

Capítulo I - Enquadramento Temático

I - Enquadramento temático

O bem-estar de saúde geral e especificamente da saúde oral são fundamentais para o sucesso da prática desportiva. A hidratação pré, durante e pós competição são de extrema importância, principalmente no desporto de alta competição, pelo que se verifica um aumento acentuado do consumo de bebidas desportivas isotónicas, vulgarmente conhecidas no contexto desportivo por bebidas energéticas.^{1, 2} Estas bebidas apresentam um pH baixo, normalmente inferior a 5.5, limiar crítico abaixo do qual ocorre desmineralização do esmalte humano, aumentando o risco de susceptibilidade à cárie e/ou erosão dentária. Estes efeitos sobre a estrutura dentária são agravados pelo facto de se tratarem de bebidas tamponadas, cujo objetivo é manter o seu pH baixo após a ingestão para assim serem absorvidas mais rapidamente pelo organismo. Estas características das bebidas associadas ao aumento do refluxo gastroesofágico e à diminuição da secreção salivar que ocorrem durante a prática desportiva podem contribuir para a manutenção de um pH baixo durante mais tempo no interior da cavidade oral.³⁻⁵

O potencial erosivo depende não só de fatores químicos extrínsecos relacionados com a composição das bebidas (pH, tipo de ácido constituinte, adesividade à estrutura dentária e às superfícies dos materiais utilizados nas restaurações dentárias, concentração de iões cálcio, fosfato e flúor), bem como de fatores intrínsecos (saliva – fluxo e capacidade de tamponamento) e comportamentais (frequência, forma de ingestão e hábitos de higiene) relacionados com o próprio indivíduo.⁶⁻¹⁰

As resinas compostas e os sistemas adesivos constituem materiais de eleição para efectuar restaurações diretas adesivas e conservadoras, quer em dentes anteriores quer em dentes posteriores, sendo um dos tratamentos mais frequentemente realizados no consultório de medicina dentária.^{11, 12}

Existem vários estudos que documentam o potencial erosivo das bebidas desportivas na superfície dentária, provocando desmineralização do esmalte e conseqüente sensibilidade dentária.^{4, 10, 13-15} No entanto, tanto quanto foi possível escrutinar não existem estudos acerca dos seus efeitos sobre as restaurações em resina composta, particularmente ao nível das respetivas interfaces, que desempenham um papel crucial no sucesso clínico a médio e longo prazo.

Por conseguinte, o presente trabalho visa contribuir para o conhecimento do potencial efeito das bebidas desportivas sobre a superfície das restaurações dentárias, nomeadamente na sua degradação marginal e interfaces adesivas. Para o efeito foi estruturado em duas fases. A primeira fase consiste numa pesquisa e revisão bibliográfica abordando vários conceitos relacionados com estrutura dentária, erosão dentária, resinas compostas, sistemas adesivos e

hidratação no meio desportivo. A segunda fase do trabalho consiste numa investigação *in vitro* que visa estudar o efeito de algumas bebidas desportivas na superfície das restaurações bem como nas suas interfaces adesivas.

Capítulo II – Revisão Bibliográfica

II – Revisão bibliográfica

1. Tecidos dentários

Devido à importância que a composição dos diferentes tecidos dentários assume na etiopatogenia das lesões provocadas por substâncias ácidas, torna-se importante discriminar e compreender as suas especificidades de modo a enquadrar devidamente este trabalho.

Apesar de cada dente se desenvolver como uma identidade independente e de existirem diversos tipos de dentes morfológicamente distintos, variando a forma e tamanho de acordo com a sua função, o seu processo de desenvolvimento é basicamente semelhante, bem como a sua constituição e organização histológica. Anatomicamente, o órgão dentário apresenta duas porções distintas: coroa - extremidade livre e em contacto com a cavidade oral; raiz - intimamente relacionada com os tecidos de suporte e de sustentação. Estruturalmente cada dente é formado por um eixo central de tecido conjuntivo mineralizado designado por dentina, que é recoberto na porção coronal pelo esmalte e na porção radicular pelo cemento (figura 1). A dentina delimita um espaço central onde se encontra a polpa dentária, formando com esta uma importante unidade estrutural e funcional que se designa por complexo pulpo-dentinário.¹⁶

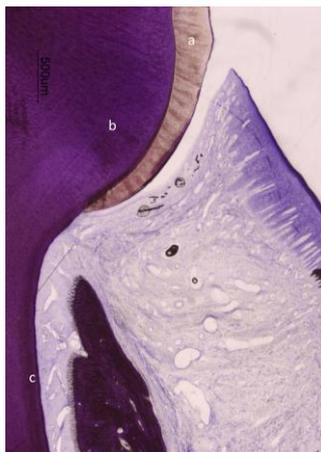


Figura 1 – Imagem histológica da estrutura dentária: a – esmalte; b – dentina; c – cemento. *Imagem cedida pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos*

1.1. Esmalte

O esmalte dentário maduro é o único tecido mineralizado de origem ectodérmica e constitui o tecido mais duro do organismo humano, recobrimdo, em condições fisiológicas, toda a

estrutura dentária exposta ao meio oral e revestindo toda a porção coronária da dentina - coroa clínica. O seu processo de formação ou amelogénese ocorre em duas fases: fase secretora e fase de maturação, sendo os ameloblastos as células especializadas na sua formação.^{16, 17}

O conteúdo inorgânico representa cerca de 96-97% do seu peso, sendo o restante constituído por uma matriz orgânica e água. Como o componente mineral pesa cerca de três vezes mais do que o componente orgânico, em termos de volume o conteúdo inorgânico representa 86%, a água 12% e a matriz orgânica apenas 2%.¹⁷ O conteúdo inorgânico é formado essencialmente por um fosfato de cálcio cristalino, unidade molecular de hidroxiapatite - $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ - também presente noutros tecidos como o osso, a cartilagem, a dentina e o cimento. No entanto, o que diferencia o esmalte dos restantes tecidos calcificados é o facto de este apresentar cristais mais extensos, a matriz orgânica não ser de natureza colagénica e ter origem ectodérmica. Iões como o flúor, magnésio ou estrôncio, se estiverem presentes durante a formação do esmalte, podem ser incorporados ou absorvidos posteriormente pelos cristais de hidroxiapatite. Estes cristais organizados formam estruturas prolongadas de forma hexagonal - prismas de esmalte - rodeados de esmalte interprismático, que os diferencia dos restantes tecidos onde também existe hidroxiapatite.¹⁶⁻¹⁸

A matriz orgânica do esmalte é formada apenas por proteínas de origem não colagénica denominadas proteínas de esmalte. Vários estudos acerca da síntese de proteínas do esmalte demonstraram que se tratam de polipeptídeos glicosados sintetizados e segregados pelos ameloblastos. A maioria das proteínas do esmalte (90%) constituem um grupo heterogéneo de proteínas de baixo peso molecular conhecidas como amelogeninas, com características hidrofóbicas e ricas em prolina, histidina e glutamina. As amelogeninas desenvolvem-se durante o estágio de secreção e regulam o crescimento do esmalte em espessura e largura. A família das não-amelogeninas constitui as restantes proteínas da matriz de esmalte (cerca de 10%), das quais fazem parte a ameloblastina, enamulina e tuftelina, entre outras. Acredita-se que sofrem um rápido processamento extracelular e não se acumulam no esmalte por longos períodos de tempo (semivida curta). Fazem ainda parte da matriz orgânica de esmalte dois grupos de proteinases que estão envolvidas no processamento extracelular e degradação das proteínas de esmalte: metaloproteinases (MMP), envolvidas no processamento de novas proteínas de esmalte, e a família das serina-proteinases que exercem funções principalmente durante o estadio de maturação. A investigação atual incide no papel destas moléculas na calcificação das proteínas do esmalte.^{18, 19}

A espessura de esmalte varia consideravelmente nas diferentes regiões do dente e entre os diversos tipos de dente. É maior (cerca de 2mm) nas zonas das cúspides e superfícies oclusais dos dentes posteriores e bordos incisais de dentes anteriores e menor nas margens cervicais, onde termina em bisel, e nas superfícies linguais dos incisivos inferiores.¹⁷

A composição das unidades elementares da hidroxiapatite varia da superfície para a profundidade de esmalte, podendo revelar implicações clínicas importantes. Assim, na zona da junção amelo-dentinária o esmalte apresenta maiores concentrações de sódio, magnésio e íons carbonato, enquanto ao nível do esmalte superficial encontram-se maiores concentrações de zinco e flúor. Outros íons podem ser encontrados na composição de esmalte, ainda que em menores concentrações, como alumínio, bário, cobre, estrôncio, enxofre, estanho e titânio.^{17, 19}

O esmalte apresenta alguma permeabilidade, o que explica a susceptibilidade dos cristais de hidroxiapatite à dissolução por ácidos, e é este fenómeno que está na base do processo de desenvolvimento de lesões de cárie e erosão dentária. A elevada dureza do esmalte é uma propriedade que lhe permite suportar as forças mecânicas exercidas durante a mastigação, tornando-o, contudo, mais frágil e susceptível à fratura. Em condições fisiológicas a sua integridade é mantida devido à elasticidade da dentina subjacente que o suporta. Assim, quando ocorre uma perda de dentina devido a lesões de cárie ou preparações cavitárias, permanecendo esmalte não ou mal suportado, este facilmente pode sofrer fratura.^{20, 21}

