos experimentais.....	47
Figura 14 – Fotografias dos alinhadores imersos em chá preto nos três tempos experimentais.....	48
Figura 15 – Fotografias dos alinhadores imersos em cerveja nos três tempos experimentais.....	49

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) (adaptado de Jonhston & Kao, 1989)	28
Tabela 2 – Estudos precedentes	30
Tabela 3 – Soluções utilizadas na investigação	34
Tabela 4 – Divisão dos grupos	37
Tabela 5 – ANOVA fatorial de medidas repetidas	43
Tabela 6 - Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores em cada solução ao longo do tempo	44

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Valores médios de L^* a^* b^* dos alinhadores em T0 (momento inicial) nas diferentes soluções.....	41
Gráfico 2 – Valores médios de L^* a^* b^* dos alinhadores em T1 (após 7 dias de imersão) nas diferentes soluções.....	42
Gráfico 3 – Valores médios de L^* a^* b^* dos alinhadores em T2 (após 14 dias de imersão) nas diferentes soluções.....	42
Gráfico 4 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores nas cinco soluções utilizadas.....	50

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

cm - centímetros

°C – Graus Celcius

h – Horas

ml – Mililitros

% – Percentagem

UV – Ultravioleta

I. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização teórica e justificação do trabalho

A prevalência de má oclusão na população é bastante elevada, verificando-se em indivíduos com diferentes idades, sexo ou etnias. Face a estes dados, a Ortodontia toma uma posição preponderante na Medicina Dentária, contando com várias opções de tratamento das quais se destacam o tratamento convencional com brackets quer metálicos, quer cerâmicos, brackets vestibulares ou linguais e ainda o uso de alinhadores. A estética, como em todo o ambiente que nos rodeia, está a tomar uma posição de elevada importância, sendo que os pacientes são também mais exigentes quando nos deparamos com este fator (Asiri et al., 2019).

Após uma revisão de literatura, constatamos que o uso de alinhadores é uma prática clínica da Ortodontia presente há algumas décadas, sendo que o aparecimento de aparelhos como Invisalign® exponenciou a popularidade desta opção de tratamento (Weir, 2017).

De facto, os alinhadores são uma opção de tratamento bastante promissora, daí a necessidade de tentar clarificar as suas propriedades mecânicas. No entanto, são ainda escassos os estudos que testem e relatem a estabilidade de cor dos mesmos, algo bastante relevante, pois a sua aparente transparência é um dos fatores importantes para a sua valorização estética (Ihssen et al., 2019).

Numa situação ideal, os alinhadores devem apresentar uma estabilidade de cor que se estenda a 2 semanas, que corresponde ao tempo médio de utilização. A cor pode ser influenciada por inúmeros fatores, como é o caso da radiação UV, efeito de coloração por parte de alguns alimentos ou bebidas e pelo uso de colutórios ou elixires (Liu et al., 2016).

No final do projeto de investigação, caso seja verificada correlação, poderá ser feita uma consciencialização, direcionada aos pacientes, com a finalidade de sugerir uma diminuição no consumo destas bebidas, de modo a potenciar a vantagem estética com recurso a alinhadores.

1.2. Metodologia de Investigação

Durante este projeto de investigação foram utilizados 80 alinhadores da marca Invisalign®.

Foram imersos 16 alinhadores em cada um dos cinco meios usados: quatro meios potencialmente corantes (água, leite, chá preto e cerveja) e um grupo de controlo em soro fisiológico. Todos os recipientes, contendo os alinhadores e os diferentes meios, foram colocados numa estufa a 37°C.

A alteração da coloração dos alinhadores foi analisada por meio de espectrofotometria e de acordo com a Comissão Internacional de Sistema de Cores e por meio de fotografias, em 3 tempos: inicial (T0), após 7 dias (T1) e após 14 dias (T2).

1.3. Objetivos

Esta investigação teve como propósito principal avaliar a estabilidade de cor de diferentes alinhadores, de uma marca presente no mercado (Invisalign®), quando submetidos em meios (água, leite, chá preto e cerveja), representativos de bebidas que apresentam um elevado consumo mundial.

Mais especificamente, este projeto de investigação vai permitir: avaliar se, de facto, os meios utilizados alteram a coloração dos alinhadores; avaliar se os meios alteram a coloração de forma similar; avaliar se o tempo de imersão tem efeito na alteração de coloração dos alinhadores.

1.4. Questões da Investigação e Hipóteses de Estudo

Questão 1: Existe alteração da coloração dos alinhadores após exposição aos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja)?

Hipótese nula (H0): Não existe alteração da coloração dos alinhadores após exposição aos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja).

Hipótese alternativa (H1): Existe alteração da coloração dos alinhadores após exposição aos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja).

Questão 2: O efeito de coloração dos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja) é idêntico?

Hipótese nula (H0): O efeito de coloração dos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja) não é idêntico.

Hipótese alternativa (H1): O efeito de coloração dos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja) é idêntico.

Questão 3: O tempo de imersão dos alinhadores nos meios utilizados afeta a intensidade da alteração da coloração?

Hipótese nula (H0): O tempo de imersão dos alinhadores nos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja) não afeta a intensidade da alteração da coloração.

Hipótese alternativa (H1): O tempo de imersão dos alinhadores nos meios utilizados (água, leite, chá preto e cerveja) afeta a intensidade da alteração da coloração.

1.5. Revisão de literatura

1.5.1. Prevalência de má oclusão

Má oclusão é um termo que pode ser definido como uma oclusão onde existe uma má relação entre os arcos dentários superior e inferior, na qual as anomalias verificadas ultrapassam os limites considerados normais. A má oclusão influencia a vida de um indivíduo em diferentes aspectos, seja nos seus relacionamentos sociais, seja em contexto profissional. A saúde oral é gravemente influenciada pela má oclusão, levando a um aumento da prevalência de cárie como também ao aumento de distúrbios na articulação temporomandibular. A má oclusão, etiologicamente, pode ser por causa genética ou ambiental, no entanto, pode ser uma conjugação dos dois fatores, sendo influenciada por hábitos orais parafuncionais, a presença de anomalias dentárias, de forma, de posição ou de desenvolvimento. A má oclusão tem, efetivamente, um impacto negativo na qualidade de vida do indivíduo, sendo que os pacientes que se submetem a tratamento ortodôntico têm uma melhoria significativa na saúde oral, que se irá traduzir também numa melhor qualidade de vida (AlQarni et al., 2014; Karaman & Buyuk, 2019; Palomares et al., 2012).

Atualmente, fazendo uma revisão da literatura, verificamos que a prevalência de maloclusões em pacientes com necessidade de tratamento ortodôntico é bastante elevada. Isto verifica-se em indivíduos de diferentes países de diferentes regiões, sendo possível verificar-se no Médio Oriente, América do Norte, América do Sul, entre outros, manifestando-se em indivíduos com diferentes idades, sexo e etnias. Posto isto, a Ortodontia assume um papel preponderante na Medicina Dentária (Asiri et al., 2019; Goettems et al., 2018; Gudipaneni et al., 2018).

A Ortodontia tem à sua disposição diversas opções de tratamento e a escolha tem como base da avaliação de cada indivíduo. Atualmente, existe uma tendência crescente para recorrer a um tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores, tendo uma panóplia de diversas marcas que se diferenciam entre si pelos materiais usados, entre outros (Weir, 2017).

1.5.2. Alinhadores

Os alinhadores representam um recurso para a Ortodontia cada vez mais procurado pelos pacientes e clínicos em alternativa a outras opções de tratamento como os aparelhos fixos. Representam também, uma opção bastante promissora pelo seu valor estético, sendo fundamental que estes apresentem uma estabilidade de cor que se possa estender a 2 semanas, pois este representa o tempo em que um alinhador deve ser usado. Esta estabilidade de cor é influenciada por inúmeros fatores, algo que estará igualmente dependente do grau de compromisso do paciente (Ihssen et al., 2019; Liu et al., 2016; Tamer et al., 2019).

1.5.2.1. Perspectiva histórica

O tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores trata-se de uma técnica já utilizada há algum tempo, onde o seu uso era feito após a realização do tratamento ortodôntico convencional, tendo sido utilizada pela primeira vez na década de 1940, com a introdução do designado “aparelho de posicionamento dentário” por Kesling. O aparelho tinha como objetivo finalizar o tratamento já iniciado por meio de uma peça única, uma borracha flexível transparente, que era confeccionada a partir de um modelo “setup”, onde era feito um enceramento, pondo os dentes na posição final desejada (Hennessy & Al-Awadhi, 2016; Moro A., Bubadra P., Barros jr T., Schimim S., Morais N., 2017).

Em 1968, Bergensen confeccionou um conjunto de aparelhos pré-formados destinados ao alinhamento dentário, tendo posteriormente, criado outros aparelhos para diferentes tipos de má oclusão (Djeu et al., 2005; Pereira et al., 2014).

Em 1971, Ponitz R. J. confeccionou um aparelho “invisible retainer”, que era elaborado em modelo de gesso, onde na base encerada, os dentes eram posicionados corretamente, à semelhança da técnica elaborada por Kesling. No entanto, este aparelho servia como recurso para pequenos movimentos dentários (Hennessy & Al-Awadhi, 2016; Phan & Ling, 2007).

Em 1985, J. Sheridan desenvolveu uma técnica, baseando-se na técnica de Kesling, que envolvia stripping interproximal e alinhamento progressivo com recurso a aparelhos transparentes Essix. Todavia, esta técnica apresentava uma desvantagem, em que existia a necessidade de fazer novo “setup” e novas impressões na maioria das consultas, o que prejudicava a experiência de tratamento para o paciente e para o clínico, tornando o tratamento mais extenso e incómodo. Este tipo de aparelhos baseavam-se em três elementos básicos: espaço, tempo e força (Neto, 2011; Phan & Ling, 2007).

Em 1997, a *Align Technology* desenvolve o sistema Invisalign®, que exponenciou o lugar dos alinhadores na realidade da Ortodontia. O sistema tornou possível recorrer à tecnologia digital tridimensional, tecnologia CAD/CAM, para promover o movimento ortodôntico. A técnica recorre a um software designado *ClinCheck™*, onde é possível fazer o planeamento de todos os passos do tratamento, onde existe uma visualização sequencial dos alinhadores e do resultado final, o que promove um maior entendimento entre o paciente e o clínico (Júnior, 2002; Neves et al., 2009).

Kim Tae Weon, em 1998, concebeu uma técnica de tratamento baseado no uso sequencial de alinhadores, impulsionando o sistema Clear Aligner®. Os diferentes alinhadores vão apresentando diversas espessuras, o que torna necessário a realização de um “setup”, igualmente sequencial, para cada alinhador utilizado (Moro A., Bubadra P., Barros jr T., Schimim S., Morais N., 2017).

Mais recentemente, em 2000, Sheridan, juntamente com Hilliard, projetaram um protocolo que recorreria a uma série de alicates que ficou designado de bolha-abaulamento. Neste sistema é criado uma bolha, que corresponderia a um espaço criado

entre o alinhador e o dente, local onde este seria posicionado. Por outro lado, com o aquecimento da placa, os alicates criam o abaulamento nos retentores (Neto, 2011).

1.5.3. Sistema Invisalign®

1.5.3.1. Princípios fundamentais do Sistema Invisalign®

O Sistema Invisalign® possui, inerentemente, princípios fundamentais aquando da sua utilização no tratamento ortodôntico, enumerados de seguida (Glaser, 2017; Srivastava et al., 2017):

- Os alinhadores apenas conseguem empurrar os dentes, não têm capacidade para os puxar.
Para que ocorra este movimento é necessário uma superfície, sendo que a mesma deve ser confeccionada de forma apropriada a cada dente, de forma a aumentar a possibilidade do movimento desejado;
- Existem diversos movimentos a serem executados ao mesmo tempo.
O autor salienta que esta é uma das grandes vantagens deste tipo de tratamento, uma vez que conseguimos obter uma elevada eficiência nos movimentos executados simultaneamente, como alterar o torque, movimentos de rotação e alinhar as peças dentárias;
- É necessária ancoragem para obter movimentos eficientes.
Este é um dos pontos comuns entre o tratamento ortodôntico convencional e o tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores;
- É essencial ocorrer uma sobrecorreção do ClinCheck®.
A Align Technology detém algoritmos sofisticados, que foram projetados para sistemas de forças com o intuito de obter os movimentos pretendidos.
- Os dentes necessitam de espaço para se poderem movimentar.
Deve ser verificado se o dente tem espaço suficiente para se movimentar até à posição pretendida.
- Os alinhadores são gravados com um L (“lower”/inferior) ou com um U (“upper”/superior);
- Para a sua inserção, cada alinhador deve ser colocado primeiro nos incisivos e só depois se deve encaixar nos molares, até que estejam totalmente

ajustados. Deve-se evitar morder os alinhadores aquando da sua inserção, pois podem sofrer danos irreparáveis, e consequentemente, perder a sua função;

- A sequência de alinhadores deve ser respeitada;
- A força incorporada em cada alinhador é de 200g, sendo reduzida, de forma gradual, para 40g em 48h.

1.5.3.2. Indicações

O Sistema Invisalign[®] está indicado para dentição permanente, para encerramento de diastemas até 5mm e apinhamentos moderados (1-5mm), casos onde seja necessária expansão do arco dentário sem efetuar muito “tipping”, intrusão de 1 ou 2 dentes, ligeiras rotações, em casos de sobremordida (Classe II divisão 2), exodontia de incisivo inferior em situações de apinhamento severo e distalização de molares (Simon et al., 2014; Thukral & Gupta, 2015).

Pacientes bruxómanos, que devido a este hábito apresentam um elevado desgaste dentário, são bons candidatos a um tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores, uma vez que permitirá uma melhoria ao nível do desconforto muscular e preservação do esmalte. O Sistema Invisalign[®] está também indicado para pacientes com doença periodontal controlada. Este tipo de tratamento apresenta grandes vantagens relativamente à higiene oral, uma vez que permite que esta seja realizada sem limitações (B. R. L. Boyd, 2005; Neves et al., 2009).

1.5.3.3. Limitações

Existem algumas limitações associadas ao Sistema Invisalign[®]. Limitações essas onde se incluem: apinhamentos e diastemas com uma dimensão superior a 5mm, dentes com coroas clínicas curtas, extrusões dentárias, em casos de rotações superiores a 20°, existência de discrepâncias na oclusão cêntrica com a relação cêntrica, mordidas abertas, ocorrência de colapso transversal, discrepâncias ântero-posteriores e overjet maior que 2mm, sobremordida acentuada e movimentação dos molares. Outras limitações inerentes a este sistema são o controlo do torque, nomeadamente em dentes anteriores, múltiplas perdas dentárias nas arcadas, determinados pacientes com periodontite e encerramento de espaços após exodontia de pré-molares (Doomen et al., 2018; Pereira et al., 2014; Phan & Ling, 2007).

No tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores verifica-se uma maior recidiva nos dentes superiores anteriores quando comparado ao tratamento com aparelhos fixos convencionais. Em caso de rápida evolução do tratamento, as goteiras poderão não encaixar na perfeição, o que por si só representa uma limitação deste tipo de tratamento. Outros fatores potencialmente limitantes são a cooperação do paciente e a erupção dentária (Urzal, 2017).

A nível informático também existem determinadas limitações como a posição e inclinação das raízes, que podem não ser corretamente produzidas no programa, uma vez que só é revelada a posição da coroas das peças dentárias. Para além disto, o programa não tem a capacidade de incorporar certos tecidos duros e tecidos moles da cavidade oral, assim como as suas relações (Urzal, 2017).

Atualmente, as limitações anteriormente apresentadas podem ser ultrapassadas, ajudando o médico dentista a obter um resultado mais estável, previsível e eficiente, recorrendo a técnicas acessórias, tais como a inclusão elásticos intra-orais, elementos de ancoragem auxiliar e a realização de reduções interproximais (Kaduskar, 2020).

1.5.3.4. Vantagens

Uma das grandes vantagens do Sistema Invisalign[®] é o facto de ser mais estético uma vez que é confeccionado com um material transparente. Esta característica possibilita que os pacientes que adotem este tipo de tratamento tenham menores limitações ao nível da sua vida social, permitindo-os sorrir com maior confiança (Acar, 2015; Joffe, 2003).

Outra característica que torna os alinhadores invisíveis numa opção vantajosa é o facto de estes serem removíveis, o que permite, por exemplo, que estes sejam retirados durante as refeições, atividades físicas, na prática de instrumentos musicais de sopro, e em certos casos, para ter uma melhor fonética durante palestras ou apresentações profissionais. Isto facilitará, igualmente, a higienização tanto dos alinhadores como dos dentes (Joffe, 2003; Naik & Chavan, 2010).

O Sistema Invisalign[®] permite ao paciente acompanhar de uma forma mais direta a evolução ao longo do tratamento, através da visualização dos alinhadores que lhe permitem perceber os resultados. Além disto, o paciente tem a oportunidade de ver o resultado final desejado obtido através do programa eletrónico. Desta forma, a

motivação e o compromisso do paciente ao plano de tratamento aumentam, elevando a possibilidade de sucesso do plano elaborado (Miller et al., 2007).

Esta opção de tratamento ortodôntico tem menor suscetibilidade para causar lesões, quer na mucosa quer na língua, e na ocorrência deste tipo de lesões a gravidade das mesmas tende a ser menor do que em tratamentos com ortodontia fixa (R. L. Boyd & Waskalic, 2001).

O tratamento com recurso ao Sistema Invisalign[®] permitirá reduzir o tempo de consulta a que o paciente está sujeito, visto que os alinhadores estão prontos devido ao planeamento prévio ao tratamento. Por outro lado, o último alinhador utilizado poderá servir como aparelho de contenção (Urzal, 2017).

1.5.3.5. Desvantagens

Uma das principais desvantagens deste sistema é o facto de o médico dentista não controlar o tratamento por completo, dado que não tem a capacidade de modificar os alinhadores uma vez que estes são recebidos na sua totalidade logo no início do tratamento. No entanto, existe a possibilidade de fazer o scan intra-oral (molde) várias vezes com o objetivo de adaptar o plano de tratamento, conseqüentemente o tempo de tratamento irá aumentar (Djeu et al., 2005; Srivastava et al., 2017).

Como referido anteriormente, os alinhadores têm a vantagem de poderem ser retirados em diversas situações, como por exemplo, durante as refeições, no entanto, isto aumenta a probabilidade de o paciente perder o alinhador (Srivastava et al., 2017).

Outra desvantagem a salientar é o tempo dispendido para enviar toda a documentação e modelos para a marca e o tempo de receção dos aparelhos, que por vezes pode levar a um atraso no início do tratamento ortodôntico (Srivastava et al., 2017).

De acordo com certos autores, após o uso de contenção a recidiva era mais elevada em pacientes tratados recorrendo ao Sistema Invisalign[®] em comparação com pacientes cujo o tratamento ortodôntico utilizado foi o fixo convencional (Kuncio et al., 2007).

Para além disto, qualquer alteração realizada, nomeadamente na anatomia dos dentes, irá exigir novas impressões e respetivos alinhadores (Neves et al., 2009). Outra desvantagem deste sistema é o elevado custo que este representa e que acaba por ser um inconveniente deste tipo de tratamento (Srivastava et al., 2017).

1.5.4. Comportamento alimentar mundial

Portugal encontra-se inserido numa área geográfica em torno do Mar Mediterrâneo, no qual também se encontram países com Espanha, Itália, Grécia, Chipre, Croácia e Marrocos, que apresenta uma dieta característica, a dieta mediterrânea. Esta preconiza o consumo de diversos alimentos e bebidas (Pinho et al., 2016).

Segundo o Inquérito Alimentar Nacional e de Atividade Física (2015-2016), a bebida mais consumida pela população portuguesa, com idade compreendida entre 18 e 64 anos, é a água, sendo que a cerveja e o chá são as 4^a e 5^a bebidas mais consumidas, respetivamente. Por outro lado, o leite acarreta um importante papel na dieta mediterrânea (Pinho et al., 2016).

1.5.5. Métodos de avaliação de cor

Dado que a cor é uma perceção subjetiva, que é variável de indivíduo para indivíduo, torna-se uma tarefa desafiante realizar a sua comunicação verbal de uma forma clara e precisa. Para avaliar a cor existem vários métodos a que podemos recorrer, tais como os meios visuais, instrumentais, como é o caso dos espectrofotómetros, colorímetros e espectro-radiómetros, ou a técnicas de análise de imagem por computador (Chu et al., 2010; Sikri, 2010).

1.5.5.1. Avaliação visual da cor

Atualmente, a avaliação da cor na área da Medicina Dentária é frequentemente feita a partir da comparação da cor do dente com escalas de cor, sendo que estas são compostas por amostras representativas da média de cores presentes na dentição humana (Sikri, 2010).

Contudo, a seleção visual da cor, no facto de consistir no resultado de respostas psicológicas e fisiológicas, pode ser influenciada por diversos fatores como a fadiga, o stress, a idade, em casos de daltonismo, a exposição prévia dos olhos à luz, o posicionamento inadequado de determinado objeto, o metamerismo, a influência luminosa do meio ambiente, a individualidade e experiência visual de quem realiza a observação (Joiner, 2004; Lehmann et al., 2010; Paul et al., 2002)

No entanto, as escalas de cor pré-fabricadas apresentam diversas limitações, como por exemplo: o facto de terem um número reduzido de matrizes em comparação com as variações dentárias; as diferenças existentes entre escalas, dentro do mesmo matiz e croma; a impossibilidade de traduzir os resultados para a escala CIE L*a*b*; a espessura dos dentes não reproduz a situação clínica; pelo facto de poderem ser obtidas análises de cor distintas em momentos diferentes; a falta de coerência na correspondência de cores entre médicos dentistas (Joiner, 2004; Park et al., 2006; Van Der Burgt et al., 1985).

Apesar de todas as limitações observadas, o olho humano tem a capacidade de detetar diferenças de cor muito pequenas entre dois objetos. No entanto, a necessidade de comunicar o grau e a natureza destas diferenças torna necessário o recurso a métodos auxiliares (Chu et al., 2010; Paul et al., 2002).

1.5.5.2. Avaliação instrumental da cor

A avaliação instrumental torna o processo de escolha de cor mais fácil, rápido e objetivo, uma vez que possui a vantagem de conseguir eliminar algumas variáveis que são encontradas na avaliação visual, como as alterações na iluminação do meio e a interpretação cerebral do observador. Neste tipo de avaliação os aparelhos realizam a observação e fazem o registo da cor matematicamente, convertendo-a em coordenadas tridimensionais (Johnston, 2009; Paul et al., 2002).

Os espectrofotómetros e os colorímetros são dispositivos aos quais podemos recorrer e que avaliam a composição espectral da luz que é refletida pela superfície que pretendemos analisar. O espectrofotómetro faz a avaliação da intensidade de luz que é refletida em todos os comprimentos de onda do espectro visível, por outro lado, os colorímetros apresentam filtros que avaliam apenas a quantidade de luz refletida nos comprimentos de onda verde, vermelho, e azul (Karamouzou et al., 2007; Llana et al., 2011).

Os colorímetros foram concebidos para avaliarem superfícies planas, portanto a sua utilização é limitada em superfícies irregulares como é o caso dos dentes, dos aparelhos estéticos e brackets (Park et al., 2006).

Outras desvantagens que podemos verificar durante a utilização dos colorímetros é o facto de estes não terem a capacidade de medir a translucidez da amostra, sendo que a sua repetibilidade e exatidão podem ser mais fracas devido ao envelhecimento dos filtros e ao fenómeno de metamerismo (Kim-Pusateri et al., 2009).

Os espectrofotômetros têm incorporada uma base de dados que faz a associação entre a cor dos dentes, ou outras superfícies que pretendemos analisar, como é o caso dos alinhadores, a cores pré-estabelecidas pelas escalas de cores comerciais existentes ou a sistemas de avaliação de cor, como o sistema CIE L*a*b* (Chu et al., 2010).

Fazendo a comparação entre a avaliação visual e a avaliação recorrendo a espectrofotômetros, determinou-se que os últimos apresentavam mais 33% de exatidão, permitindo desta forma, uma seleção de cor mais objetiva em 93,3% dos casos (Paul et al., 2002).

No entanto, a avaliação com recurso a espectrofotómetro apresenta algumas desvantagens, como o seu elevado custo e a dificuldade de realizar medições diretamente em boca, onde o acesso à região dos molares é ainda mais dificultado em espectrofotômetros que apresentam um sensor mais largo, como é o caso do SpectroShade Micro. Contudo, estes possuem uma maior durabilidade quando comparados com os colorímetros e não são afetados pelo metamerismo da amostra (Khurana et al., 2007; Kim-Pusateri et al., 2009).

Para as medições serem as mais fidedignas possíveis a superfície que se pretende analisar deve estar limpa e seca, uma vez que caso isto não se verifique a cor registada pelo aparelho poderá ser afetada. Ao realizar a leitura a sonda deve tocar numa área selecionada de forma perpendicular e é recomendável que sejam feitas três leituras (Chu et al., 2010).

Por norma, os resultados obtidos na análise instrumental são expressos através do sistema CIE L*a*b*, sistema criado pela *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE) no ano de 1976. Trata-se de um sistema tridimensional que sustenta a teoria aceita de que a perceção da cor baseia-se em três recetores de cor existentes no olho: vermelho, verde e azul (Joiner, 2004).

No sistema CIE L*a*b*, a coordenada L* avalia o valor da cor, que varia entre 0 (preto absoluto) e 100 (branco absoluto). Por outro lado, os valores da coordenada a* representam a escala que varia desde o vermelho, caso os valores de a* sejam positivos (+a* vermelho) e o verde para os casos onde os valores são negativos (-a* verde). Por fim, b* será a coordenada amarela, quando os valores são positivos (+b* amarelo) ou azul, caso os valores sejam negativos (-b* azul) (Park et al., 2006; Sikri, 2010).

As coordenadas a* e b* têm tendência para se aproximarem do zero para cores neutras como o branco ou o cinzento, e tendem a aumentar de magnitude quanto mais saturadas ou intensas forem as cores (Joiner, 2004).

No sistema CIE L*a*b*, a alteração de cor, representada por ΔE^* , é usada para quantificar a diferença de cor entre dois espécimes, sendo obtida pela fórmula (Karamouzos et al., 2007; Westland et al., 2007):

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

Os valores de ΔL^* , Δa^* e Δb^* , presentes na fórmula apresentada, são obtidos pelas seguintes equações, onde L0, a0 e b0 são os dados obtidos inicialmente e L1, a1 e b1 os dados finais (Westland et al., 2007):

$$\Delta L = L1^* - L0^*$$

$$\Delta a = a1^* - a0^*$$

$$\Delta b = b1^* - b0^*$$

O sistema CIE L*a*b* tem como vantagem o facto das diferenças de cor serem expressas em unidades onde estas se podem relacionar com a perceção visual e o seu significado clínico, sendo que os valores de ΔE^* são usados para estabelecer uma comparação entre cores de dentes e restaurações, bem como as cores de uma determinada amostra em tempos diferentes, com o objetivo de avaliar se a amostra sofreu alguma alteração de cor ao longo do tempo (Johnston, 2009; Joiner, 2004).

Ao realizar uma avaliação de cor, devemos, sempre que possível, aliar os métodos visual e instrumental, dado que ambos se complementam, com o objetivo de conseguir um melhor resultado estético (Chu et al., 2010).

Existem diversos artigos onde os autores procuram estabelecer uma relação entre os valores numéricos da alteração de cor, obtidos através de análise com espectrofotómetro, com a perceção visual dessa mesma alteração de cor. No entanto, os valores aceites como limiar de aceitabilidade e perçetibilidade clínicas para diferenças de cor são variáveis, em especial na área da dentisteria, não existindo consenso na literatura (Ruyter et al., 1987; W. M. & E. C., 1989).

Na literatura existente, podemos verificar que a maioria dos estudos elegíveis define $\Delta E^*=1$ como o limiar de perçetibilidade clínica, o que significa que perante valores onde $\Delta E^*<1$ a alteração de cor não será visível e aproximadamente um terço dos estudos defende que $\Delta E^*=3,7$ é o limite em que 50% dos observadores concordam com a diferença de cor, sendo este o limite de aceitabilidade clínica (Khashayar et al., 2013).

Existem diversos estudos que tentam estabelecer uma relação entre a análises visual e instrumental da cor de materiais dentários, sendo que num desses estudos foi

elaborada uma escala, escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) (Tabela 1), onde se considera que uma diferença média de ΔE^* até 3, 7 é considerada aceitável, dado que não será possível fazer observações de cor na cavidade oral sobre condições controladas (Johnston & Kao, 1989).

É considerado que o limiar para erros cromáticos na detecção de diferença de cor na cavidade oral é mais elevado, dado que a mucosa e a sombra causada pelos lábios tornam mais difícil analisar as diferenças de cor, nomeadamente as mais pequenas (Kim-Pusateri et al., 2009).

Tabela 1 – Escala extensa de avaliação visual (EVRSAM) (adaptado de Jonhston & Kao, 1989).

ΔE (diferença de cor)	Significância clínica
0	Excelente estética com escolha de cores precisas, não é clinicamente perceptível
2	Diferença de cor muito discreta, com uma estética boa a muito boa
4	Diferença óbvia, no entanto dentro dos limites aceitáveis para a maioria dos pacientes
6	Estética pobre no limite da aceitabilidade
8	Estética muito pobre, considerada inaceitável para a maioria dos pacientes
10	Estética totalmente inaceitável.
Nota:	Valores intermédios de 1, 3, 5, 7 e 9 podem ser atribuídos se a descrição estética corresponder a um grau intermédio entre duas das descrições referidas acima

1.5.5.2.1. SpectroShade Micro Optic

O SpectroShade Micro Optic é um espectrofotómetro de imagem que se baseia na combinação entre um sistema de câmara digital com tecnologia espectrofotométrica de LED, sendo que este mesmo sistema de iluminação emite uma luz com um espectro que se assemelha à luz do dia (Llena et al., 2011).