O esmalte é um tecido com um grau de translucidez elevado, sendo que quanto maior a sua mineralização, maior é a translucidez. Assim, os dentes podem apresentar uma cor maior croma nas zonas em que, devido à translucidez do esmalte, se observa a dentina subjacente. Pelo contrário, defeitos de mineralização de esmalte, localizados ou generalizados, apresentam-se como zonas mais opacas. Também os dentes decíduos, por apresentarem um esmalte menos mineralizado, são mais brancos e opacos do que os seus sucessores definitivos.¹⁷

O esmalte é um tecido sem vitalidade e sem capacidade de regeneração. Após completar a maturação todas as células ou prolongamentos celulares se perdem durante a erupção dentária, pelo que não ocorre qualquer formação de novo esmalte posteriormente.^{17, 18} Ao longo da vida, este tecido sofre alterações relacionadas com a espessura, cor, permeabilidade e resistência aos ácidos.¹⁸ A espessura do esmalte vai diminuindo com a idade devido a lesões de cárie, erosão, abrasão, atrição ou abfração. A diminuição da espessura bem como a pigmentação superficial provocam o seu escurecimento. Outra alteração importante é a diminuição da sua permeabilidade devido à diminuição da porosidade superficial característica do esmalte jovem, que vai sendo preenchida por novos íons ao longo da vida. Também a resistência aos ácidos pode aumentar com a idade devido à concentração de flúor no esmalte superficial por interação com a saliva e por exposições tóxicas de vários níveis, podendo desenvolver-se uma maior resistência à cárie dentária e erosão.^{17, 18}

1.2. Dentina

A dentina é um tecido conjuntivo mineralizado com origem embrionária a partir do ectomesênquima que constitui a papila do gérmen dentário. É o segundo tecido mais duro do órgão dentário, logo depois do esmalte, constituído maioritariamente por matéria inorgânica (70% do seu peso) e matéria orgânica (30% do seu peso). A matéria inorgânica é composta essencialmente por hidroxiapatite e a componente orgânica é formada essencialmente por colagénio tipo I e água. Em termos de volume, o conteúdo inorgânico representa 55%, o conteúdo orgânico 30% e a água 15%.^{22, 23}

Trata-se de um tecido hidrófilo, atravessado por túbulos dentinários que possuem uma extensão celular designada por processo odontoblástico, terminações nervosas e fluido extracelular. Na parede destes túbulos existe dentina mais mineralizada (dentina peritubular). Os espaços existentes entre os túbulos dentinários são preenchidos por uma dentina mais rica em fibras de colagénio (dentina intertubular).²²⁻²⁴

A matriz mineralizada forma-se a partir dos odontoblastos que segregam colagénio na junção amelo-dentinária e desenvolve-se de forma centrípeta. Os processos odontoblásticos, envoltos nos túbulos dentinários, integram a dentina tubular primária e secundária. A convergência dos túbulos dentinários em direcção à polpa confere à dentina uma organização estrutural única com relevantes implicações funcionais.²⁵

Existe uma relação direta entre a dentina e a polpa, desde a sua origem embriológica até à formação de uma unidade estrutural e funcional - complexo dentino-pulpar. A polpa consiste num tecido conjuntivo laxo confinado entre as paredes de dentina. Por sua vez, a dentina desenvolve-se a partir da polpa e está estreitamente relacionada com esta através de células odontoblásticas que são parte tanto da polpa dentária como do corpo dentinário. A sua relação é tão evidente que qualquer alteração fisiológica ou patológica num dos tecidos, traduz-se invariavelmente em alterações no outro. O complexo dentino-pulpar tem capacidade de se adaptar a uma variedade de estímulos, invocando respostas de defesa com o objetivo de manter a vitalidade pulpar.^{22, 25, 26}

De acordo com a origem, composição, estrutura e período de formação, a dentina pode classificar-se em primária, secundária e terciária.

Considera-se dentina primária a dentina produzida pelos odontoblastos durante o desenvolvimento do dente até à completa formação radicular. Na dentina primária encontram-se duas camadas distintas, a dentina do manto e a circumpulpar. A dentina do manto é uma camada superficial fina caracterizada pela proximidade à junção amelo-dentinária e pela ausência de dentina

peritubular e, em conjunto com a camada mais interna do esmalte aprismático, forma a junção amelo-dentinária.^{22, 26}

A dentina secundária ou fisiológica é produzida após a formação completa da raiz e da coroa. Apesar de se tratar de uma estrutura mais porosa, é dificilmente diferenciável da dentina primária devido à regularidade da disposição dos túbulos dentinários, existindo continuidade tubular entre a dentina primária e secundária. Assim, estas diferenças estruturais não se traduzem em consequências clínicas.^{22, 26}

A dentina terciária representa um mecanismo de defesa do órgão pulpo-dentinário na medida em que produz uma barreira de proteção adicional para a polpa. Pode ser classificada em dois subtipos: dentina reacional e dentina reparadora. A dentina terciária reacional é originada em resposta a agressões menores que levam a que os odontoblastos primários sejam estimulados para um nível de atividade secretora acima do fisiológico. Esta estimulação pode ocorrer por lesões de cárie e/ou por outros fatores fisiopatológicos tais como a abrasão, atrição, erosão, traumatismos ou mesmo preparações dentárias. As respostas a agressões mais severas, como a difusão de químicos através da dentina, a difusão de metabólitos bacterianos tóxicos através dos túbulos dentinários durante lesões de cárie de rápida progressão, o calor excessivo decorrente de técnicas operatórias ou exposições/proteções pulpares diretas, podem levar à perda/necrose dos odontoblastos primários. Assim, a produção de dentina terciária fica dependente da capacidade de diferenciação de algumas células pulpares em odontoblastos secundários. A dentina terciária reparadora formada tem geral e inicialmente um padrão tubular irregular e descontínuo comparativamente ao observado na dentina primária e secundária, tendo assim algumas implicações clínicas.^{26, 27}

A polpa é considerada como um tecido conjuntivo laxo constituído por vários tipos de células, substância amorfa, fibras, vasos sanguíneos e linfáticos e nervos. A maioria das células pulpares presentes são fibroblastos e células mesenquimatosas indiferenciadas, com capacidade para se diferenciarem em células especializadas, como as células odontoblastóides.^{16-18, 26}

1.3. Cimento

O cimento é o tecido mineralizado que reveste e protege a dentina na sua porção radicular sendo o menos duro e mineralizado dos três tecidos duros dentários. O conteúdo mineral ocupa aproximadamente 65% do seu peso, a matriz orgânica constitui 23% e a água 12%. É um tecido conjuntivo especializado que tem muitas semelhanças estruturais com o osso compacto, diferindo deste por ser um tecido avascular. O cimento fornece um meio de fixação das fibras periodontais

ao dente de forma semelhante àquela pela qual se inserem no osso alveolar. Forma uma camada fina na região cervical da raiz e aumenta em espessura apicalmente. Histologicamente distingue-se um tipo de cimento celular (geralmente encontrado na metade coronária) e um cimento acelular (geralmente encontrado na metade apical da raiz).^{16, 17}

Como no osso e na dentina, a porção mineral do cimento é constituída por cálcio e fosfato presentes principalmente sob a forma de hidroxiapatite, cristais estes que são de menor tamanho que os de esmalte e dentina. Além destes, vários elementos vestigiais podem ser encontrados, dos quais o flúor é o mais importante, presente principalmente à superfície do cimento. A matriz orgânica é formada por fibras de colagénio que constituem uma rede fibrosa semelhante à matriz orgânica do tecido ósseo. A superfície do cimento junto ao ligamento periodontal é revestida por uma camada fina de células cubóides designadas por cementoblastos, responsáveis pela formação do cimento, produção de colagénio e dos componentes da substância fundamental. Quando os cementoblastos ficam aprisionados na matriz mineralizada designam-se por cementócitos, permanecendo alojados em lacunas, de modo análogo ao que ocorre com os osteócitos do tecido ósseo.^{16, 17}

A junção cimento-esmalte (ou amelo-cementária), que determina a separação anatômica entre a coroa e a raiz do dente, possui elevada importância clínica e pode exibir três aspectos morfológicos distintos: 1 - o cimento alcança o esmalte sem o recobrir (cerca de 30% dos casos); 2 - o esmalte e o cimento não contactam entre si, permanecendo uma zona de exposição dentinária, o que ocorre quando a bainha epitelial de Hertwig não se desintegra (cerca de 10% dos casos); 3 - o cimento recobre parte do esmalte, o que ocorre quando os restos do epitélio dentário reduzido se desintegram, levando os cementoblastos a formarem cimento sobre o esmalte (cerca de 60% dos casos).¹⁶⁻¹⁸

2. Erosão dentária

2.1. Definição e considerações clínicas

A erosão dentária pode ser definida como a perda progressiva de tecidos duros dentários superficiais através da sua dissolução química (por ácidos) sem envolvimento de bactérias.⁷ Trata-se de uma condição multifatorial, dependendo da interação de fatores químicos, biológicos e comportamentais, tendo um efeito cumulativo ao longo da vida.¹⁰

Clinicamente, as lesões provocadas pela erosão dentária caracterizam-se pela perda do brilho normal do esmalte, em consequência da destruição progressiva da sua camada mais superficial e calcificada, deixando transparecer a dentina que é mais opaca e amarelada (figura 2). Numa fase inicial do processo erosivo os bordos incisais dos dentes anteriores podem apresentar-se mais finos e transparentes. Manchas brancas e alisamento ou inversão das cúspides dos dentes posteriores podem ocorrer com frequência, sendo que em casos mais graves toda a morfologia oclusal pode desaparecer e, caso existam restaurações, estas podem salientar-se do nível das superfícies dentárias (figura 3).^{10, 28, 29}



Figura 2 – Imagens de erosão das faces vestibulares e palatinas e de cúspides de oclusais.
Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos.

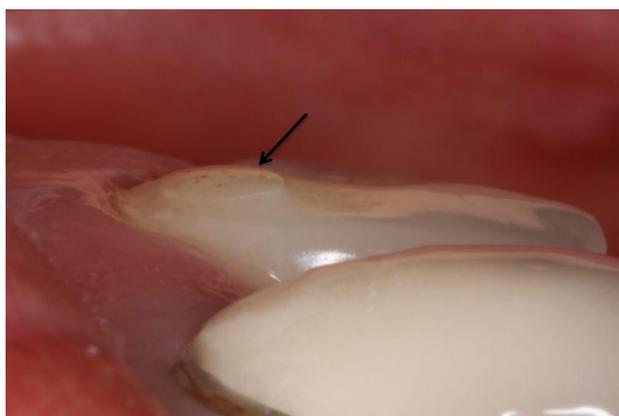


Figura 3 – Restauração dentária saliente da superfície dentária (seta) devido à erosão dos tecidos dentários circundantes. *Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos.*

O diagnóstico clínico de erosão é essencialmente visual. No entanto, o diagnóstico diferencial com outras lesões que provocam desgaste de tecidos dentários (abrasão, atrição, abfração) nem sempre é fácil, sendo fundamental uma correta história clínica. Idealmente, estas lesões devem ser diagnosticadas quando ainda estão confinadas ao esmalte dentário. Todavia, em muitos casos só são identificadas quando já envolvem a dentina, pelo que o conhecimento dos

fatores etiológicos é fundamental para a implementação de medidas preventivas com o objetivo de impedir o aparecimento de lesões erosivas ou evitar a progressão das lesões já existentes.^{8, 10, 30} Ao longo dos tempos têm sido propostos vários índices para a classificação da erosão dentária, não só utilizados como uma válida ferramenta académica mas também no uso clínico diário para rastreio, diagnóstico, tratamento e classificação do potencial erosivo de cada paciente. Bartlett *et al* criaram e publicaram um índice de classificação para a erosão dentária (BEWE – *Basic Erosive Wear Examination*), em que estabeleceram quatro graus de gravidade para a perda de tecido dentário por erosão: grau 0 – sem perda de esmalte superficial; grau 1 – início de perda da textura superficial de esmalte; grau 2 – defeito distinto a envolver dentina, com perda de tecido duro menor que 50% da área de superfície; grau 3 – perda de tecido duro maior ou igual que 50% da área de superfície. Este exame é aplicado em todos os dentes num sextante mas só a superfície com maior grau de severidade representa o valor desse sextante. O somatório dos valores dos seis sextantes determina o risco de potencial erosivo individual. Os autores sugerem ainda um plano de tratamento para cada nível de erosão, que inclui a identificação e desenvolvimento de estratégias de eliminação do fator de risco principal, prevenção e monitorização da situação, bem como outras intervenções quando necessárias.³¹

Atualmente não existe grande consenso sobre a validade de critérios para definir e classificar a perda de tecido dentário por erosão, abrasão e atrição, bem como o que é aceite como fisiológico (perda de tecido em relação com a idade) ou patológico.³²⁻³⁴

2.2. Etiopatogenia

A etiologia da erosão dentária relaciona-se com uma série de fatores de origem intrínseca, extrínseca e/ou idiopática, que levam à exposição da superfície dentária a ácidos (exposição ambiental, comidas e bebidas acidificadas, refluxo gastroesofágico).³⁵ O grau de gravidade da erosão dentária resulta da interação de diversos fatores, incluindo as propriedades químicas, a frequência e o método de contacto entre o ácido e a superfície dentária, bem como da eficácia dos mecanismos protetores da cavidade oral, incluindo a composição e o fluxo salivar, a capacidade tampão, o tipo de película formada e a anatomia dentária individual.^{36, 37}

A erosão é um fenómeno químico que ocorre quer pela ação direta dos iões hidrogénio resultantes da dissolução de um ácido que atuam sobre os cristais minerais da estrutura dentária e se combinam com os iões carbonato e fosfato, quer pelo efeito quelante do próprio ácido que consiste na formação de complexos entre os aniões resultantes da dissolução do ácido e o cálcio

das estruturas dentárias, provocando assim uma desmineralização direta sobre a superfície dentária.^{38, 39}

O processo erosivo varia com o tipo de ácido presente. No caso de ácidos inorgânicos, o risco de erosão é menor porque aquando da sua dissociação formam-se iões que não têm capacidade de efeito quelante. Porém, no caso de ácidos orgânicos, como por exemplo o ácido cítrico e o ácido acético, o efeito quelante é maior havendo uma interação mais complexa. No caso do ácido cítrico, em solução aquosa dissocia-se em iões hidrogénio, aniões ácidos (citratos) e moléculas ácidas não dissociadas, sendo a concentração de cada um dependente do valor da constante de dissociação do ácido (pKa) e do pH da solução. Os iões hidrogénio atuam sobre os cristais minerais da estrutura dentária como anteriormente descrito. Para além deste efeito, também os aniões citrato formam complexos com o cálcio (citrato de cálcio), aumentando assim a sua remoção da estrutura dentária. Este efeito quelante será tanto maior quanto maiores as forças de ligação dos aniões ao cálcio dos cristais de hidroxiapatite. Por esta razão, ácidos como o ácido cítrico possuem uma dupla ação potencialmente erosiva para a estrutura dentária (figura 4). O ácido fosfórico, pelo contrário, também presente em algumas bebidas acidificadas, atua apenas pela ação dos iões hidrogénio.^{8, 9, 38, 40}



Figura 4 – Erosão das faces vestibulares provocadas por limão (ácido cítrico).
Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos.

Quando uma solução ácida é ingerida na cavidade oral e contacta com o esmalte, difunde-se pela película adquirida, para só depois interagir diretamente com o tecido dentário. A película adquirida comporta-se como um biofilme e apresenta-se como uma película orgânica isenta de bactérias que recobre os tecidos dentários duros. É formada por mucinas, glicoproteínas e algumas enzimas. Esta película é constantemente renovada e o seu efeito protetor relativamente à erosão é

justificado pela sua função de barreira de difusão ou membrana semipermeável, protegendo a superfície dentária contra os ataques diretos dos ácidos, reduzindo também a taxa de dissociação da hidroxiapatite.^{10, 38}

Após a ingestão de bebidas ou alimentos ácidos e apesar da descida do pH da cavidade oral, pode ocorrer remineralização das estruturas dentárias. Os iões cálcio e fosfato presentes na saliva ou provenientes de outras fontes podem promover a remineralização. Se estiverem presentes iões flúor em quantidade suficiente forma-se à superfície um novo agregado mineral, fluorapatite, mais resistente ao potencial erosivo dos ácidos. O efeito de tamponamento da saliva pode não ser suficiente quando a ingestão de ácidos é acentuada e repetida, principalmente no caso do ácido cítrico.^{38, 41, 42}

A forma exata como se desenvolve a erosão dentária ainda não é totalmente conhecida. No entanto, são necessários vários fatores para que possa ocorrer. A erosão dentária pode classificar-se de acordo com a sua etiologia em idiopática, extrínseca e intrínseca, consoante a origem dos ácidos responsáveis pela perda de tecidos duros sejam de origem desconhecida, exógena ou endógena, respetivamente.^{10, 28}

A erosão dentária idiopática resulta do contacto com ácidos de origem desconhecida, cuja história clínica cuidada e minuciosa não consegue estabelecer uma relação causal com as lesões existentes.¹⁰

A erosão intrínseca resulta do contacto das superfícies dentárias com ácidos do conteúdo gástrico, originado por refluxo gastroesofágico ou por patologias associadas a vômitos persistentes (bulimia). O ácido clorídrico presente no conteúdo gástrico, cujo pH varia de 1 a 1.5, é o principal responsável pelo aparecimento destas lesões de erosão do esmalte, cujo pH crítico é 5.5 e abaixo do qual pode ocorrer dissolução do esmalte dentário. Geralmente este tipo de lesões localiza-se nas superfícies palatinas ou linguais dos dentes anteriores, principalmente nos dentes superiores (figura 5).^{6, 10}



Figura 5 – Erosão das faces palatinas em paciente com história de bulimia.
Imagem cedida pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos.