O SpectroShade Micro Optic possui um computador interno com um software analítico que permitirá determinar com exatidão a cor dos dentes ou do material em análise, escolher a cor do material restaurador ideal, calcular as diferenças de cor entre imagens, assim como determinar mapas cromáticos, inclusive um mapa cromático para a translucidez (Chu et al., 2010; Paul et al., 2002).

O processo de calibração do SpectroShade Micro Optic tem duas etapas que consistem no posicionamento da peça de mão contra o azulejo branco, existente na base do espectrofotómetro, e em seguida, contra o azulejo verde (Figura 1). A calibração do

espectrofotómetro irá assegurar a validade dos resultados obtidos (Johnston, 2009; Kim-Pusateri et al., 2009).



Figura 1 – Espectrofotómetro SpectroShade Micro Optic (à esquerda) e a base de calibração do aparelho (à direita).

Durante a análise, a imagem do material, do qual pretendemos identificar a cor, é exibida no ecrã da peça de mão do espectrofotómetro, o qual permite assegurar o correto posicionamento. Seguidamente, os dados obtidos podem ser guardados num cartão de memória para serem, posteriormente, transferidos para o computador do médico dentista e/ou protésico (Chu et al., 2010).

Na espectrofotometria existem dois tipos de geometria: a geometria com iluminação difusa e observação a 0° ou iluminação a 45° e observação a 0°. De facto, recorrendo ao SpectroShade Micro Optic temos a capacidade de realizar a análise com iluminação a 45° e observação a 0°. Sendo que este tipo de geometria é considerado o mais adequado para o uso clínico, dado que o acesso à cavidade oral é limitado (Khashayar et al., 2013; Paul et al., 2002).

Ao consultar a literatura existente, verificamos que o SpectroShade Micro Optic tem uma fiabilidade de 96,9% e uma precisão de 80,2% (*in vitro*), não sendo o espectrofotómetro com os valores mais elevados. Contudo, *in vivo* foi considerado aquele com melhor repetibilidade relativamente aos outros espectrofotómetros existentes (Khurana et al., 2007; Kim-Pusateri et al., 2009).

Por outro lado, não é recomendável a partilha de valores CIE L*a*b* obtidos com dois espectrofotómetros diferentes (Khashayar et al., 2013).

1.5.5.2.2. Fotografia digital

A fotografia digital tomou um papel essencial na prática clínica, representando a Medicina Dentária contemporânea. A sua aplicação é simples, rápida e bastante útil para o planeamento do tratamento, assim como para o seu sucesso (Mladenovi et al., 2010).

No consultório dentário moderno, é defendido que a fotografia tem um papel quase tão indispensável quanto a radiografia e deve ser algo que devemos procurar frequentemente para a documentação de casos clínicos, para fins publicitários, bem como para facilitar a comunicação do médico dentista quer com o paciente quer com o protésico (Chandni et al., 2016).

Para além do seu uso em prática clínica, a fotografia digital também se revelou útil em estudos com o objetivo de avaliar as diferenças de cor (Jarad et al., 2005; Wee et al., 2006).

1.5.6. Estudos precedentes

Na tabela 2 encontram-se descritos alguns estudos precedentes, onde alinhadores de diferentes marcas são testados através da exposição perante algumas soluções com potencial corante que apresentam um elevado consumo mundial. Regra geral, existe um consenso entre os estudos, dado que os alinhadores apresentaram alteração de cor quando expostos a soluções como o café, o chá preto ou vinho tinto (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016; Lombardo et al., 2015; Zafeiriadis et al., 2018).

Tabela 2 – Estudos precedentes.

Estudos	Soluções utilizadas	Alinhadores Testados	Tempo experimental	Objetivos	Resultados/ Conclusões
Zafeiriadis, Karamouzou, Athanasiou, Eliades & Palaghias (2014)	Água Destilada Café Chá Vinho tinto Coca-Cola®	Retentores Vivera (Invisalign®)	Imersão constante nas soluções teste. Alterações de cor avaliadas antes da primeira imersão, após 3 dias e após 7 dias de imersão.	Avaliar a estabilidade de cor dos retentores Vivera quando expostos a soluções com potencial corante.	As soluções como o café, o chá e o vinho tinto causaram alterações de cor visíveis.

Lombardo, Arreghini, Maccarrone, Bianchi, Scalia & Siciliani (2015)	Saliva artificial suplementada com corante alimentar	Invisalign [®] All-In [®] F22 [®]	Exposição em 2 ciclos de envelhecimento de 14 dias cada um.	Avaliar e comparar a absorvência e os valor de transmissão dos três tipos de alinhadores antes e depois de 2 ciclos de envelhecimento.	Os alinhadores das marcas Invisalign [®] e All-In [®] sofreram maior alterações após os ciclos de envelhecimento.
Liu, Sun, Liao, Lu, Li, Jeong, Liu & Zhao (2016)	Água destilada Café Chá preto Vinho tinto	Invisalign [®] Angelalign [®] Smartee [®]	Imersão constante nas soluções teste. Alterações de cor avaliadas após 12h e após 7 dias de imersão.	Determinar a estabilidade de cor de alinhadores de três marcas diferentes quando expostos a soluções com potencial corante.	Ao fim de 12h de exposição todos os alinhadores apresentaram estabilidade de cor, à exceção dos alinhadores da Invisalign [®] imersos em café. Ao final de 7 dias de imersão, todos os alinhadores apresentaram alteração de cor, sendo que nos alinhadores da Invisalign [®] essa alteração é mais visível, considerando-se portanto, que estes são mais propensos a alterar a cor.
Bernard, Rompré, Tavares & Montpetit (2020)	Solução controlo (não especificada) Café Chá preto Coca-Cola [®]	Invisalign [®] ClearCorrect [®] Minor Tooth Movement [®]	Imersão constante nas soluções teste. Alterações de cor avaliadas após 12h e após 7 dias de imersão.	Avaliar e comparar a estabilidade de cor de alinhadores de 3 marcas diferentes quando expostos a soluções com potencial corante, bem como avaliar a performance dos métodos de limpeza indicados pelos fabricantes	Os alinhadores da marca Invisalign [®] mostraram-se mais propensos à pigmentação do que os alinhadores das outras marcas. Os diferentes métodos de limpeza apresentaram uma performance similar.

II. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Metodologia de pesquisa de literatura

No decorrer deste estudo foi feita uma revisão de literatura recorrendo a uma pesquisa bibliográfica online feita na plataforma digital PubMed.

Para realizar a pesquisa, foram utilizadas as seguintes palavras-chave: ortodontia, alinhadores, estabilidade de cor e espectrofotometria.

2.2 Tipo de estudo

Estudo experimental *in vitro*, analítico e prospetivo, que tem como objetivo verificar se existe alteração da coloração dos alinhadores da Invisalign® perante o consumo frequente de certas bebidas, que apresentam a nível mundial um elevado consumo.

2.3. Local de estudo

Este estudo foi realizado no laboratório de Materiais do Instituto Universitário Egas Moniz.

2.4. Amostra

Nesta investigação foram utilizados 80 alinhadores da marca Invisalign®. Os meios utilizados foram água (Água Serra da Estrela®), leite (Pingo Doce®) chá preto (Cem Porcento®) e cerveja (Sagres®) e um meio de controlo, que neste caso se trata de soro fisiológico (Alifar®) (Tabela 3).

Tabela 3 – Soluções utilizadas na investigação.

Solução	Marca	Preparação
<p>Soro Fisiológico</p> 	Alifar®	Solução pronta para uso
<p>Água</p> 	Água Serra da Estrela®	Solução pronta para uso
<p>Leite</p> 	Pingo Doce®	Solução pronta para uso
<p>Chá preto</p> 	Cem Porcento®	Solução preparada com uma saqueta de chá preto imerso em 300ml de água destilada durante 5 minutos
<p>Cerveja</p> 	Sagres®	Solução pronta para uso

2.5. Metodologia de investigação

Primeiramente, os alinhadores foram lavados com água destilada com o intuito de eliminar qualquer pigmentação anterior.

Após esta etapa, foram realizadas as medições de cor iniciais (T0) em todos os alinhadores usados recorrendo ao espectrofotómetro SpectroShade Micro Optic (MHT Optic Research, Niederhasli, Suíça).

Para que as condições das medições (meio envolvente, luz e inclinação) fossem as mais adequadas e semelhantes possíveis, foram confeccionadas estruturas de silicone de adição (*putty*) à qual os alinhadores seriam ajustados de forma a terem uma posição equilibrada no momento da leitura. Por outro lado, para facilitar a leitura de cor, uma vez que os alinhadores são transparentes, foi necessário preencher o espaço do alinhador, que serviria para a leitura, com algodão com o intuito de criar contraste. (Figura 2).

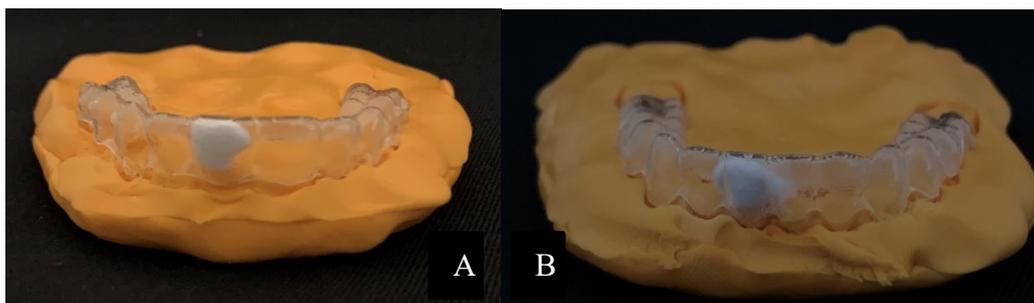


Figura 2 – Base estabilizadora em *putty* para alinhador superior preenchido com algodão no dente 21 (A) e para alinhador inferior preenchido com algodão no dente 41 (B).

Antes de ser efetuada a leitura da cor do alinhador, surge no visor do espectrofotómetro uma linha que varia de cor (vermelha, cor-de-laranja ou verde) consoante seja a inclinação do aparelho face ao alinhador (Figura 3). A medição deve ser realizada quando a linha surge de cor verde (Khurana et al., 2007).

Antes de realizar cada medição o aparelho foi calibrado, primeiramente usando o azulejo branco da base, e posteriormente, com o azulejo de cor verde. Durante este processo a peça de mão era mantida num ângulo de 90° (Kim-Pusateri et al., 2009).



Figura 3 – Linha guia vermelha que surge no visor do espectrofotômetro

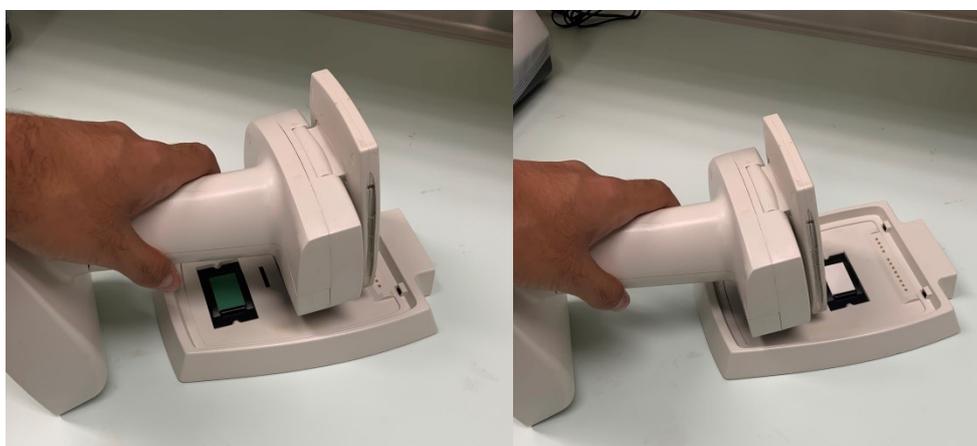


Figura 4 – Primeiro momento de calibração do espectrofotômetro (A); Segundo momento de calibração do espectrofotômetro (B).

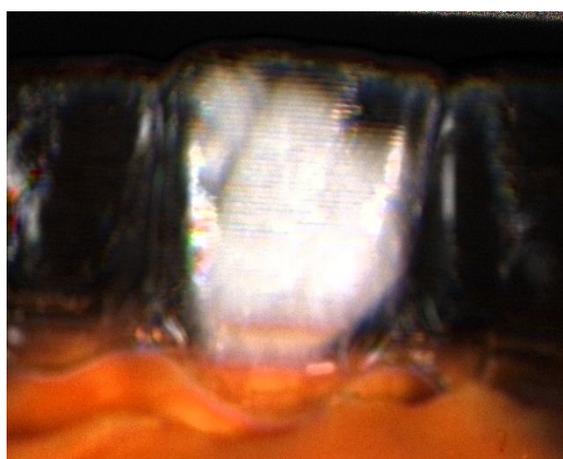


Figura 5 – Foto obtida durante a leitura de cor através do espectrofotômetro.

Posteriormente às medições iniciais, foram dispostos 80 alinhadores nos 5 meios utilizados: quatro desses meios são água, leite, chá preto e cerveja e um meio como

grupo de controlo em saliva sintética durante 7 e 14 dias, momentos em que foram feitas as leituras de cor. Assim, cada um dos meios continha 16 alinhadores (Tabela 4).

Tabela 4 – Divisão dos grupos

Grupo	Solução (n=16)
1	Soro fisiológico
2	Água
3	Leite
4	Chá preto
5	Cerveja

As soluções foram distribuídas em recipientes de plástico (Figura 6). Em cada um destes recipientes foram colocados cerca de 300ml de cada meio. Por fim, os recipientes, que continham os alinhadores e as soluções, foram colocados numa estufa de incubação (Memmert INE 400, Schwabach, Alemanha) com uma temperatura de 37°C (Figura 7).



Figura 6 – Recipientes onde os alinhadores foram imersos nas diferentes soluções.



Figura 7 – Estufa de incubação (Memmert INE 400, Shwabach, Alemanha)

As alterações de coloração foram analisadas através do espectrofotômetro em três tempos: inicial (T0), após 7 dias (T1) e após 14 dias (T2).

Antes das medições os alinhadores foram lavados com água destilada, e posteriormente, eram secos com papel absorvente, com o objetivo de evitar a deposição de resíduos das respectivas soluções na sua superfície.

O SpectroShade Micro Optic é um espectrofotômetro de imagem, logo para obter o valor de cada medição era necessário ser feita uma seleção da zona do alinhador (Figura 8), sendo esta a zona onde este seria preenchido com algodão.