Dada a etiologia multifatorial da erosão dentária, é importante estabelecer a relação entre os diferentes fatores predisponentes biológicos, químicos e comportamentais.¹⁰

Fatores biológicos:⁴³

- Saliva: fluxo, composição química e efeito tampão; atua diretamente sobre os agentes erosivos através da sua diluição, neutralização ou tamponamento, importância na formação da película adquirida e função de remineralização dos tecidos duros dentários.
- Película adquirida: composição, grau de maturação e espessura; comporta-se como um biofilme e apresenta-se como uma barreira semipermeável, orgânica, isenta de bactérias, que recobre os tecidos duros dentários.
- Composição e tipo de substrato: a erosão do esmalte envolve uma desmineralização inicial da superfície seguida de uma perda irreversível da estrutura dentária desmineralizada; na dentina, a ação dos ácidos pode remover o seu conteúdo inorgânico, mas o mesmo não acontece com o conteúdo orgânico, funcionando este como uma barreira à difusão dos ácidos, tornando o processo mais lento.
- Anatomia dentária e oclusão.
- Anatomia dos tecidos moles e sua relação com os dentes.
- Movimentos fisiológicos dos tecidos moles.

Fatores químicos:⁹

- pH e capacidade tampão do agente erosivo.
- Tipo de ácido (orgânico/inorgânico) e constante de dissociação pKa.
- Adesão do agente à superfície dentária.
- Propriedades quelantes do agente.
- Concentração de cálcio, fosfato e flúor.

Fatores comportamentais:⁴⁴

- Hábitos alimentares de risco.
- Dietas ricas em vegetais e frutos ácidos.
- Estilos de vida pouco saudáveis: consumo de drogas sintéticas.
- Alcoolismo.
- Consumo excessivo de alimentos e bebidas ácidas.
- Higiene oral incorreta.

Sendo a erosão dentária uma patologia com origem multifatorial, torna-se essencial conhecer os diferentes fatores predisponentes e a sua interação, conhecer as diferenças de susceptibilidade individual através de uma cuidada história clínica, para assim poder programar as respetivas abordagens terapêuticas.

As bebidas desportivas, acidificadas e tamponadas, com consumo crescente nos últimos anos, constituem o fator extrínseco mais importante e são objecto de vários estudos *in vitro* e *in situ*.^{5, 8, 10, 45} O potencial erosivo das bebidas desportivas depende de vários parâmetros, incluindo pH, capacidade tampão e concentração de iões cálcio e fosfato.^{46, 47} Para alguns autores, a capacidade tampão é a característica que mais influencia o potencial erosivo.⁴⁸

Em suma, as estratégias de abordagem e tratamento das lesões erosivas, podem esquematizar-se do seguinte modo:⁴⁹

- Identificação dos fatores etiológicos:
 - Condições médicas – refluxo gastroesofágico, vômito crónico (anorexia e bulimia nervosa), alcoolismo.
 - Alimentação desadequada – ingestão excessiva de bebidas ácidas, uso continuado de biberão ao deitar.
 - Utilização prolongada de medicamentos ácidos.
 - Exposição ocupacional a ambientes ácidos – exposição a fumos ou aerossóis como o caso de trabalhadores nas indústrias de baterias e de fertilizantes, nadadores profissionais, enólogos.
 - Uso de drogas ilegais – cocaína, *ecstasy*.
 - Lactovegetarianos.
 - Procedimentos de higiene oral agressivos.

- Prevenção e controlo:
 - Diagnóstico precoce e monitorização.
 - Tratamento das doenças subjacentes.
 - Utilização de agentes remineralizantes – aplicação tópica de flúor.
 - Utilização de agentes neutralizantes – antiácidos (bicarbonato de sódio).
 - Método de ingestão das bebidas ácidas – utilização de “palhinhas” de sucção, deglutição rápida da bebida.
 - Utilização de mecanismos protetores – goteiras de proteção.

- Proteção e tratamento dos tecidos perdidos:
 - Aplicação de sistemas adesivos para proteção da dentina exposta.

- Restaurações adesivas com resinas compostas.
 - Coroas de recobrimento total em casos mais severos.
-
- Controlos regulares

3. Restaurações dentárias

A Dentisteria Operatória é a área da medicina dentária responsável pelo tratamento conservador e restaurador de tecidos dentários perdidos, sejam eles por cárie ou qualquer outra etiologia, com o objetivo de manutenção e/ou melhoria da função e da estética dentária, da qual fazem parte uma panóplia de tratamentos. O desenvolvimento dos procedimentos restauradores adesivos e conservadores com resinas compostas e cerâmicas ao longo das últimas décadas têm permitido resultados estéticos e funcionais com elevados níveis de sucesso a médio e longo prazo.^{11, 12}

3.1. Sistemas adesivos

O desenvolvimento de materiais e técnicas adesivas permitem a realização de procedimentos conservadores, limitando a remoção ao tecido dentário afetado e preservando tecido dentário saudável. Apesar dos desenvolvimentos significativos dos sistemas adesivos, a interface adesiva continua a ser uma zona sensível das restaurações dentárias, sendo fundamental a sua integridade para a longevidade dos procedimentos restauradores.^{50, 51}

O conceito de dentisteria restauradora adesiva surgiu em 1955 por Buonocore ao apresentar a técnica de condicionamento ácido para promoção da adesão ao esmalte, preconizando a utilização de ácido fosfórico a 85% para aumentar a retenção da resina acrílica no esmalte.^{24, 52} Posteriormente, no final da década de 70, Fusayama introduziu o conceito de condicionamento ácido total, ou seja, a aplicação simultânea de ácido no esmalte e na dentina por forma a melhorar a retenção dos materiais restauradores.⁵³ Em 1982, Nakabayashi introduziu um novo conceito que denominou “camada híbrida”, definindo-a como uma capa relativamente impermeável e resistente, formada pela matriz orgânica da dentina desmineralizada infiltrada por prolongamentos de monómeros de resina dos sistemas adesivos.⁵⁴

A evolução dos diversos sistemas adesivos, da sua composição e modo de atuação, tem sugerido uma tendência comercial para a simplificação, ou seja, a utilização de adesivos mais simples e rápidos de utilizar pelo médico dentista.

Uma das classificações dos sistemas adesivos divide-os de acordo com a forma como interagem com a *smear layer* (camada de detritos orgânicos e inorgânicos provenientes da manipulação dos tecidos dentários, quer com instrumentos rotatórios quer manuais) e com o número de passos clínicos necessários para a sua aplicação. Assim, os sistemas adesivos podem ser do tipo condicionar e lavar (*etch&rinse*) que removem por completo a *smear-layer*, ou do tipo autocondicionantes (*self-etch*) que incorporam a *smear layer*.⁵⁵⁻⁵⁷ A metodologia de condicionar e lavar pode atuar em dois ou três passos e envolve a utilização prévia de um ácido sob a forma de gel sobre o esmalte e a dentina (geralmente o ácido ortofosfórico a entre 35 e 37%) com o objetivo de desmineralização dos cristais de hidroxiapatite superficiais e remoção da *smear layer*. Nos sistemas de três passos, o condicionamento ácido e lavagem são seguidos pela aplicação de um *primer* e por fim pela aplicação de uma resina hidrofóbica. Nos sistemas do tipo condicionar e lavar de dois passos, o *primer* e a resina estão combinados num só frasco.⁵⁶⁻⁵⁸

Na metodologia autocondicionante os sistemas adesivos dispensam a aplicação de um ácido prévia e separadamente, bem como a respetiva lavagem, utilizando, ao invés monómeros acídicos no seu próprio conteúdo. Os adesivos autocondicionantes podem ser classificados também de acordo com o número de passos de utilização. Assim, nos de dois passos primeiro aplicam-se os *primers* acídicos, contendo os monómeros que condicionam e preparam os substratos, seguidos da aplicação de uma resina hidrofóbica em separado (*two-bottle/two-step*). Os sistemas de aplicação em um só passo, podem apresentar o *primer* e a resina hidrofóbica em frascos separados que requerem a mistura prévia à sua aplicação (*two-bottle/one-step*) ou podem combinar todos estes componentes num só frasco sem necessidade de mistura prévia e serem aplicados diretamente nos substratos num só passo (*one bottle/one-step*).⁵⁶⁻⁵⁹

Recentemente foram introduzidos no mercado os sistemas adesivos universais ou multimodo cuja principal particularidade é poderem ser utilizados segundo diferentes estratégias de adesão, ou seja, como sistemas do tipo condicionar e lavar, como sistemas autocondicionantes ou como sistemas que utilizam o condicionamento seletivo do esmalte; podem ainda ser utilizados numa grande variedade de substratos. No entanto, existe pouca literatura sobre o desempenho destes adesivos.^{60, 61}

Como ressalva histórica, pouco científica e mais comercial, o desenvolvimento dos sistemas adesivos permite a sua classificação cronológica através de gerações. Assim, os sistemas adesivos podem ser classificados em sete gerações sendo que os adesivos das três primeiras gerações já não são comercializados atualmente:

- Primeira geração: primórdios dos adesivos, surgiram com os trabalhos de Buonocore em 1956, utilizando glicerol fosfato dimetacrilato (GPDM) que se ligaria à dentina após condicionamento com ácido clorídrico. Mais tarde Bowen desenvolveu o primeiro adesivo comercializado constituído por um “co-monómero de superfície ativa”, o N-fenilglicina glicidil metacrilato (NPG-GMA), que se ligava ao cálcio por quelação. Mais tarde, foi descoberto que de facto não existia qualquer ligação iónica entre o NPG-GMA e a hidroxiapatite.^{52, 55, 62}
- Segunda geração: desenvolvidos em 1978, eram éster-fosfatos constituídos por 2-hidroxietil metacrilato (HEMA) e 2-metacriloxietil fenil hidrogenofosfato (Fenil-P) em solução de etanol, que se baseavam na adesão direta ao cálcio da *smear layer*, levando a forças de adesão muito fracas.^{55, 63}
- Terceira geração: baseavam-se na modificação ou remoção da *smear layer* e foi introduzido depois do aparecimento do conceito de condicionamento ácido por Fusayama, com o objecto de remover toda a *smear layer* e obter retenções micromecânicas podendo o adesivo infiltrar-se pelos túbulos dentinários abertos. Eram compostos por HEMA e 10-MDP (10 metacriloxidecil dihidrogenofosfato) e não obtiveram os resultados esperados por causarem reacções pulpares inflamatórias e devido às forças de adesão não serem tão elevadas quanto o esperado. Assim, surgiu o conceito de modificação da *smear layer*, através da introdução de *primers* acídicos e uma resina hidrofóbica Bis-GMA (bisfenol A diglicidil metacrilato), condicionando e infiltrando simultaneamente a superfície dentinária, estando na base dos adesivos autocondicionantes.⁵⁵
- Quarta geração: são baseados no conceito de condicionamento ácido total ao esmalte e dentina, através de ácido fosfórico, seguido da aplicação de um *primer* que transforma a superfície hidrofílica em hidrofóbica, e depois pela aplicação de uma resina hidrofóbica que co-polimeriza com o *primer* impregnado na dentina. Estes adesivos constituem um avanço no que respeita à adesão à dentina, mantendo ainda hoje elevados resultados em estudos laboratoriais e grande desempenho clínico e durabilidade.^{55-57, 64}
- Quinta geração: incorporam o *primer* e a resina adesiva no mesmo frasco, simplificando a sua aplicação, sendo apenas efetuada em dois passos (condicionamento ácido e depois a aplicação do *primer* e resina adesiva).⁵⁷
- Sexta geração: são os denominados adesivos autocondicionantes que podem ser de dois passos (*primer* acídico e resina adesiva) ou de um passo mas constituídos por duas soluções que se misturam previamente.⁵⁷

- Sétima geração: são sistemas autocondicionantes cujos componentes estão contidos num só frasco (ácido, *primer* e resina adesiva), frequentemente designados por *all-in-one*.⁵⁷

A evolução dos sistemas adesivos tem caminhado no sentido da sua simplificação no modo de utilização, não significando que o desenvolvimento de uma nova geração corresponda a uma verdadeira melhoria na adesão à dentina.^{55, 57, 59}

3.2. Implicações clínicas

Os principais objetivos da técnica adesiva são não só manter a retenção da restauração mas também criar um bom selamento da interface resina-estrutura dentária, de modo a evitar a microinfiltração marginal, a sensibilidade pós-operatória, manter a vitalidade pulpar e aumentar a longevidade da restauração. O mecanismo básico de adesão ao esmalte e à dentina é essencialmente um processo de substituição dos minerais removidos dos tecidos dentários por monómeros de resina, que ao polimerizarem *in situ*, ficam mecanicamente retidos nos espaços criados. Dadas as diferentes características dos substratos, a adesão à dentina devido à sua heterogeneidade na composição e relação com o tecido pulpar, continua a ser um desafio, sendo a adesão ao esmalte mais consistente e previsível a longo prazo.^{55, 57, 65}

Nos sistemas adesivos do tipo condicionar e lavar, o condicionamento ácido dos tecidos dentários é efetuado com um gel de ácido fosfórico, com concentração variável de 30 a 40%, primeiro no esmalte e de seguida na dentina, por um período não inferior a 15 segundos no esmalte e não superior a 15 segundos na dentina. De seguida a superfície é lavada com spray de ar e água de modo a remover a *smear layer* e os precipitados formados entre o ácido e os cristais de cálcio e fosfato. O condicionamento ácido no esmalte remove uma pequena camada superficial de cerca de 10µm e cria uma zona porosa que pode estender-se aos 50µm de profundidade. Microscopicamente, o condicionamento ácido ao esmalte pode resultar em três padrões morfológicos distintos. O mais comum é o tipo I, que envolve a desmineralização dos centros dos prismas de esmalte preservando a periferia dos mesmos parcialmente intacta. O padrão do tipo II é exatamente o oposto ao do tipo I, ou seja, a periferia dos prismas de esmalte encontra-se dissolvida enquanto o núcleo se encontra praticamente intacto. O padrão do tipo III caracteriza-se pela desmineralização generalizada da superfície do esmalte, ou seja, do centro e da periferia dos prismas de esmalte.^{55, 66, 67}

Na superfície condicionada, após lavagem e secagem, é aplicada a resina que flui para as microporosidades e que após a sua polimerização, adere micromecanicamente ao esmalte através

da formação de macro e micro prolongamentos de resina (*resin tags*), formando forças de adesão na ordem dos 20 MPa.^{55, 68}

Na dentina, dada a sua natureza dinâmica com uma matriz orgânica composta essencialmente por colagénio do tipo I e por água, as técnicas de adesão são mais difíceis, sensíveis e menos previsíveis a longo prazo, relativamente ao esmalte. O condicionamento ácido com ácido fosfórico na dentina remove por completo a *smear layer*, dissolve a hidroxiapatite e desmineraliza a dentina intertubular numa profundidade de 3 a 5µm, permanecendo exposta uma rede de colagénio que possui baixa energia de superfície. Dissolve ainda a dentina peritubular, alargando a entrada dos túbulos de forma cónica, podendo alcançar os 6-7µm de profundidade. A presença de alguma água neste substrato assume então uma extrema importância na medida em que ajuda a estabilizar a dentina desmineralizada evitando o colapso da malha de colagénio. A remoção da *smear layer* por substâncias acídicas pode resultar num aumento de fluxo do fluido tubular para a superfície dentinária, elevando o grau de humidade e podendo interferir na qualidade da adesão uma vez que os *primers* e as resinas hidrofóbicas são muito sensíveis à presença de água.^{55, 69, 70} A remoção da *smear layer* pode ainda levar ao aumento da sensibilidade dentinária pós-operatória (movimento hidrodinâmico do fluido dentinário) e induzir algum grau de toxicidade na polpa dentária através da introdução de compostos tóxicos ou bactérias pelos túbulos dentinários.⁷¹

A rede de colagénio exposta funciona como uma rede com porosidades capaz de reter micromecanicamente a resina polimerizada *in situ*. A etapa de secagem da dentina após o condicionamento ácido e lavagem é crucial, pois se for exagerada pode levar ao colapso da rede de colagénio diminuindo a qualidade de adesão.^{71, 72} Inversamente, uma secagem insuficiente, deixando excesso de água na superfície dentinária, também condiciona uma deterioração da interface adesiva.⁷³ Dependendo do tipo de adesivo, da sua composição e forma de aplicação, a sensibilidade operatória desta fase de lavagem/secagem pode assumir níveis diferentes.⁷⁴

A variação regional na composição e estrutura da dentina leva a que a adesão dentinária seja afetada pela profundidade da preparação cavitária. Os valores de adesão são geralmente mais baixos à medida que a dentina se torna mais profunda, tornando a localização do substrato dentinário uma variável importante.⁷⁵ Também algumas situações patológicas podem provocar facilmente alterações na dentina que condicionam a eficácia dos sistemas adesivos, como é o caso de adesão em dentina esclerótica e dentina desmineralizada, em que os estudos revelam menores forças de adesão quando comparadas com dentina normal.⁷⁶⁻⁷⁸

De uma forma geral todas as metodologias adesivas têm por objetivo criar uma zona fundamental no processo de adesão dentária, denominada zona híbrida. No esmalte, foi descrita pela primeira vez por Nakabayashi e denominada “camada híbrida do esmalte” sendo formada pela interpenetração dos monómeros de resina nos espaços que circundam os prismas de esmalte

(macroprolongamentos) e por microprolongamentos de resina que envolvem os cristais de hidroxiapatite.^{54, 79, 80} Na dentina, a camada híbrida é formada pela penetração dos monómeros de resina pelos espaços da rede de colagénio após o condicionamento ácido ao nível da dentina intertubular (*resin tags*). Para além de constituir o mecanismo de adesão à dentina, permite o selamento da sua superfície. A qualidade da zona híbrida é a principal responsável pela longevidade dos procedimentos adesivos.^{51, 65, 67, 81}

Na metodologia dos adesivos autocondicionantes, como descrito em secções anteriores, através de monómeros acídicos que condicionam o esmalte e a dentina, há dissolução da *smear layer*, desmineralização parcial da superfície da dentina e infiltração simultânea pelos componentes do sistema adesivo. Relativamente à acidez da solução os adesivos autocondicionantes podem ser classificados em fortes (pH ≤ 1), moderados (pH entre 1 e 2), fracos (pH ≈ 2) e ultra-fracos (pH > 2.5).⁸¹ Os sistemas adesivos autocondicionantes fortes a nível dentinário proporcionam um padrão de condicionamento semelhante ao do ácido fosfórico usado na metodologia condicionar e lavar. Pelo contrário, os sistemas adesivos fracos e ultra-fracos apenas desmineralizam parcial e superficialmente a dentina, deixando parte significativa da *smear layer* intacta e uma quantidade considerável de cristais de hidroxiapatite em torno das fibras de colagénio levando à formação de zonas híbridas com espessuras de 0.5 a 1µm, mais finas que as obtidas pelos autocondicionantes fortes e moderados e pelos adesivos de condicionar e lavar. Os sistemas autocondicionantes moderados apresentam um padrão de desmineralização intermédio entre os mais fortes e os mais fracos.^{56, 65, 81}