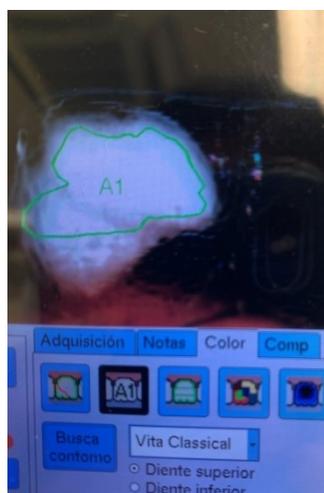


Figura 8 – Exemplo de seleção da zona do alinhador para a leitura de cor.



Figura 9 – Exemplo de medição dos valores de L*a*b*.

A medição da alteração de coloração dos alinhadores foi feita segundo a escala de cor CIE $L^*a^*b^*$. O L^* representa a medida do valor do objeto, podendo este variar entre 0 (preto absoluto) e 100 (branco absoluto), o a^* representa a quantidade de vermelho (+ a^*) e de verde (- a^*) e o b^* descreve a quantidade de amarelo (+ b^*) e azul (- b^*). A alteração de cor, ΔE^* , foi quantificada segundo a equação:

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

As alterações verificadas em ΔL^* , Δa^* e Δb^* foram calculadas fazendo a subtração entre os valores registados após os 14 dias (T2) e os valores iniciais (T0). A cada 72 horas foi feita a troca de meios com o intuito de não alterar as suas características, e desta forma, desvirtuar os resultados do estudo.

Por outro lado, a alteração de coloração foi analisada com recurso a registos fotográficos digitais tiradas nos diferentes tempos (T0, T1 e T2), com recurso à câmara do telemóvel iPhone XS Max (Figura 10). Neste processo, os alinhadores foram colocados num plano branco com iluminação controlada, sempre em ambiente de laboratório. Para otimizar a captação da fotografia recorreu-se à guia estabilizadora da câmara do telemóvel e utilizando sempre uma distância de 20cm entre a câmara e o alinhador.



Figura 10 – Telemóvel utilizado na investigação: iPhone XS Max

2.5.1. Metodologia estatística

A análise estatística dos dados foi realizada recorrendo ao programa IBM® SPSS Statistics (*Statistical Package for the Social Sciences*) versão 26 para Windows®. Numa

fase inicial, os valores $L^*a^*b^*$, obtidos pelo espectrofotômetro, foram inseridos no programa *Microsoft Excel*® de modo a calcular as médias e alteração de cor (ΔE^*).

Para responder às questões da investigação utilizou-se uma metodologia de comparação inferencial com base no teste estatístico ANOVA fatorial de medidas repetidas.

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 de 5% ($p \leq 0,05$).

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados

A leitura de cor dos alinhadores foi feita recorrendo ao SpectroShade Micro Optic no momento precedente à imersão nos meio com potencial de pigmentação (T0), posteriormente, foi feita após 7 dias de imersão (T1), e por fim, após 14 dias (T2). O espectrofotómetro forneceu os valores de $L^*a^*b^*$, que foram utilizados para calcular a alteração de cor (ΔE^*).

3.1.1. Análise dos valores $L^*a^*b^*$

Nos gráficos seguintes encontram-se descritas as médias e os desvios padrões das coordenadas $L^*a^*b^*$, no momento inicial (T0) e no momento final (T2), que corresponde após 14 dias de imersão, dos alinhadores em cada uma das soluções.

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

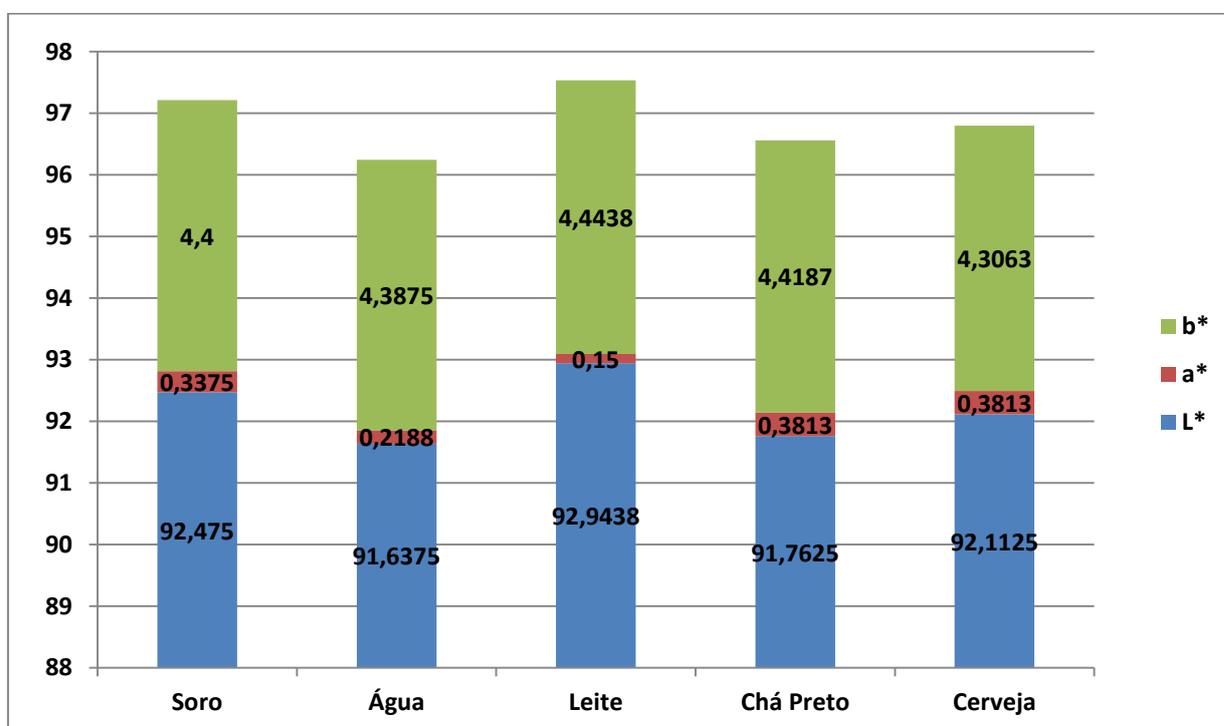


Gráfico 1 – Valores médios de $L^* a^* b^*$ dos alinhadores em T0 (momento inicial) nas diferentes soluções.

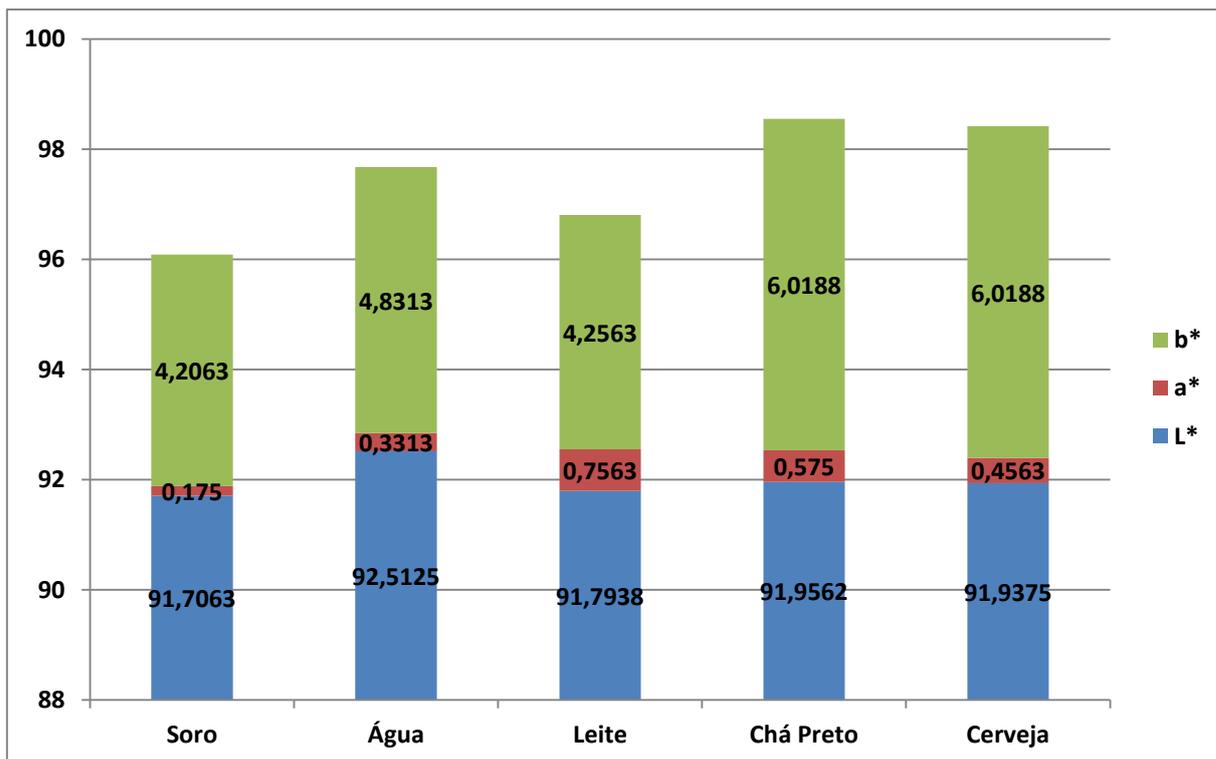


Gráfico 2 – Valores médios de L* a* b* dos alinhadores em T1 (após 7 dias de imersão) nas diferentes soluções.

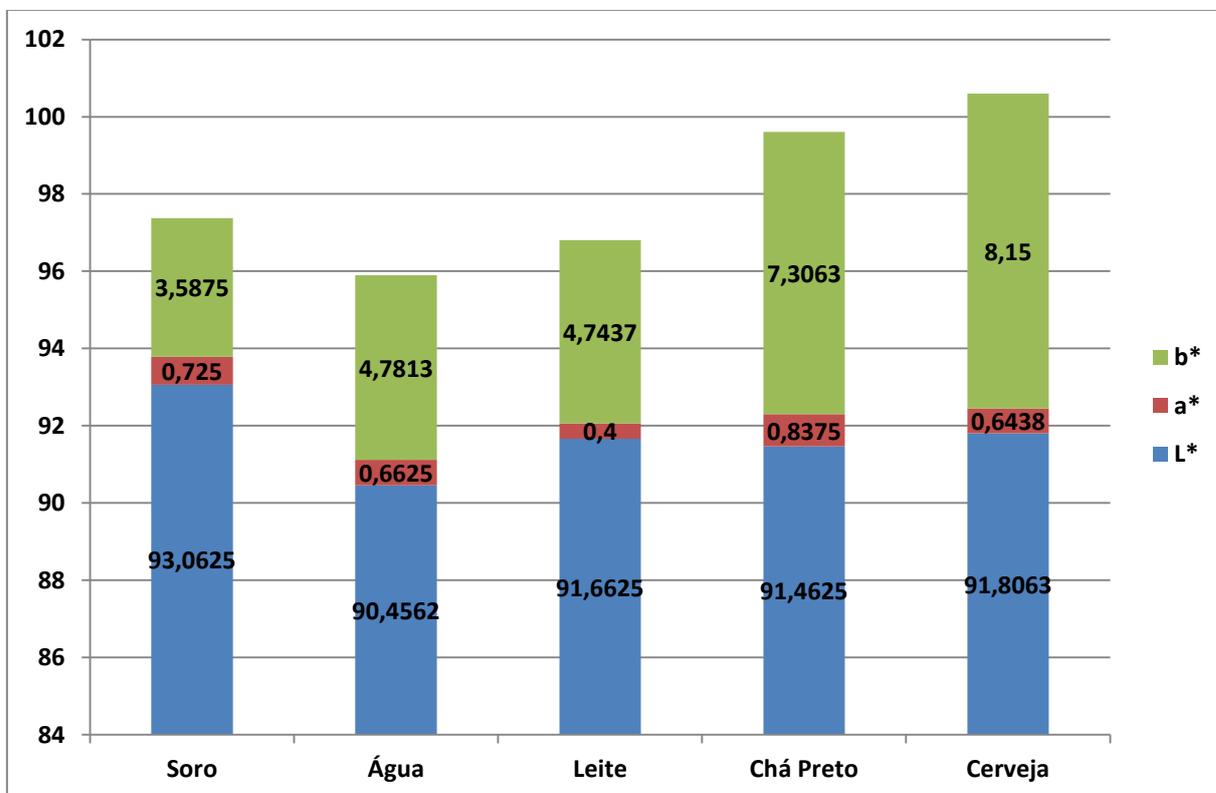


Gráfico 3 – Valores médios de L* a* b* dos alinhadores em T2 (após 14 dias de imersão) nas diferentes soluções.

A estatística descritiva referente aos valores de $L^*a^*b^*$ no momento inicial, sem que os alinhadores tenham sido imersos nas soluções, mostra que não existem diferenças relevantes entre os diferentes alinhadores que serão imersos nas diferentes soluções.

Através da análise dos gráficos anteriormente apresentados, verifica-se que em todas os meios utilizados que o valor de L^* , coordenada referente à luminosidade, não apresentou qualquer diferença relevante entre T0 e T2, ou seja todos os alinhadores permaneceram praticamente com o mesmo valor. Relativamente à coordenada a^* , verificou-se um aumento em todas as soluções usadas, revelando que os alinhadores apresentam uma propensão em adquirir a cor vermelha nestas soluções. Analisando os valores da coordenada b^* , verificamos que os alinhadores imersos em soro, água e leite não revelaram uma diferença relevante, no entanto, o valor aumentou nos alinhadores imersos em chá preto e cerveja, apresentando uma tendência em adquirir a cor amarela.

3.1.2. Avaliação da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores imersos nas soluções ao longo do tempo

Na tabela 5 encontram-se os resultados da ANOVA fatorial de medidas repetidas (Anexo 1) que permitem avaliar a interação entre o tempo e a solução utilizada. Os resultados revelam que existe uma diferença significativa na alteração de cor dos alinhadores com o tempo ($p < 0,05$), sendo um fator que apresenta alguma influência (Eta parcial quadrado tempo=0,074).

Foi possível verificar também que não existiu uma alteração significativa na alteração de cor entre as soluções com o tempo de imersão ($p > 0,05$).

Tabela 5 – ANOVA fatorial de medidas repetidas

Efeito	p	Eta parcial quadrado
Tempo	0,019	0,074
Tempo*Solução	0,151	0,087

Na tabela 6 encontram-se descritos os valores das médias e desvios padrões da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores em cada solução ao longo do tempo.