3.3. Resinas compostas

As resinas compostas são atualmente o material de eleição para a restauração direta de dentes anteriores e posteriores.^{11, 82} As resinas para restaurações dentárias foram introduzidas em 1962 por Bowen, que desenvolveu a molécula de Bis-GMA (bisfenol glicidil metacrilato), sendo ainda hoje um dos principais constituintes da matriz orgânica da maioria das resinas compostas.⁸³

As resinas compostas podem ser classificadas e diferenciadas de acordo com a sua composição, mas de forma geral, são constituídas por uma matriz orgânica, conteúdo inorgânico, agente de ligação, sistema de iniciação de polimerização e outros como pigmentos e opacificantes.⁸⁴

A matriz orgânica é constituída predominantemente por monómeros do tipo dimetacrilatos, sendo os mais comuns o Bis-GMA, o TEGDMA (dimetacrilato de tri-etilenoglicol), o

UDMA (dimetacrilato de uretano) e o Bis-EMA (dimetacrilato de bisfenol A etoxilado), funcionando como a parte quimicamente ativa das resinas compostas, conferindo ligações e formando polímeros entrecruzados no processo de polimerização.⁸⁵

O conteúdo inorgânico é geralmente composto por quartzo (dióxido de silício sob a forma de sílica cristalina), sílica coloidal (amorfa) ou vidro de fluorsilicato de alumínio. A introdução de bário e o estrôncio na sua composição visa conferir radiopacidade ao material. A componente inorgânica é fundamental para o desenvolvimento das propriedades físicas e mecânicas das resinas, uma vez que os seus constituintes são mais estáveis dimensionalmente. A sua introdução permite diminuir a contração de polimerização e o coeficiente de expansão térmica, aumentar a sua resistência, módulo de elasticidade, dureza e resistência ao desgaste.^{11, 85}

O agente de ligação utilizado na maioria das resinas compostas é o silano, cujo objetivo é permitir que as partículas do conteúdo inorgânico estejam unidas de forma estável à matriz orgânica. A união entre o silano e a superfície das partículas inorgânicas, bem como aos monómeros da matriz orgânica, permite que a resina composta actue como uma unidade quando submetida a forças de tensão, dissipando-as pelas partículas inorgânicas mais resistentes, contribuindo para a longevidade e sucesso clínico das restaurações.¹¹

O sistema de iniciação ou de ativação da polimerização é composto por agentes que, quando ativados, desencadeiam a reação de polimerização das resinas compostas. Assim, segundo o tipo de polimerização, as resinas compostas podem ser classificadas em autopolimerizáveis, fotopolimerizáveis ou de dupla polimerização. Nas resinas autopolimerizáveis, o processo é iniciado quimicamente pela mistura de duas pastas: a pasta base, que contém a substância iniciadora, geralmente o peróxido de benzoílo, e a pasta catalisadora que contém a substância ativadora que é uma amina terciária. Nos sistemas fotopolimerizáveis, a principal substância que atua como iniciador é geralmente a canforoquinona, que absorve luz azul com comprimento de onda entre os 450 e 500nm, com um pico de absorção aos 468nm, que leva à formação de radicais livres que permitem a polimerização.^{84, 86} Atualmente, com a utilização clínica de resinas compostas com matrizes e cromas conferentes de um maior valor, devido à cor amarela da canforoquinona alguns fabricantes optaram por introduzir outros tipos de fotoiniciadores como a fenilpropanodiona (PPD) e a lucirina®TPO, com picos de absorção com comprimentos de onda mais baixos.^{87, 88}

Outros componentes podem estar presentes na composição das resinas compostas, em menores quantidades, como é o caso de inibidores de polimerização (hidroquinona) que impedem a polimerização prematura dos monómeros permitindo a obtenção de um tempo de trabalho adequado e aumentar o prazo de validade das resinas compostas. Também são adicionados ao conteúdo de matriz pequenas quantidades de pigmentos e opacos para melhor mimetizar a cor e as propriedades ópticas do esmalte e da dentina.⁸⁴

Uma das classificações mais frequentes das resinas compostas baseia-se essencialmente no tipo de conteúdo inorgânico que possuem.

As primeiras resinas compostas que apareceram (anos 60) possuíam partículas entre 10 e 100 μm , sendo por isso designadas por macroparticuladas. Apresentavam algumas propriedades mecânicas boas, mas tinham baixa resistência ao desgaste e superfície muito irregular devido ao destacamento das partículas.¹¹

Na década de 70, foram introduzidas partículas com um tamanho médio de 0.04 μm , classificando as resinas compostas como microparticuladas. Apresentavam assim melhores propriedades estéticas permitindo bom acabamento e polimento superficiais, mas tornavam-se piores em termos de propriedades mecânicas, nomeadamente na resistência à fratura.^{11, 84}

Posteriormente surgiram as resinas compostas híbridas, compostas por macro e micropartículas, com o objetivo de assimilar as melhores propriedades de cada uma. Estas podem ser subdivididas consoante o tamanho das partículas de maior dimensão, sendo as resinas compostas microhíbridas as mais utilizadas quer no setor anterior quer no posterior, contendo partículas de maior dimensão mais homogêneas (0.6 a 0.7 μm) e micropartículas de cerca de 0.04 μm .^{11, 84} As resinas compostas microhíbridas continuam a ser consideradas como um *gold-standard* para a restauração direta de dentes anteriores e posteriores.¹¹

Recentemente surgiram as resinas compostas nanoparticuladas ou nanohíbridas, que contêm nanopartículas com dimensões dos 20 aos 75nm, permitindo aumentar a percentagem de conteúdo inorgânico. Apesar do forte impacto comercial que tiveram associado à nanotecnologia, os estudos parecem mostrar que o seu desempenho é equivalente ao das resinas compostas microhíbridas.^{11, 84, 89, 90}

Atualmente a investigação das resinas compostas incide sobre a procura de mecanismos que permitam reduzir a contração de polimerização.¹² Neste sentido, surgiu o desenvolvimento de uma nova matriz de resina, o silorano, cuja reacção de polimerização permite uma expansão volumétrica que compensa parcialmente a contração gerada pelas ligações moleculares. Esta nova formulação está associada a boas propriedades físicas, mecânicas e de biocompatibilidade, exigindo, contudo, uma tecnologia adesiva específica. Existe ainda necessidade de mais estudos para que se possa comprovar a sua superioridade clínica.^{91, 92}

4. Atividade desportiva

4.1. Considerações fisiológicas

Na atualidade a atividade desportiva e o exercício físico têm tido um impacto crescente no quotidiano das pessoas. Desde a prática de exercício físico ligeiro e moderado, por lazer, com objetivo de manter a forma física e conseqüentemente melhorar a qualidade de vida, até ao exercício físico vigoroso que visa adquirir e manter as capacidades físicas, técnicas e psíquicas para a alta competição, são exigidas necessidades nutritivas e hídricas adequadas.¹⁻³

Apesar de uma dieta equilibrada e de uma hidratação adequada constituírem bases para atingir os requisitos nutricionais da maioria dos desportistas, são conhecidas necessidades específicas que dependem de vários fatores, tais como a condição fisiológica individual, o tipo de desporto e o momento da época desportiva (treino e/ou competição). Nos últimos anos, múltiplas investigações têm alertado para o perigo da desidratação e para a necessidade da reposição de líquidos e eletrólitos no decurso do exercício físico.^{2, 3, 93}

Os dois fatores que mais contribuem para a fadiga durante o exercício físico são a diminuição dos hidratos de carbono armazenados sob a forma de glicogénio e a desidratação pela perda de água e eletrólitos através da transpiração. A reposição hidroeletrólítica através do consumo de líquidos mantém o estado de hidratação dos atletas, promovendo as melhores condições para o desempenho na atividade física e evitando efeitos nefastos para a saúde.^{2, 94}

O líquido corporal está contido em dois grandes compartimentos: extracelular (líquido intersticial e intravascular) e intracelular. No ser humano cerca de 60% do peso corporal é relativo à água, com algumas diferenças de acordo com o sexo, idade, percentagem de gordura corporal, capacidade física, etc., dos quais cerca de 40% está contida no fluido intracelular. A maior quantidade de água está acumulada no tecido muscular, constituindo cerca de 72% do seu peso, pelo que um desportista apresenta maior percentagem de água no organismo dada a sua maior massa muscular.⁹⁵

O equilíbrio hidroeletrólítico no organismo é um processo dinâmico regulado por vários mecanismos, entre os quais os osmorecetoires do hipotálamo e os barorecetoires no coração e vasos sanguíneos que são estimulados por alterações na pressão osmótica e no volume circulatório, bem como por várias hormonas como o sistema renina-angiotensina-aldosterona e a vasopressina (hormona antidiurética que regula a retenção de água a nível renal).⁹⁵