Tabela 6 - Média e desvio padrão da alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores em cada solução ao longo do tempo

Solução	Tempo
Soro	T(0) = 92,59±1,46
	T(1) = 91,81±2,05
	T(2) = 93,14±1,38
Água	T(0) = 91,75±2,38
	T(1) = 92,64±1,51
	T(2) = 90,59±1,95
Leite	T(0) = 93,06±1,06
	T(1) = 91,90±1,74
	T(2) = 91,79±0,65
Chá preto	T(0) = 91,88±2,08
	T(1) = 92,16±1,74
	T(2) = 91,79±2,51
Cerveja	T(0) = 92,22±1,05
	T(1) = 92,14±1,47
	T(2) = 92,19±1,90

3.1.3. Avaliação da alteração de cor visualmente com recurso à fotografia

As figuras seguintes permitem-nos avaliar a estabilidade de cor visualmente ao longo do tempo, assim como estabelecer uma comparação entre método visual e o método quantitativo, referente aos dados obtidos com o espectrofotómetro, estando esses valores representados no gráfico 4 .

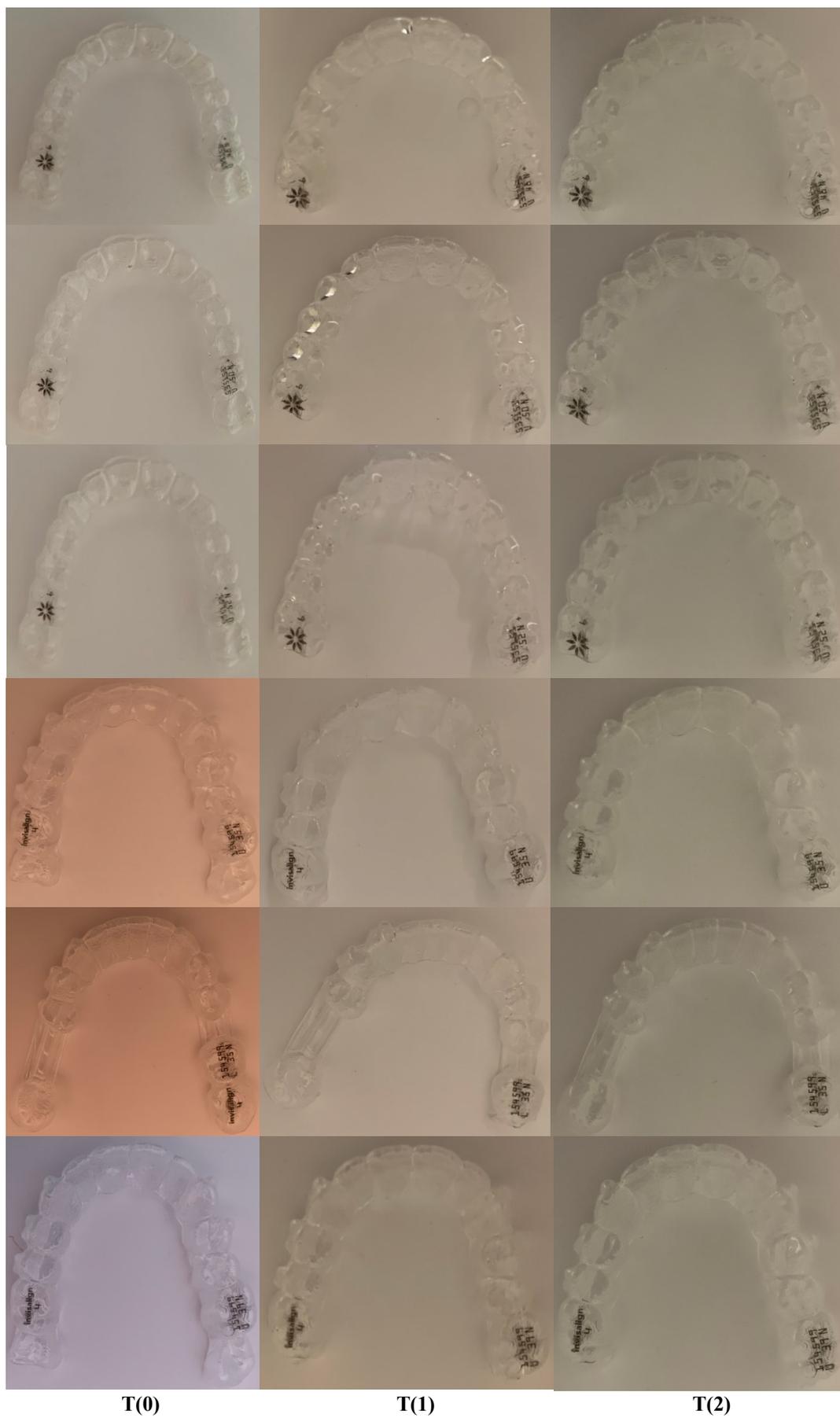


Figura 11 – Fotografias dos alinhadores imersos em soro fisiológico nos três tempos experimentais.



Figura 12 – Fotografias dos alinhadores imersos em água nos três tempos experimentais.



Figura 13 – Fotografias dos alinhadores imersos em leite nos três tempos experimentais.

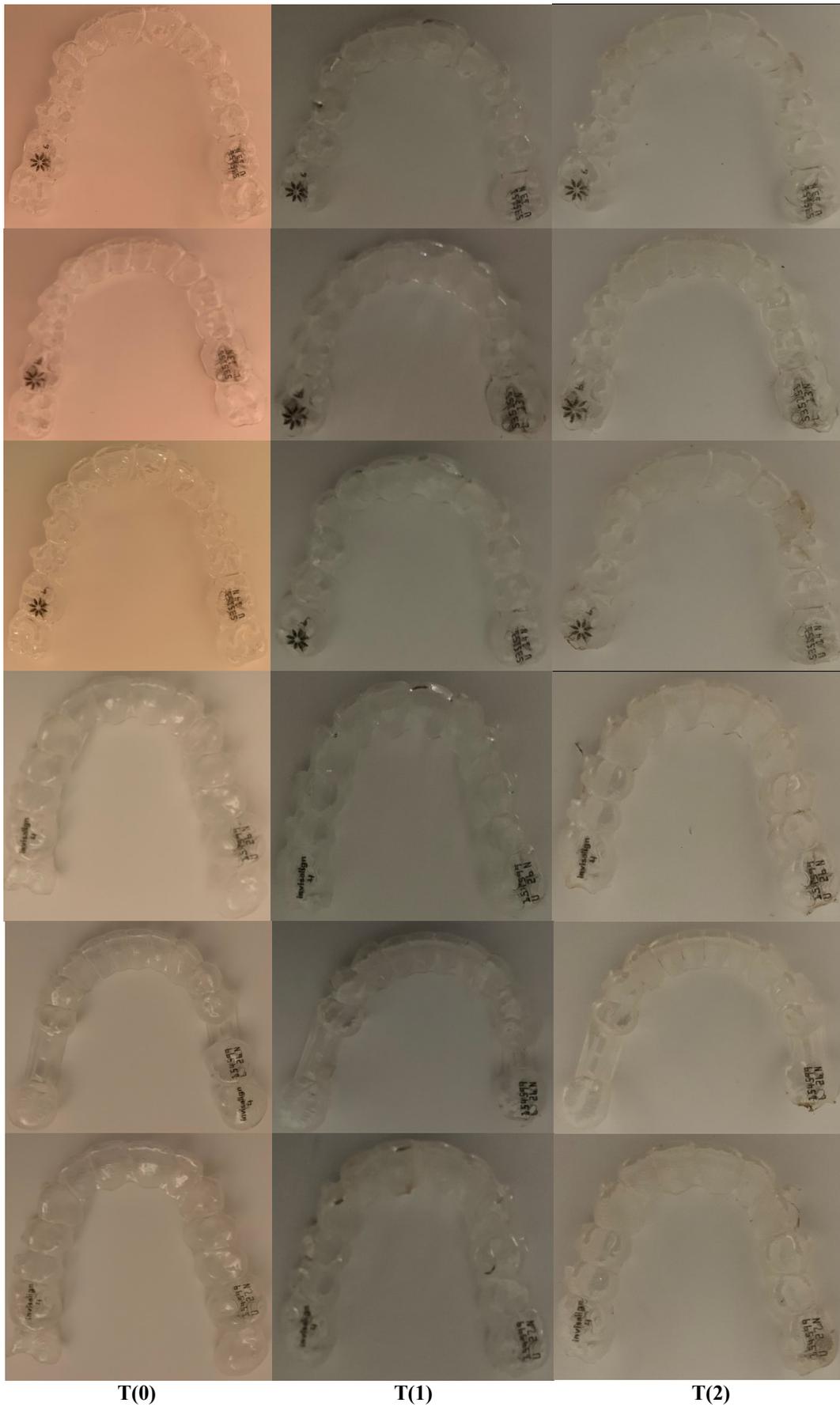


Figura 14 – Fotografias dos alinhadores imersos em chá preto nos três tempos experimentais.



Figura 15 – Fotografias dos alinhadores imersos em cerveja nos três tempos experimentais.

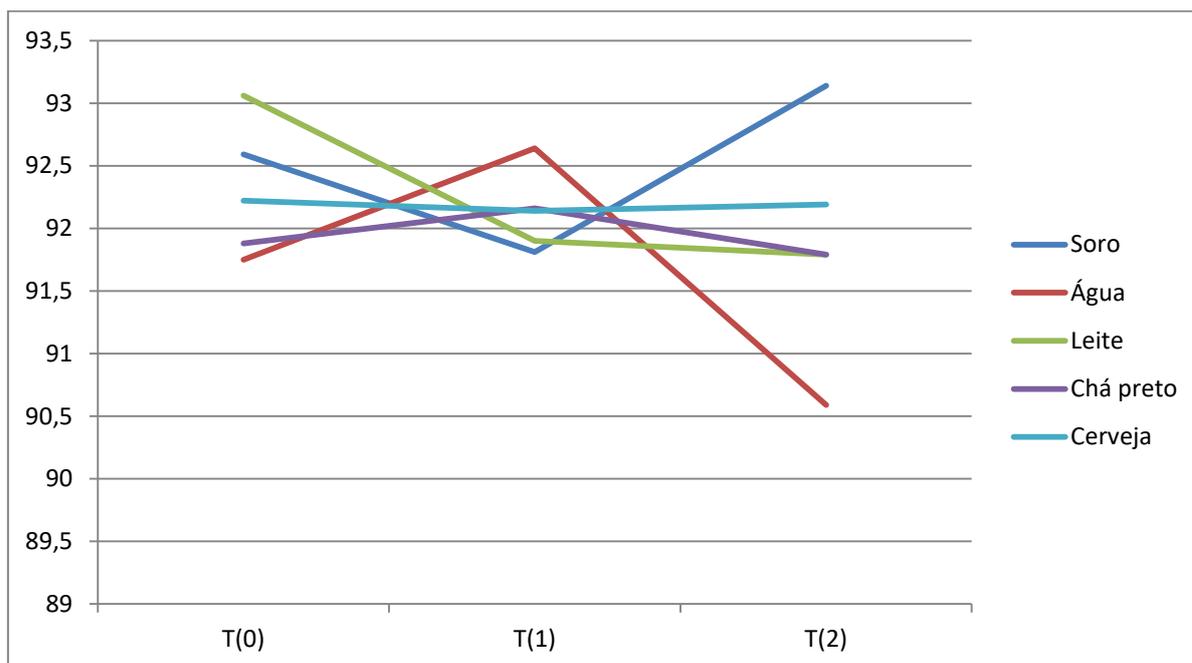


Gráfico 4 - Gráfico com a média dos valores de alteração de cor (ΔE^*) dos alinhadores nas cinco soluções utilizadas.

Para estabelecer uma comparação entre o métodos quantitativo e visual, considerou-se que quando $\Delta E^* > 3,7$ a pigmentação torna-se perceptível e clinicamente significativa (Bernard et al., 2020; Karadas & Seven, 2014; Liu et al., 2016).

Assim, verificou-se que existiu concordância entre a avaliação de alteração de cor pelos métodos quantitativo e visual, sendo que não se verificou em nenhuma solução um valor de $\Delta E^* > 3,7$ e observando as fotografias, anteriormente apresentadas, não se constatou uma pigmentação claramente perceptível.

3.2. Discussão

3.2.1. Escolha da investigação

Atualmente, assistimos a uma crescente procura por tratamentos que sejam mais estéticos, sendo portanto, o tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores uma opção bastante promissora, daí a necessidade de clarificar as propriedades mecânicas dos mesmos (Ihssen et al., 2019).

É de salientar que quando os pacientes optam pelo tratamento com alinhadores têm a expectativa que o seu aspeto não altere ao longo do tratamento. No entanto, existem diversos estudos desenvolvidos que verificaram a ocorrência de alteração de cor em diferentes marcas de alinhadores. Assim, torna-se oportuno investigar e clarificar a

estabilidade de cor dos alinhadores, sendo que um dos fatores que pode influenciar a cor é o consumo de determinadas bebidas (Liu et al., 2016).

Diversos autores indicam, que quando os pacientes têm dietas ricas em alimentos e bebidas com potencial corante, pode-se verificar a deposição de cromogéneos provenientes dessa dieta, e conseqüentemente, dá-se a pigmentação dos alinhadores, que por vezes, não é removida através de escovagem (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

Desta forma, o objetivo principal da investigação foi avaliar a estabilidade de cor de alinhadores de uma marca presente no mercado (Invisalign[®]), quando estes são expostos a soluções potencialmente corantes como o leite, chá preto e a cerveja.

Assim, também se torna possível auxiliar o ortodontista a selecionar a informação que deve transmitir aos pacientes aquando do início do tratamento, nomeadamente, de como os deve aconselhar quanto aos seus hábitos alimentares.

3.2.2. Escolha do método de investigação

Para realizar a investigação, optou-se pela realização do estudo *in vitro*, dado que um estudo *in vivo* poderia representar numa menor validação na avaliação das características das propriedades dos alinhadores, dada a dificuldade em standardizar o ambiente oral. Esta opção de estudo representaria também uma influência nos resultados de fatores como a presença da flora microbiana e outros hábitos alimentares (Buchmann et al., 2012; Liu et al., 2016).

Outro fator que influencia a pigmentação adquirida dos alinhadores é a escovagem mecânica. Com efeito, o efeito da escovagem não foi incluído na investigação com o intuito de preservar as características dos alinhadores ao longo do tempo de imersão nas diferentes soluções (Bernard et al., 2020).

Na literatura, também é possível verificar que a maioria dos estudos realizou uma avaliação *in vitro* da estabilidade de cor dos alinhadores (Tabela 2).

À semelhança de certos estudos, para avaliar a alteração de cor de alinhadores imersos em soluções potencialmente corantes, recorreu-se a um espectrofotómetro, uma vez que é considerado um dos métodos mais fidedignos. Este permite realizar medições 93,3% mais objetivas e 33% mais exatas que o método visual, tendo uma elevada fiabilidade (96,9%) e precisão (80,2%). O espectrofotómetro utilizado nesta investigação, SpectroShade Micro, tem uma geometria de 45° de iluminação e 0° de observação,

considerada a mais adequada para uso clínico (Bernard et al., 2020; Kim-Pusateri et al., 2009; Liu et al., 2016; Paul et al., 2002).