A desidratação ou perda de água corporal efetua-se principalmente pela respiração, transpiração, fezes e urina. Durante o exercício físico prolongado, com um metabolismo acelerado,

esta perda dá-se essencialmente pela transpiração, mais efetiva quando o esforço é realizado em climas com temperaturas e humidades elevadas (agressão térmica), chegando a perdas na ordem de 1,5-3L/h de treino e/ou competição em atletas elite de desportos de resistência (longa duração).^{1, 95-97} Cerca de 80% da energia produzida para a contração muscular é libertada sob a forma de calor para não provocar um aumento exagerado da temperatura corporal, o que teria consequências drásticas. Por isso o organismo recorre à transpiração que, para diminuir a temperatura corporal, provoca uma elevada perda de líquidos. Cerca de 580Kcal são perdidas por cada litro de suor. Cada quilograma de perda de massa corporal corresponde a cerca de 1L de perda de fluidos corporais.^{1, 95, 96} A desidratação progressiva durante e após o exercício físico é frequente porque o volume de fluidos ingeridos durante o exercício é geralmente menor que o volume perdido pela transpiração, sendo fundamental que os atletas reponham as perdas de água e eletrólitos logo após o exercício (treino e/ou competição) através da ingestão de fluidos que contenham água, hidratos de carbono e eletrólitos.^{2, 96}

A ingestão de fluidos contribui para a manutenção da temperatura corporal (termorregulação), evitando a desidratação e mantendo o volume plasmático adequado.^{1, 95}

A absorção de água e nutrientes ocorre essencialmente no intestino delgado. O ritmo de esvaziamento gástrico e o ritmo de absorção intestinal são os fatores que determinam a velocidade de assimilação de líquidos. Uma bebida que seja mal absorvida e que demore a ser evacuada é prejudicial para o desportista.⁹⁴

O ritmo de esvaziamento gástrico influencia substancialmente a absorção intestinal de líquidos e nutrientes. O exercício físico ligeiro a moderado (30-70% VO₂máx, durante 60 a 90 minutos) não parece influenciar significativamente a absorção de soluções orais de rehidratação, mas o exercício intenso (mais de 75% VO₂máx) diminui o ritmo de esvaziamento gástrico.⁹⁸ Outros fatores que reduzem o ritmo de esvaziamento gástrico são: volume gástrico diminuído, conteúdo calórico aumentado, osmolaridade aumentada, desvios acentuados de pH e desidratação. Assim, o principal fator capaz de acelerar o esvaziamento gástrico e de compensar o efeito inibitório do conteúdo em hidratos de carbono da bebida consiste em manter um volume líquido relativamente alto no estômago, daí a ingestão de fluidos e a adequada hidratação pré, durante e após o exercício físico serem essenciais, principalmente em treinos e competições de maior duração.^{1, 95}

Existem protocolos que visam manter um volume gástrico relativamente elevado e constante durante o exercício. Consumir de 400 a 600 ml de líquidos 1 a 2 horas antes do exercício permite uma correta absorção intestinal de água e nutrientes. Durante o exercício, ingerir regularmente 150 a 250 ml de líquidos em intervalos de 15 minutos durante todo o período de exercício, permite uma taxa de fornecimento de líquidos ao intestino delgado de cerca de 1L/hora, volume suficiente para superar as necessidades hídricas da maioria dos atletas.^{95, 96, 99}

4.2. Importância dos hidratos de carbono

A realização das funções orgânicas é efetuada na dependência de energia proveniente do metabolismo dos nutrientes ingeridos na alimentação. As fontes de energia para o processo aeróbio são essencialmente os hidratos de carbono ou glúcidos e as gorduras constituintes dos alimentos. Em atividades físicas de intensidade moderada ou ligeira os principais fornecedores de energia são os ácidos gordos. Contudo, à medida que a intensidade vai aumentando, o organismo começa a utilizar gradualmente uma maior proporção de hidratos de carbono. Em atividades muito intensas, os lípidos praticamente não são utilizados como fonte de energia.^{94, 100}

Estudos de Hopkins (2006) demonstraram a melhoria no desempenho físico pela ingestão de hidratos de carbono provenientes de bebidas específicas para desportistas, capazes de ajudar a manter os níveis de glicose e a reduzir as taxas de oxidação das suas reservas endógenas. Os hidratos de carbono mais usados nas bebidas desportivas são a glicose, frutose, sacarose e as maltodextrinas. A dimensão reduzida das reservas corporais de hidratos de carbono faz com que haja necessidade do seu aporte sistemático antes, durante e após o exercício físico.¹⁰⁰

Os hidratos de carbono absorvidos no processo digestivo são transformados em glicose que pode ser utilizada de imediato ou armazenada no fígado e nos músculos sob a forma de glicogénio para uso posterior. As reservas do fígado são importantes para garantir o nível normal de glicose no sangue. A ativação da glicólise anaeróbia sucede no decorrer da atividade física utilizando sempre o glicogénio muscular nos primeiros momentos do exercício. Um dos produtos da glicólise é o ácido pirúvico que após se transformar em Acetil CoA entra nas mitocôndrias permitindo a formação de ATP pela via aeróbia, tendo como produtos finais a água e o dióxido de carbono. No entanto, a partir da saturação desta via verifica-se uma acumulação sarcoplasmática de ácido pirúvico o qual, seguindo a via catabólica anaeróbia, resulta na formação e acumulação acrescida de ácido láctico. A excessiva acumulação de iões hidrogénio (H^+) induz a uma acidose sistémica, que a nível muscular se reflete nas alterações dos mecanismos de contração.⁹⁴

4.3. Importância da hidratação

Durante o exercício físico as perdas de água do organismo aumentam devido à necessidade de evacuação do calor produzido pelo trabalho muscular, sendo a transpiração o mecanismo mais importante na regulação térmica do organismo. A perda de água diária normal é de cerca de 2,5

litros que pode aumentar de 5 a 10 litros com a atividade física intensa e em condições de clima seco e quente.^{94, 101}

As perdas hídricas durante a atividade desportiva dependem não só da intensidade e duração do esforço mas também da temperatura do meio, do nível de condição física do indivíduo e da sua capacidade de adaptação ao calor e do tipo e quantidade de vestuário.⁹⁴ As diferenças individuais de sudação, as diferentes modalidades desportivas e estações climatéricas díspares, dificultam uma uniformidade nas recomendações do American College of Sports Medicine.²

Em exercícios com duração superior a 1 hora, os atletas devem consumir bebidas que contenham hidratos de carbono e eletrólitos em vez de apenas água. A desidratação, desequilíbrios eletrolíticos e a falta de hidratos de carbono diminuem o desempenho dos atletas, aceleram a fadiga, diminuem o volume plasmático e podem levar a situações graves para a saúde, como o golpe de calor, falência renal e morte. A redução de 1% do peso corporal por perda de água pode levar a alterações cardiovasculares, com aumento da frequência cardíaca e inadequada transferência de calor para a pele e meio ambiente, aumenta a osmolalidade plasmática, diminui o volume plasmático e pode provocar desequilíbrios hidroeletrólíticos intra e extracelulares graves, com conseqüente falência cardíaca e mesmo morte.^{1, 2, 95} A prevenção destas situações anómalas é conseguida com a ingestão de bebidas equilibradas antes, durante e após o esforço físico e com uma organização criteriosa do treino e das competições.^{2, 3}

Pelo contrário, a hiperhidratação antes, durante e após o exercício físico causa perda de sódio (Na^+) e pode levar a hiponatremia, que pode provocar edema de órgãos vitais, cérebro e pulmões.^{1, 95} As investigações têm demonstrado que para restabelecer o equilíbrio hidroeletrólítico após o exercício é necessário a ingestão de maior volume de fluidos que o volume de massa corporal perdido durante o exercício.^{93, 96} O volume adicional é necessário para repor as perdas de água a nível renal e outras, mas a ingestão de grandes volumes num curto período de tempo provoca uma resposta diurética, pelo que a composição da bebida é importante para manter o equilíbrio hidroeletrólítico.⁹⁶

Após o exercício (treino e/ou competição), é fundamental que os atletas reponham as perdas de água e eletrólitos através da ingestão de fluidos que contenham 4 a 8% de hidratos de carbono e eletrólitos, sendo o sódio com concentração de 100mmol/L a chave para a reidratação após o exercício. Para o exercício físico intenso e prolongado (mais de 1 hora) o consumo deve ser de 30 a 60g/h e beber 600 a 1200ml/h de uma solução que contenha hidratos de carbono e sódio (0.5 a 0.7g/L).^{95, 96}

4.4. Bebidas “desportivas”

Vários estudos têm sido efetuados sobre bebidas ditas desportivas, hidratos de carbono e soluções hidroeletrólíticas, e os seus efeitos na hidratação/desidratação, alterações do volume plasmático, esvaziamento gástrico e respetiva contribuição para aumento do desempenho físico. A proliferação crescente de várias bebidas rotuladas como benéficas, muitas vezes pouco credíveis e com variações no tipo e quantidade de hidratos de carbono e eletrólitos, tem requerido um maior investimento na investigação científica.⁹⁴

Como características de uma bebida desportiva ideal, Shirreffs refere: prevenir a desidratação; disponibilizar hidratos de carbono como reserva de energia; fornecer eletrólitos para reposição de perdas; ter sabor agradável.³ O potencial benefício destas bebidas está condicionado por vários fatores: quantidade de bebida ingerida; tempo de esvaziamento gástrico; tempo de absorção intestinal; atenuação da oxidação dos hidratos de carbono endógenos.²

Na formulação das bebidas, é necessário equilibrar a quantidade e qualidade dos hidratos de carbono com o seu sabor, sendo adicionados pequenas quantidades de eletrólitos, geralmente sódio, potássio e cloro para manter o balanço fluido/eletrólitos.³