Como é recomendado, foram realizadas três medições com o espectrofotômetro para cada alinhador (Chu et al., 2010; Kim-Pusateri et al., 2009).

À semelhança do estudo realizado por Liu e os seus colaboradores (2016), a leitura com o espectrofotômetro foi realizado na superfície vestibular do incisivo central situado à direita aquando do momento de leitura, ou seja, seria o incisivo central do segundo ou do quarto quadrantes. Esta zona do alinhador foi preenchida com algodão de forma a criar contraste, e consequentemente, facilitar a leitura de cor.

Atualmente, verificamos que o recurso à fotografia é cada vez mais frequente na área da Medicina Dentária, nomeadamente, para determinar alterações de cor em materiais, uma vez que este representa um método mais prático, mais reproduzível para o profissional em uso clínico e tem um menor custo em relação à espectrofotometria (Chu et al., 2010; Wee et al., 2006). Por outro lado, verifica-se uma correlação alta e estatisticamente significativa entre a espectrofotometria e a fotografia digital (Cal et al., 2006; Jarad et al., 2005).

Para além disto, é recomendável, de modo a obter resultados mais fidedignos, aliar os métodos visual e instrumental, uma vez que estes possuem a capacidade de se complementar (Chu et al., 2010). Desta forma, foram também realizadas fotografias digitais com o intuito de registar a alteração de cor dos alinhadores ao longo da investigação, num primeiro momento antes de serem imersos nas soluções, e posteriormente, em T1 (após 7 dias) e em T2 (após 14 dias) (Bernard et al., 2020).

As soluções utilizadas foram a água, o leite, o chá preto e a cerveja, indo ao encontro de alguns estudos que utilizaram algumas destas soluções e uma vez que algumas destas representam bebidas cromogéneas frequentemente consumidas pela população mundial, tornando-se assim, pertinente investigar o seu efeito na alteração de cor em alinhadores.

Contrariamente a alguns estudos, neste estudo os alinhadores foram imersos em soro fisiológico, em vez de água destilada ou saliva artificial, com o intuito de nos aproximarmos o mais possível da realidade clínica. Foi utilizado como grupo de controlo, avaliando-se também a possibilidade deste causar alguma alteração de cor.

Os recipientes que continham as soluções, onde os alinhadores foram imersos, foram colocados numa estufa de incubação a uma temperatura de 37°C, temperatura que mais se assemelha à da cavidade oral. No entanto, apesar desta ser considerada uma

temperatura adequada para o procedimento laboratorial, é de salientar que esta pode não replicar as condições do meio oral, uma vez que os alinhadores poderão ser expostos a diferenças de temperatura provenientes da dieta (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016; Lombardo et al., 2015).

Nos estudos precedentes, as soluções foram trocadas a cada 24h para assegurar a manutenção das características das mesmas, assim como para evitar a colonização bacteriana, dado que esta também pode ter um efeito cromogéneo e provocar uma alteração de cor dos alinhadores. No entanto, gerindo as condições logísticas do laboratório que tivemos ao nosso dispor, durante a investigação, as soluções foram trocadas a cada 72h e no momento de leitura de cor pelo espectrofotómetro (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016; Lombardo et al., 2015).

Para avaliar a alteração de cor em cada momento de leitura, após a imersão dos alinhadores nas soluções, foi utilizado o sistema CIE L*a*b*, dado que este é um dos métodos mais aceites e utilizados na avaliação de cor segundo o método quantitativo dos diferentes materiais dentários, nomeadamente os alinhadores, tendo como vantagens a repetibilidade, sensibilidade e objetividade (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

Nesta investigação foi considerado que em situações onde $1 < \Delta E^* < 3,7$ a pigmentação torna-se impercetível e clinicamente aceitável, sendo que seria considerado a existência de pigmentação clinicamente significativa em casos onde $\Delta E^* > 3,7$. Este valor é baseado nos limites de alteração de cor clinicamente visível usados em estudos precedentes (Bernard et al., 2020; Khashayar et al., 2013; Liu et al., 2016).

No entanto, pelo facto de não existir um consenso na literatura atual, existe a necessidade de serem realizados mais estudos para que seja determinado um valor limite que possa ser aplicado neste tipo de estudos.

As medições com recurso ao espectrofotómetro para avaliação da alteração de cor foram realizadas no início da investigação, antes da imersão dos alinhadores nas diferentes soluções e aos 7 e 14 dias de imersão. Contrariamente aos estudos precedentes, optou-se por não realizar a leitura após 24h de imersão (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

À semelhança de estudos precedentes, cujo o intuito foi avaliar a estabilidade de cor em alinhadores, optou-se por uma imersão contínua nas soluções. Este facto leva a que a alteração de cor revelada seja representativa de um consumo mais prolongado no tempo. No entanto apesar da imersão contínua sobrestimar os resultados, estes podem apresentar uma elevada correlação com a alteração de cor em que pacientes que tenham

um consumo bastante elevado das bebidas utilizadas (Bernard et al., 2020; Liu et al., 2016).

3.2.3. Discussão dos resultados

A pigmentação observada e os testes estatísticos realizados rejeitam as hipóteses nulas das questões 1 e 2, sendo aceites as hipóteses alternativas. Por outro lado, na questão 3 a hipótese nula da questão 3 é aceite.

Nesta investigação verificou-se que todos os alinhadores registaram valores de alteração de cor inferiores aos considerados clinicamente aceitáveis ($\Delta E^* < 3,7$) em todas as soluções utilizadas.

Para além da análise quantitativa realizada através do uso de espectrofotómetro, as fotografias digitais evidenciaram que a pigmentação provocada pelas soluções não é clinicamente considerável. Dado que existe uma concordância entre as avaliações quantitativa e visual, podemos inferir que não existe uma correlação concreta entre o consumo das bebidas e a pigmentação provocada pelas mesmas nos alinhadores.

Nas soluções chá preto e cerveja foi revelado uma tendência dos alinhadores para adquirirem a cor amarela, o que é corroborado pelo aumento do valor de b^* ($+b^*$ amarelo).

Através da análise visual das fotografias digitais e dos valores de alteração de cor (ΔE^*), analisados estatisticamente, verificou-se que todas as soluções tiveram um efeito de pigmentação semelhante, não apresentando uma diferença significativa.

Contrariamente ao que foi verificado em estudos precedentes, neste estudo os alinhadores (Invisalign[®]) apresentaram uma estabilidade de cor satisfatória, não se verificando uma alteração significativa ($p > 0,05$). No entanto, os alinhadores imersos em chá preto e cerveja apresentaram uma tendência em adquirir a cor amarela, pelo aumento que se verifica da coordenada b^* . Em estudos precedentes verificamos que soluções como é o caso do café, chá preto e vinho tinto provocaram alterações de cor clinicamente visíveis.

Neste estudo foi verificado que o tempo de imersão afeta significativamente o grau de pigmentação, uma vez que estatisticamente o efeito do tempo revelou uma significância menor que 5% ($p < 0,05$), apesar de nas fotografias digitais esse efeito não ser muito expressivo.

Os resultados do presente estudo podem servir de referência para os fabricantes analisarem, *a posteriori*, as características dos alinhadores.

É de salientar que tal como em todos os estudos *in vitro*, os resultados obtidos na investigação e a sua extrapolação clínica deve ser feita com alguma cautela, dado que existe uma diversidade de fatores que estão presentes no meio oral que podem, igualmente, influenciar a alteração de cor dos alinhadores. No entanto, será recomendável um aconselhamento junto dos pacientes relativamente ao consumo de certos alimentos e bebidas, de forma a prevenir a pigmentação da superfície dos alinhadores. Assim, o médico dentista pode prevenir que haja uma diminuição da satisfação do paciente face ao tratamento ortodôntico com recurso a alinhadores, nomeadamente devido ao valor estético dos mesmos.

3.2.4. Limitações da investigação

Como em todos os estudos *in vitro*, uma das principais limitações consiste na reprodução exata das condições presentes na cavidade oral. Na presente investigação não foi possível ter em conta a presença de fatores como a humidade, a presença de biofilme, a capacidade tampão e de *wash-out* da saliva, o consumo de outras bebidas e alimentos que também possam potencial de pigmentação e a escovagem dentária.

A escolha das bebidas a utilizar neste estudo foi feita de forma a diferir um pouco dos estudos precedentes, dado que foi utilizado leite e cerveja que são bebidas que também apresentam um elevado consumo mundial. No entanto, seria relevante elaborar inquéritos com o intuito de verificar quais as bebidas mais consumidas, assim como a frequência da sua ingestão. O facto de a temperatura de consumo poder não corresponder à temperatura à qual os alinhadores foram armazenados (37°C) pode ser considerado como um fator limitante, uma vez que o chá preto é consumido, normalmente, a temperaturas mais elevadas e no caso da cerveja, que é usualmente consumido a temperatura mais baixas.

Outra limitação presente nesta investigação é o facto de se tornar difícil a determinação do tempo real de pigmentação dos alinhadores, uma vez que a imersão contínua não corresponderá ao consumo exato das bebidas escolhidas por um indivíduo. Para tal, seria necessário realizar medições do tempo que vários indivíduos demoram a beber cada uma das bebidas escolhidas, com o objetivo de fazer uma correspondência para os 14 dias de imersão constante com o tempo de utilização do alinhador.

As condições de armazenamento dos recipientes que continham os alinhadores imersos nas diferentes soluções também representa uma limitação, sendo que a amostra teve que ser limitada a 80 alinhadores. Para além disto, o próprio volume dos

alinhadores também influenciou a decisão do número de alinhadores, tendo sido também necessário seccionar os últimos molares em todos os alinhadores.

Outra questão associada ao processo de imersão dos alinhadores prende-se com o facto de ser recomendável substituir as soluções a cada 24h, com o objetivo de assegurar a manutenção das características das mesmas. No entanto, devido às condições que tínhamos à disposição, a troca de soluções só foi possível a cada 72h e no dia de leitura de cor.

Os alinhadores, sendo transparentes, dificultam a leitura de cor com espectrofotómetro, tendo havido portanto a necessidade de utilizar algum material com o intuito de criar contraste. O material escolhido foi o algodão, uma vez que é um material que facilmente conseguimos ajustar a sua forma e tamanho. No entanto, alguns dos estudos utilizaram outros materiais dentários, como é o caso da *flowable resin* (Liu et al., 2016). O uso do espectrofotómetro, além de todas as vantagens que confere à investigação, também pode representar uma limitação, uma vez que possui uma curva de aprendizagem, ainda que esta seja relativamente mínima.

Os alinhadores apresentam propriedades refletoras que podem dificultar o registo fotográfico dos mesmos. Para limitar este efeito, as fotografias foram tiradas sempre com as mesmas condições de angulação e iluminação. Para além disto, a transparência dos alinhadores também pode provocar algumas alterações nos resultados obtidos pelo espectrofotómetro. No entanto, outro fator limitante desta investigação é o facto de as fotografias terem sido captadas através de uma câmara digital de um iPhone XS Max. Apesar de as câmaras dos telemóveis atuais possuírem uma elevada qualidade, o recurso a uma máquina fotográfica digital permitiria um maior controlo sobre as condições de iluminação.

3.2.5. Perspetivas para estudos futuros

Tendo em conta os estudos *in vitro*, futuramente a imersão constante dos alinhadores nas diferentes soluções poderia ser alterada para uma imersão feita num determinado número de vezes por dia durante 15 minutos. Tal como referido anteriormente, através de questionários, onde se perguntaria as bebidas mais consumidas e a frequência da sua ingestão tornaria o estudo mais fidedigno. No entanto, tais estudos não corresponderão com exatidão às condições que encontramos na realidade clínica, dado que, por exemplo, podemos ingerir uma bebida durante 15

minutos mas este não corresponderá exatamente ao tempo que a bebida estará em contacto com o alinhador.

De forma a incluir a influência dos hábitos de higiene oral, poderiam ser utilizadas máquinas de simulação de escovagem, sendo a alteração da cor avaliada posteriormente.

Outro fator que se poderia ter em conta em estudos futuros seria a presença de *attachments*, avaliando a sua influência na alteração de cor dos alinhadores.

É de salientar a necessidade da realização de mais estudos que avaliem a estabilidade de cor dos alinhadores perante a ação de soluções com potencial corante, nomeadamente de estudos *in vivo*, uma vez que estes têm a capacidade de incluir fatores que não foram possíveis incluir em todos os estudos *in vitro*, como é o caso deste estudo. Para além disto, também seria possível aferir em que grau a extrapolação efetuada pelos estudos *in vitro* se aproxima da realidade clínica.

IV. CONCLUSÃO

Neste estudo foi possível concluir que:

- O consumo de água, leite, chá preto e cerveja não altera a cor dos alinhadores da marca testada (Invisalign[®]). Nestas soluções, nenhum dos alinhadores imersos nas diferentes soluções, apresentaram alteração visual de cor e espectrofotometricamente significativa ($\Delta E^* < 3,7$) (foi aceite a hipótese nula na questão 1);
- Nos alinhadores imersos em chá preto e cerveja verificou-se uma tendência para estes adquirirem a cor amarela. Os alinhadores apresentaram um aumento do valor da coordenada b^* ($+b^*$ amarelo);
- As soluções não apresentaram diferenças no efeito de alteração de cor. O nível de significância foi maior que 5% ($p > 0,05$) (foi aceite a hipótese nula na questão 2);
- O tempo de imersão afeta o grau de pigmentação dos alinhadores, tendo sido verificado um nível de significância menor que 5% ($p < 0,05$) (foi aceite a hipótese alternativa na questão 3).

Mais estudos serão necessários para avaliar a estabilidade de cor dos alinhadores quando estes são expostos a soluções, nomeadamente de estudos *in vivo*, uma vez que os *in vitro* não possuem a capacidade de reproduzir as condições existentes no meio oral.

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 Journal of Orthodontics*, 27(3), 106-110.
- 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. *Journal of International Oral Health : JIOH*, 6(4), 42.
- Asiri, S. N., Tadlock, L. P., & Buschang, P. H. (2019). The prevalence of clinically meaningful malocclusion among US adults. *Orthodontics and Craniofacial Research*, 22(4), 321-328.
- Bernard, G., Rompré, P., Tavares, J. R., & Montpetit, A. (2020). Colorimetric and spectrophotometric measurements of orthodontic thermoplastic aligners exposed to various staining sources and cleaning methods. *Head and Face Medicine*, 16(1), 1–11.
- Boyd, B. R. L. (2005). Improving periodontal health through Invisalign treatment. *Clinical feature*, 24-26.
- Boyd, R. L., & Waskalic, V. (2001). Three-dimensional diagnosis and orthodontic treatment of complex malocclusions with the invisalign appliance. *Seminars in Orthodontics*, 7(4), 274–293.
- 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.
- Cal, E., Güneri, P., & Kose, T. (2006). Comparison of digital and spectrophotometric measurements of colour shade guides. *Journal of Oral Rehabilitation*, 33(3), 221–228.
- Chandni, Patel; Anupam, Sharma; Nitin, Shah; Shikha, G. (2016). *An overview on dental photography*. 03(03).

- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of Dentistry*, 38(SUPPL. 2), 2–16.
- Djeu, G., Shelton, C., & Maganzini, A. (2005). Outcome assessment of Invisalign and traditional orthodontic treatment compared with the American Board of Orthodontics objective grading system. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 128(3), 292–298.
- Doomen, R. A., Aydin, B., & Kuitert, R. (2018). *Mogelijkheden en beperkingen van orthodontische behandeling met clear aligners . Een verkenning*. 533–540.
- Glaser, B. J. (2017). *The insider's guide to Invisalign® Treatment: a step-by-step guide to assist you with your ClinCheck treatment plans*.
- Goettens, M. L., Ourens, M., Cosetti, L., Lorenzo, S., Álvarez-Vaz, R., & Celeste, R. K. (2018). Early-life socioeconomic status and malocclusion in adolescents and young adults in Uruguay. *Cadernos de Saúde Pública*, 34, e00051017.
- Gudipaneni, R. K., Aldahmeshi, R. F., Patil, S. R., & Alam, M. K. (2018). The prevalence of malocclusion and the need for orthodontic treatment among adolescents in the northern border region of Saudi Arabia: An epidemiological study. *BMC Oral Health*, 18(1), 16.
- Hennessy, J., & Al-Awadhi, E. A. (2016). Clear aligners generations and orthodontic tooth movement. *Journal of Orthodontics*, 3125(January), 1–9.
- Ihssen, 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. *Journal of Orofacial Orthopedics.*, 80(6), 292-303.
- Jarad, F. D., Russell, M. D., & Moss, B. W. (2005). *The use of digital imaging for colour matching and communication in restorative dentistry*. 43–49.
- Joffe, L. (2003). *Current Products and Practice Invisalign ®: early experiences*. 30, 348–352.
- Johnston, W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of Dentistry*,

- 37(SUPPL. 1), 2–6.
- Joiner, A. (2004). Tooth colour: A review of the literature. *Journal of Dentistry*, 32(SUPPL.), 3–12.
- Júnior, K. F. (2002). Eficiência , planejamento e previsão tridimensional de tratamento ortodôntico clínico. *R Clín Ortodon Dental Press*, 1–11.
- Kaduskar, A. & Kanade, A. (2020). “Evolution of the efficiency and predictability of clear aligner therapy : a narrative review”, *International Journal of Current Research*, 12, (08), 13074-13079.
- Karadas, M., & Seven, N. (2014). The effect of different drinks on tooth color after home bleaching. *European Journal of Dentistry*, 8(2), 249–253.
- Karaman, A., & Buyuk, S. K. (2019). Evaluation of temporomandibular disorder symptoms and oral health-related quality of life in adolescent orthodontic patients with different dental malocclusions. *Cranio - Journal of Craniomandibular Practice*, 00(00), 1–9.
- Karamouzos, A., Papadopoulos, M. A., Kolokithas, G., & Athanasiou, A. E. (2007). Precision of in vivo spectrophotometric colour evaluation of natural teeth. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34(8), 613–621.
- Khashayar, G., Bain, P. A., Salari, S., Dozic, A., Kleverlaan, C. J., & Feilzer, A. J. (2013). ScienceDirect Perceptibility and acceptability thresholds for colour differences in dentistry. *Journal of Dentistry*, 42(6), 637–644.
- 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.
- Kim-Pusateri, S., Brewer, J. D., Davis, E. L., & Wee, A. G. (2009). Reliability and accuracy of four dental shade-matching devices. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 101(3), 193–199.
- Kuncio, D., Maganzini, A., Shelton, C., & Freeman, K. (2007). Invisalign and Traditional Orthodontic Treatment Postretention Outcomes Compared Using the

- American Board of Orthodontics Objective Grading System. *The Angle Orthodontist*, 77(5), 864-869.
- Lehmann, K. M., Igiel, C., Schmidtman, I., & Scheller, H. (2010). Four color-measuring devices compared with a spectrophotometric reference system. *Journal of Dentistry*, 38(SUPPL. 2), e65–e70.
- Liu, C. L., Sun, W. T., Liao, W., Lu, W. X., Li, Q. W., Jeong, Y., Liu, J., & Zhao, Z. H. (2016). Colour stabilities of three types of orthodontic clear aligners exposed to staining agents. *International Journal of Oral Science*, 8(4), 246-253.
- Llena, C., Lozano, E., Amengual, J., & Forner, L. (2011). Reliability of two color selection devices in matching and measuring tooth color. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 12(1), 19–23.
- 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(1), 1–8.
- Miller, K. B., Mcgorray, S. P., Womack, R., Quintero, C., Perelmuter, M., Gibson, J., Dolan, T. A., & Wheeler, T. T. (2007). A comparison of treatment impacts between Invisalign aligner and fixed appliance therapy during the first week of treatment. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 131(3), 302-e1.
- Mladenovi, D., Mladenovi, L., & Mladenovi, S. (2010). *Importance of Digital Dental Photography in the Practice of Dentistry*. 27(2), 75–79.
- Moro A., Bubadra P., Barros jr T., Schimim S., Morais N., C. G. (2017). *Ortodontia Lingual X Alinhadores Removíveis : Lingual Orthodontics X Removable Aligners : When To Use*. 10(39), 104–130.
- Naik, V. R., & Chavan, P. (2010). *Invisalign : The invisible braces*. 1(2), 54–57.
- Neto, F. (2011). *Sistema art aligner de alinhadores invisíveis: relato de caso*.
- Neves, C. P. T., Ferreira, E. A., Coutinho, I. L., Coutinho, T. L., & Miranda, S. C. C. (2009). Sistema Invisalign: Uma alternativa ortodôntica estética. *Pós Em Revista*,

314–321.

- Palomares, N. B., Celeste, R. K., Oliveira, B. H. De, & Miguel, J. A. M. (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.
- Park, J. H., Lee, Y. K., & Lim, B. S. (2006). Influence of illuminants on the color distribution of shade guides. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *96*(6), 402–411.
- Paul, S., Peter, A., Pietrobon, N., & Hämmerle, C. H. F. (2002). Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. *Journal of Dental Research*, *81*(8), 578–582.
- Pereira, D., Fernandes, M., Gaudêncio, F., Retto, P. F., & Delgado, A. S. (2014). Ortodontia plástica-conceito e diferentes sistemas. *O Jornal Dentistry*, *10*, 20-30.
- Phan, X., & Ling, P. H. (2007). Clinical limitations of invisalign. *Journal of the Canadian Dental Association*, *73*(3), 263–266.
- Pinho, Inês; Rodrigues, Sara; Franchini, Bela; Graça, P. (2016). *Padrão alimentar mediterrânico: promotor de saúde*.
- Ruyter, I. E., Nilner, K., & Möller, B. (1987). Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. *Dental Materials*, *3*(5), 246–251.
- Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of Conservative Dentistry: JCD*, *13*(4), 249–255
- .Simon, M., Keilig, L., Schwarze, J., Jung, B. A., & Bourauel, C. (2014). Forces and moments generated by removable thermoplastic aligners: Incisor torque, premolar derotation, and molar distalization. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *145*(6), 728–736.
- Srivastava, R., Jyoti, B., Kushwaha, S., & Shastri, A. (2017). Sequential Removal Orthodontics: An Alternative Approach. *Radiology*, *2*(1), 32–36.
- Tamer, I., Oztas, E., & Marsan, G. (2019). Orthodontic Treatment with Clear Aligners and The Scientific Reality Behind Their Marketing: A Literature Review. *Turkish*

Journal of Orthodontics, 32(4), 241–246.
<https://doi.org/10.5152/turkjorthod.2019.18083>

Thukral, R., & Gupta, A. (2015). Invisalign: Invisible Orthodontic Treatment-a Review. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research*, 3(5), 42–44.

Urzal, V. (2017). *Análise do sistema Invisalign no que concerne às vantagens e limitações Analysis of the Invisalign system in what concerns it 's advantages and limitations. January.*

Van Der Burgt, T. P., Plasschaert, A. J. M., Ten Bosch, J. J., & Borsboom, P. C. F. (1985). A New Method for Matching Tooth Colors with Color Standards. *Journal of Dental Research*, 64(5), 837–841.

Johnston, W. M., & Kao, E. C. (1989). Assessment of appearance match by visual observation and clinical colorimetry. *Journal of Dental Research*, 68(5), 819-822.

Wee, A. G., Lindsey, D. T., Kuo, S., & Johnston, W. M. (2006). *Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. 553–559.*

Weir, T. (2017). Clear aligners in orthodontic treatment. *Australian Dental Journal*, 62, 58-62.

Westland, S., Luo, W., Ellwood, R., Brunton, P., & Pretty, I. (2007). Colour Assessment in Dentistry. *Annals of the BMVA*, 2007(4), 10.

Zafeiriadis, A. A., Karamouzos, A., Athanasiou, A. E., Eliades, T., & Palaghias, G. (2018). An in vivo spectrophotometric evaluation of Vivera[®] and Essix[®] clear thermoplastic retainer discolouration. *Australasian Orthodontic Journal*, 34(1), 3–10.

ANEXOS

Anexo I - ANOVA fatorial de medidas repetidas

Testes de contrastes dentre-sujeitos

Medida: MEASURE_1

Origem	tempo	Tipo III Soma dos Quadrados	gl	Quadrado Médio	F	Sig.	Eta parcial quadrado
tempo	Linear	16,376	1	16,376	5,795	,019	,074
	Quadrático	,563	1	,563	,220	,641	,003
tempo * individuo	Linear	12,924	1	12,924	4,573	,036	,059
	Quadrático	,290	1	,290	,113	,738	,002
tempo * alinhador	Linear	,800	1	,800	,283	,596	,004
	Quadrático	,519	1	,519	,202	,654	,003
tempo * meio	Linear	19,660	4	4,915	1,739	,151	,087
	Quadrático	39,100	4	9,775	3,815	,007	,173
Erro(tempo)	Linear	206,290	73	2,826			
	Quadrático	187,048	73	2,562			

Anexo II – Análise Descritiva

Estatística Descritiva

	Meio	Média	Erro Desvio	N
delta E(0)	Soro	92,5888	1,45741	16
	Água	91,7501	2,38184	16
	Leite	93,0569	1,06466	16
	Chá preto	91,8763	2,07947	16
	Cerveja	92,2203	1,05275	16
	Total	92,2985	1,72017	80
delta E(1)	Soro	91,8068	2,05275	16
	Água	92,6438	1,51244	16
	Leite	91,9027	1,73066	16
	Chá preto	92,1627	1,73530	16
	Cerveja	92,1401	1,46984	16
	Total	92,1312	1,69423	80
delta E(2)	Soro	93,1398	1,38166	16
	Água	90,5936	1,94632	16
	Leite	91,7910	,64588	16
	Chá preto	91,7853	2,51157	16
	Cerveja	92,1882	1,74938	16
	Total	91,8996	1,90227	80

Anexo III – Descritivos I

Melo	Estadística	0,0000	0,0000
Soro	Méda	92,4750	35902
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,4750	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	92,4278	
	Mediana	92,2000	
	Variança	2,973	
	Erro Padrão	1,43688	
	Mínimo	90,40	
	Máximo	95,40	
	Amplitude	5,00	
	Amplitude interquanti	1,75	
	Assimetria	0,79	564
	Curtose	0,21	1,091
Água	Méda	91,9375	59630
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,0985	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,8801	
	Mediana	92,1000	
	Variança	5,809	
	Erro Padrão	2,36509	
	Mínimo	84,20	
	Máximo	94,60	
	Amplitude	10,40	
	Amplitude interquanti	2,30	
	Assimetria	-2,94	564
	Curtose	6,159	1,091
Leite	Méda	92,9438	26394
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,5563	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	92,8275	
	Mediana	93,1500	
	Variança	1,115	
	Erro Padrão	1,05078	
	Mínimo	91,40	
	Máximo	95,50	
	Amplitude	4,10	
	Amplitude interquanti	1,38	
	Assimetria	0,53	564
	Curtose	0,63	1,091

Anexo IV – Descritivos II

Chá preto	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	91,7625	52344
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,8732	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,7528	
	Mediana	91,7500	
	Variança	4,334	
	Erro Padrão	2,05728	
	Mínimo	88,60	
	Máximo	95,10	
	Amplitude	6,50	
	Amplitude interquanti	3,50	
	Assimetria	1,83	564
	Curtose	1,081	1,091
Cerveja	Méda	92,1125	26155
	95% de intervalo de Confiança para Méda	91,5550	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	92,6700	
	Mediana	92,1638	
	Variança	92,1500	
	Erro Padrão	1,085	
	Mínimo	1,04918	
	Máximo	99,50	
	Amplitude	93,80	
	Amplitude interquanti	4,30	
	Assimetria	1,38	564
	Curtose	-544	1,091
Soro	Méda	1,486	06200
	95% de intervalo de Confiança para Méda	2,375	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	1,614	
	Mediana	3,000	
	Variança	1,50	
	Erro Padrão	1,2247	
	Mínimo	-0,40	
	Máximo	1,80	
	Amplitude	2,20	
	Amplitude interquanti	0,37	
	Assimetria	-1,83	564
	Curtose	3,93	1,091

Anexo V – Descritivos III

Água	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	91,7625	2188
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,8732	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,7528	2284
	Mediana	91,7500	2000
	Variança	4,334	124
	Erro Padrão	2,05728	32255
	Mínimo	88,60	-50
	Máximo	95,10	80
	Amplitude	6,50	1,30
	Amplitude interquanti	3,50	55
	Assimetria	1,83	-125
	Curtose	1,081	-873
Leite	Méda	92,1125	1500
	95% de intervalo de Confiança para Méda	91,5550	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	92,6700	3251
	Mediana	92,1638	1278
	Variança	92,1500	2000
	Erro Padrão	1,085	-108
	Mínimo	1,04918	32863
	Máximo	99,50	20
	Amplitude	93,80	80
	Amplitude interquanti	4,30	1,10
	Assimetria	1,38	1,616
	Curtose	-544	1,980
Chá preto	Méda	1,486	3813
	95% de intervalo de Confiança para Méda	2,375	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	1,614	-0371
	Mediana	3,000	3914
	Variança	1,50	3000
	Erro Padrão	1,2247	616
	Mínimo	-0,40	-80
	Máximo	1,80	2,10
	Amplitude	2,20	2,90
	Amplitude interquanti	0,37	1,05
	Assimetria	-1,83	693
	Curtose	3,93	-104

Anexo VI – Descritivos IV

Cerveja	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	3813	08427
	95% de intervalo de Confiança para Méda	2016	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	3736	
	Mediana	3500	
	Variança	114	
	Erro Padrão	33708	
	Mínimo	-20	
	Máximo	1,30	
	Amplitude	1,30	
	Amplitude interquanti	52	
	Assimetria	384	564
	Curtose	151	1,091
Soro	Méda	4,8000	31872
	95% de intervalo de Confiança para Méda	5,0783	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	4,3778	
	Mediana	4,8000	
	Variança	1,825	
	Erro Padrão	1,27489	
	Mínimo	2,90	
	Máximo	6,30	
	Amplitude	3,40	
	Amplitude interquanti	2,55	
	Assimetria	385	564
	Curtose	-1,437	1,091
Água	Méda	4,3875	28561
	95% de intervalo de Confiança para Méda	4,9663	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	4,8023	
	Mediana	4,5500	
	Variança	1,305	
	Erro Padrão	1,14244	
	Mínimo	2,10	
	Máximo	6,40	
	Amplitude	4,30	
	Amplitude interquanti	1,73	
	Assimetria	-1,71	564
	Curtose	-209	1,091

Anexo VII – Descritivos V

Leite	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	4,4838	28136
	95% de intervalo de Confiança para Méda	3,8480	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	4,3931	
	Mediana	4,2500	
	Variança	1,287	
	Erro Padrão	1,12544	
	Mínimo	3,00	
	Máximo	6,80	
	Amplitude	3,80	
	Amplitude interquanti	2,02	
	Assimetria	458	564
	Curtose	-813	1,091
Chá preto	Méda	4,4187	19984
	95% de intervalo de Confiança para Méda	3,9028	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	4,4264	
	Mediana	4,5000	
	Variança	0,90	
	Erro Padrão	0,9535	
	Mínimo	3,10	
	Máximo	5,60	
	Amplitude	2,50	
	Amplitude interquanti	1,40	
	Assimetria	-0,925	564
	Curtose	-1,285	1,091
Cerveja	Méda	4,3983	20056
	95% de intervalo de Confiança para Méda	3,7138	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	4,8787	
	Mediana	4,3069	
	Variança	3,6500	
	Erro Padrão	1,9154	
	Mínimo	1,0742	
	Máximo	2,70	
	Máximo	5,90	
	Amplitude	3,20	
	Amplitude interquanti	1,95	
	Assimetria	184	564
Curtose	-1,593	1,091	

Anexo VIII – Descritivos VI

Soro	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	91,7625	51781
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,8732	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,7625	
	Mediana	92,4000	
	Variança	4,295	
	Erro Padrão	2,07122	
	Mínimo	87,90	
	Máximo	94,50	
	Amplitude	6,60	
	Amplitude interquanti	3,45	
	Assimetria	1,75	564
	Curtose	-584	1,091
Água	Méda	92,5125	38121
	95% de intervalo de Confiança para Méda	91,7000	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	92,5250	
	Mediana	92,4000	
	Variança	2,325	
	Erro Padrão	1,52485	
	Mínimo	89,80	
	Máximo	95,00	
	Amplitude	5,20	
	Amplitude interquanti	2,63	
	Assimetria	214	564
	Curtose	-732	1,091
Leite	Méda	91,7625	45277
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,8732	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,6587	
	Mediana	91,8000	
	Variança	1,011	
	Erro Padrão	1,74108	
	Mínimo	89,60	
	Máximo	94,40	
	Amplitude	6,80	
	Amplitude interquanti	1,80	
	Assimetria	1,880	564
	Curtose	2,228	1,091

Anexo IX – Descritivos VII

Chá preto	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	91,9642	43950
	95% de intervalo de Confiança para Méda	91,0200	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,8458	
	Mediana	91,5000	
	Variança	3,035	
	Erro Padrão	1,74202	
	Mínimo	88,10	
	Máximo	96,80	
	Amplitude	7,70	
	Amplitude interquanti	2,22	
	Assimetria	1,303	564
	Curtose	3,209	1,091
Cerveja	Méda	91,9375	36864
	95% de intervalo de Confiança para Méda	92,7194	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	91,9684	
	Mediana	91,7500	
	Variança	2,153	
	Erro Padrão	1,46737	
	Mínimo	89,20	
	Máximo	94,10	
	Amplitude	4,90	
	Amplitude interquanti	2,42	
	Assimetria	-0,21	564
	Curtose	-728	1,091
Soro	Méda	1,1550	09196
	95% de intervalo de Confiança para Méda	0,9191	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	1,667	
	Mediana	3,000	
	Variança	1,13	
	Erro Padrão	36423	
	Mínimo	-50	
	Máximo	1,00	
	Amplitude	1,50	
	Amplitude interquanti	0,58	
	Assimetria	229	564
	Curtose	575	1,091

Anexo X – Descritivos IX

Água	Estadística	0,0000	0,0000
Méda	Méda	3313	12238
	95% de intervalo de Confiança para Méda	8704	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	3236	
	Mediana	2000	
	Variança	240	
	Erro Padrão	48952	
	Mínimo	-30	
	Máximo	1,10	
	Amplitude	1,40	
	Amplitude interquanti	0,83	
	Assimetria	439	564
	Curtose	1,256	1,091
Leite	Méda	7603	14871
	95% de intervalo de Confiança para Méda	4371	
	Limite inferior		
	Limite superior		
	5% da méda aparada	7488	
	Mediana	8000	
	Variança	359	
	Erro Padrão	58885	
	Mínimo	-20	
	Máximo	1,90	
	Amplitude	2,10	
	Amplitude interquanti	90	
	Assimetria	151	564
	Curtose	-405	1,091
Chá preto	Méda	5750	13339
	95% de intervalo de Confiança para Méda	2907	
	Limite inferior		

Anexo XII – Descritivos XI Anexo XII – Descritivos XI Anexo XIII – Descritivos XII

Produto	Métrica	Valor	Limite inferior	Limite superior	
Leite	Média	4,2563	3,7177	4,7948	
	95% de intervalo de Confiança para Média	4,2347	3,7177	4,7948	
	5% da média aparada	4,3009			
	Mediana	1,021			
	Variança	1,01059			
	Erro Padrão	1,0054			
	Mínimo	2,70			
	Máximo	8,20			
	Amplitude	5,50			
	Amplitude interquartil	1,40			
	Assimetria	306	564		
	Curiose	-482	1,091		
	Chá preto	Média	6,0188	5,4228	6,6147
		95% de intervalo de Confiança para Média	5,9971	5,4228	6,6147
5% da média aparada		6,0375			
Mediana		5,8000			
Variança		1,251			
Erro Padrão		1,1048			
Mínimo		4,10			
Máximo		7,60			
Amplitude		3,50			
Amplitude interquartil		1,70			
Assimetria		-111	364		
Curiose		-830	1,091		
Cerveja		Média	6,0188	5,4228	6,6147
		95% de intervalo de Confiança para Média	5,9971	5,4228	6,6147
	5% da média aparada	6,0375			
	Mediana	6,1500			
	Variança	591			
	Erro Padrão	242			
	Mínimo	4,60			
	Máximo	7,20			
	Amplitude	2,60			
	Amplitude interquartil	1,30			
	Assimetria	-258	564		
	Curiose	-696	1,091		
	Soro	Média	93,0625	92,1613	93,9637
		95% de intervalo de Confiança para Média	93,0000	92,1613	93,9637
5% da média aparada		93,0000			
Mediana		93,0000			
Variança		91,961			
Erro Padrão		95,00			
Mínimo		91,00			
Máximo		95,00			
Amplitude		4,00			
Amplitude interquartil		2,33			
Assimetria		218	564		
Curiose		-687	1,091		
Água		Média	99,4562	98,4945	100,4179
		95% de intervalo de Confiança para Média	99,4562	98,4945	100,4179
	5% da média aparada	99,5514			
	Mediana	99,5500			
	Variança	3,898			
	Erro Padrão	1,9738			
	Mínimo	85,60			
	Máximo	93,60			
	Amplitude	8,00			
	Amplitude interquartil	2,50			
	Assimetria	-371	564		
	Curiose	1,472	1,091		
	Leite	Média	91,6625	91,1625	92,1625
		95% de intervalo de Confiança para Média	91,6625	91,1625	92,1625
5% da média aparada		91,7028			
Mediana		91,6500			
Variança		417			
Erro Padrão		561,19			
Mínimo		90,20			
Máximo		92,40			
Amplitude		2,20			
Amplitude interquartil		1,10			
Assimetria		-757	564		
Curiose		-356	1,091		
Chá preto		Média	91,4825	90,9445	92,0205
		95% de intervalo de Confiança para Média	91,4825	90,9445	92,0205
	5% da média aparada	91,5894			
	Mediana	91,9000			
	Variança	7,081			
	Erro Padrão	2,66105			
	Mínimo	85,60			
	Máximo	95,40			
	Amplitude	9,80			
	Amplitude interquartil	2,67			
	Assimetria	-334	564		
	Curiose	-878	1,091		
	Cerveja	Média	91,8063	91,8063	91,8063
		95% de intervalo de Confiança para Média	91,8063	91,8063	91,8063
5% da média aparada		91,7014			
Mediana		91,4500			
Variança		3,315			
Erro Padrão		1,82079			
Mínimo		89,10			
Máximo		96,40			
Amplitude		7,30			
Amplitude interquartil		2,68			
Assimetria		1,058	564		
Curiose		1,442	1,091		

Anexo XIV – Descritivos XIII Anexo XV – Descritivos XIV Anexo XVI – Descritivos XV

Produto	Métrica	Valor	Limite inferior	Limite superior	
Água	Média	6,623	6,048	7,198	
	95% de intervalo de Confiança para Média	6,623	6,048	7,198	
	5% da média aparada	6,623			
	Mediana	6,000			
	Variança	856			
	Erro Padrão	29,064			
	Mínimo	-50			
	Máximo	2,88			
	Amplitude	2,50			
	Amplitude interquartil	1,27			
	Assimetria	368	564		
	Curiose	-1,918	1,091		
	Leite	Média	4,000	3,489	4,511
		95% de intervalo de Confiança para Média	4,000	3,489	4,511
5% da média aparada		4,000			
Mediana		4,000			
Variança		349			
Erro Padrão		591,04			
Mínimo		-60			
Máximo		1,40			
Amplitude		2,00			
Amplitude interquartil		95			
Assimetria		955	564		
Curiose		-730	1,091		
Chá preto		Média	8,375	7,864	8,886
		95% de intervalo de Confiança para Média	8,375	7,864	8,886
	5% da média aparada	8,083			
	Mediana	6,950			
	Variança	496			
	Erro Padrão	704,15			
	Mínimo	-20			
	Máximo	2,40			
	Amplitude	2,60			
	Amplitude interquartil	1,18			
	Assimetria	689	564		
	Curiose	-915	1,091		
	Cerveja	Média	6,418	5,942	6,894
		95% de intervalo de Confiança para Média	6,418	5,942	6,894
5% da média aparada		6,418			
Mediana		6,500			
Variança		487			
Erro Padrão		52,625			
Mínimo		-30			
Máximo		1,70			
Amplitude		2,00			
Amplitude interquartil		88			
Assimetria		212	564		
Curiose		-1,923	1,091		
Soro		Média	3,1875	3,1775	3,2075
		95% de intervalo de Confiança para Média	3,1875	3,1775	3,2075
	5% da média aparada	3,1872			
	Mediana	3,3000			
	Variança	582			
	Erro Padrão	769,11			
	Mínimo	2,90			
	Máximo	5,90			
	Amplitude	3,00			
	Amplitude interquartil	85			
	Assimetria	2,091	564		
	Curiose	4,889	1,091		
	Água	Média	4,7813	4,2713	5,2913
		95% de intervalo de Confiança para Média	4,7813	4,2713	5,2913
5% da média aparada		4,8099			
Mediana		4,8000			
Variança		914			
Erro Padrão		305,64			
Mínimo		3,00			
Máximo		6,10			
Amplitude		3,10			
Amplitude interquartil		1,50			
Assimetria		388	564		
Curiose		-891	1,091		
Leite		Média	4,7427	4,3228	5,1626
		95% de intervalo de Confiança para Média	4,7427	4,3228	5,1626
	5% da média aparada	4,7542			
	Mediana	4,7000			
	Variança	599			
	Erro Padrão	771,12			
	Mínimo	3,40			
	Máximo	5,90			
	Amplitude	2,50			
	Amplitude interquartil	85			
	Assimetria	-408	564		
	Curiose	-208	1,091		
	Chá preto	Média	7,3963	6,8223	7,9703
		95% de intervalo de Confiança para Média	7,3963	6,8223	7,9703
5% da média aparada		7,0514			
Mediana		6,8000			
Variança		4,128			
Erro Padrão		2,03420			
Mínimo		5,50			
Máximo		13,70			
Amplitude		8,20			
Amplitude interquartil		2,20			
Assimetria		2,275	564		
Curiose		6,305	1,091		
Cerveja		Média	6,1500	5,7254	6,5746
		95% de intervalo de Confiança para Média	6,1500	5,7254	6,5746
	5% da média aparada	6,0167			
	Mediana	7,6500			
	Variança	3,911			
	Erro Padrão	1,73513			
	Mínimo	5,90			
	Máximo	12,80			
	Amplitude	6,90			
	Amplitude interquartil	1,85			
	Assimetria	1,273	564		
	Curiose	2,305	1,091		

Anexo XVII – Descritivos XVI

	N	Média	Erro Desvio	Erro Erro	Intervalo de confiança de 95% para média		Mínimo	Máximo	
					Limite inferior	Limite superior			
delta E(0)	Soro	16	92,5888	1,45741	,36435	91,8122	93,3654	90,54	95,58
	Água	16	91,7501	2,38184	,59546	90,4809	93,0193	84,30	94,72
	Leite	16	93,0569	1,06466	,26617	92,4896	93,6242	91,56	95,64
	Chá preto	16	91,8763	2,07947	,51987	90,7683	92,9844	88,79	95,18
	Cerveja	16	92,2203	1,05275	,26319	91,6593	92,7812	89,55	93,87
delta E(1)	Total	80	92,2985	1,72017	,19232	91,9157	92,6813	84,30	95,64
	Soro	16	91,8068	2,05275	,51319	90,7130	92,9007	88,09	94,59
	Água	16	92,6438	1,51244	,37811	91,8379	93,4498	89,96	95,11
	Leite	16	91,9027	1,73066	,43266	90,9805	92,8249	89,68	96,52
	Chá preto	16	92,1627	1,73530	,43382	91,2381	93,0874	89,38	97,09
delta E(2)	Cerveja	16	92,1401	1,46984	,36746	91,3569	92,9233	89,35	94,31
	Total	80	92,1312	1,69423	,18942	91,7542	92,5083	88,09	97,09
	Soro	16	93,1398	1,38166	,34541	92,4036	93,8761	91,11	95,89
	Água	16	90,5936	1,94632	,48658	89,5565	91,6307	85,83	93,65
	Leite	16	91,7910	,64588	,16147	91,4468	92,1351	90,33	92,47
Chá preto	Chá preto	16	91,7853	2,51157	,62789	90,4470	93,1236	86,11	95,57
	Cerveja	16	92,1882	1,74938	,43735	91,2560	93,1204	89,54	96,63
	Total	80	91,8996	1,90227	,21268	91,4763	92,3229	85,83	96,63