Consoante a sua concentração em hidratos de carbono, as bebidas podem ser classificadas em isotónicas (6-8% de hidratos de carbono), hipotónicas (quando a concentração de hidratos de carbono é inferior a 6%) e hipertónicas (quando a concentração de hidratos de carbono é superior a 8%). Na generalidade, as bebidas mais indicadas para desportistas são as isotónicas, sendo as hipertónicas mais indicadas para consumo antes da atividade física.¹⁰²

O *American College of Sports Medicine* aconselha a inclusão do sódio para prevenção da hiponatremia que surge durante a atividade física prolongada, para manter o volume plasmático e extracelular e reduzir as perdas de urina.² O sódio é o eletrólito que se perde em maior quantidade pela transpiração. De uma forma geral é referido que as bebidas desportivas devem conter uma concentração de aproximadamente 0,12% de sódio.¹⁰²

O potássio é um mineral determinante no processo de contração do miocárdio, na manutenção da integridade das células em geral, evita o aumento da pressão sanguínea e mantém o equilíbrio hídrico no organismo. O potássio é utilizado na contração muscular, proporcionalmente à quantidade, intensidade e duração das contrações e é eliminado através da transpiração. Quanto maior for a perda de potássio, mais estimulado fica o organismo para armazená-lo, podendo ocorrer o risco de deficiência de potássio para a contração muscular, cujo sintoma clássico são as câibras.⁹⁴

Os refrigerantes e sumos apresentam um conteúdo em hidratos de carbono elevado e consequente osmolaridade elevada, pelo que, quando estes são consumidos durante a atividade física, levam a um atraso no esvaziamento gástrico e na absorção intestinal, sendo contra-indicados para a hidratação desportiva. Quando a hidratação é realizada apenas com água, o sangue dilui-se rapidamente, a osmolaridade diminui e a vontade de beber desaparece antes de realizar uma correta hidratação do organismo. Também as bebidas alcoólicas e cafeinadas estão desaconselhadas pelo seu efeito diurético que aumenta o risco de desidratação.^{2, 94}

Assim, o desenvolvimento de bebidas desportivas com concentrações adequadas de eletrólitos e hidratos de carbono permite a manutenção da homeostase, previne o aparecimento de lesões e mantém o desempenho físico dos atletas.^{1, 95} A composição ideal de uma bebida desportiva depende de vários fatores, incluindo se é consumida antes, durante ou após o exercício, o tipo de treino e a fase da competição em que está inserido.¹⁰²

Estudos recentes têm associado o aumento do consumo de algumas bebidas com patologias da cavidade oral, nomeadamente com a cárie dentária e com a erosão. Estes factos devem-se fundamentalmente ao pH ácido e capacidade tampão de algumas bebidas que podem provocar erosão da superfície do esmalte, associados à presença de açúcares na sua composição que podem ser metabolizados pelos microorganismos da placa bacteriana e formar ácidos orgânicos associados à cárie dentária.⁴

Capítulo III – Estudo Experimental

III - Estudo experimental

1. Introdução

A relação simbiótica entre a saúde e o bem-estar com a prática desportiva deve ser bidirecional. A hidratação pré, per e pós competição é de extrema importância, pelo que se verifica um aumento acentuado do consumo de bebidas “desportivas”, isotónicas, vulgarmente conhecidas por bebidas energéticas. Contudo, tratam-se de bebidas que apresentam um pH baixo, inferior a 5,5 (limiar crítico abaixo do qual ocorre desmineralização do esmalte humano), aumentando o risco de susceptibilidade à cárie e/ou erosão dentária. Este efeito é agravado pelo facto de serem de bebidas tamponadas, cujo objetivo é manter o seu pH baixo durante mais tempo, e assim serem absorvidas mais rapidamente pelo organismo. Adicionalmente possuem açúcares que podem contribuir para o desenvolvimento de cárie dentária. Estas características associadas ao aumento da possibilidade de refluxo gastroesofágico e à diminuição da secreção salivar durante a prática desportiva contribuem para a criação e manutenção de um pH crítico na cavidade oral.¹⁻⁵

O potencial erosivo depende não só de fatores químicos extrínsecos relacionados com a composição das bebidas (pH, tipo de ácido, adesividade à estrutura dentária e aos materiais restauradores, concentração de iões cálcio, fosfato e flúor), bem como de fatores intrínsecos (saliva – fluxo e capacidade de tamponamento) e comportamentais (frequência, forma de ingestão e hábitos de higiene) relacionados com o próprio indivíduo.⁶⁻¹⁰

Existem alguns estudos que documentam o potencial erosivo destas bebidas nos dentes, provocando desmineralização do esmalte e consequente sensibilidade dentária.^{4, 10, 13-15} No entanto, tanto quanto foi possível escrutinar não existem estudos acerca dos seus efeitos sobre as restaurações em resina composta, particularmente ao nível das respetivas interfaces, que desempenham um papel crucial no sucesso clínico a médio e longo prazo.

2. Objetivos

O presente estudo *in vitro* visa avaliar os efeitos do envelhecimento em meio aquoso e de bebidas desportivas sobre restaurações adesivas em resina composta, tendo como objetivos:

Objetivos primários

- Verificar se existe degradação das restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta devido ao envelhecimento em meio aquoso, traduzido na hipótese nula (H_0) de que o envelhecimento em meio aquoso não provoca alterações significativas nas restaurações adesivas em resina composta.
- Verificar se existe degradação das restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta devido à exposição a determinadas bebidas ácidas. Este objetivo traduz-se na hipótese nula (H_0) de que as bebidas ácidas não provocam alterações significativas nas restaurações adesivas em resina composta.

Objetivos secundários

- Verificar se o efeito do envelhecimento em meio aquoso e de determinadas bebidas ácidas sobre as restaurações em resina composta é influenciado pelo tipo de sistema adesivo utilizado (condicionar e lavar vs autocondicionante).
- Verificar o efeito cumulativo de dois protocolos experimentais *in vitro* diferentes no que concerne à metodologia de exposição a soluções ácidas.
- Comparar dois métodos de avaliação qualitativa das restaurações em resina composta: diretamente *in situ* e indiretamente a partir de macrofotografias digitais ampliadas.

3. Materiais e métodos

3.1. Preparação das amostras

Em termos de metodologia e avaliação de resultados, este estudo experimental foi desenvolvido em duas fases distintas: uma primeira fase em que as amostras/restaurações foram submetidas a um processo de envelhecimento simples em meio aquoso durante dois anos; e um segundo período em que as amostras foram sujeitas a um protocolo de exposição a bebidas ácidas.

A realização deste estudo obteve aprovação da Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra e da Comissão Coordenadora do Conselho Científico da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra (anexo 1).

Para este estudo foram utilizados dentes pré-molares definitivos humanos, maxilares e mandibulares, previamente extraídos por razões ortodônticas. Após as referidas extrações, os

dentes foram limpos de todos os resíduos orgânicos e cuidadosamente observados, sendo apenas selecionados para o estudo 40 dentes íntegros que não apresentavam cáries, fraturas, restaurações ou qualquer alteração estrutural visível. Após a criteriosa seleção foram armazenados em água à temperatura de 4-5°C.

Todos os dentes selecionados foram parcialmente incluídos em cilindros de PVC e resina acrílica autopolimerizável (Orthocryl®, Dentaaurum), apenas nos 2/3 radiculares, deixando livre de qualquer material a porção coronária, para permitir uma correta manipulação e identificação das amostras (figura 6).

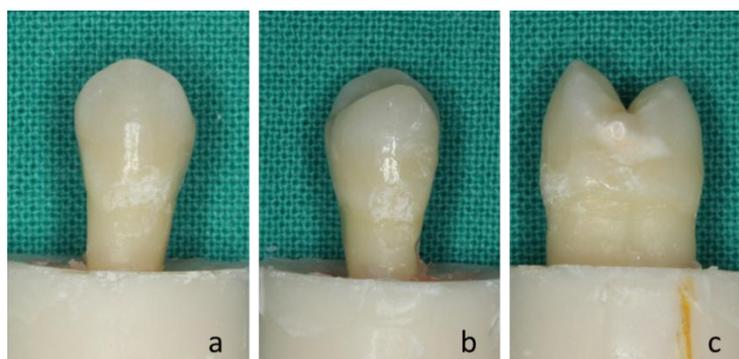


Figura 6 - Dentes selecionados e incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Orthocryl®, Dentaaurum): a - vista vestibular; b - vista palatina; c - vista proximal.

De forma aleatória, utilizando sequencialmente o conjunto de brocas representado na figura 7, foram efetuadas 80 cavidades classe V de Black (uma na face vestibular e outra na face palatina/lingual de cada dente), de forma circunferencial, com cerca de 4 mm de diâmetro, envolvendo a JAC na sua parte central, ficando com margens coronais em esmalte e margens cervicais em cimento (figura 8).



Figura 7 - Sequência de brocas utilizadas na preparação das cavidades: a - guia para desenhar o perímetro da cavidade; b - broca esférica diamantada de turbina para efetuar o ponto de trepanação; c - broca esférica de turbina para alargar o ponto de trepanação; d - broca cilíndrica de turbina para preparação da cavidade até ao limite do desenho; e, f - brocas calibradoras utilizadas em contra-ângulo para terminação e calibração do tamanho da cavidade.

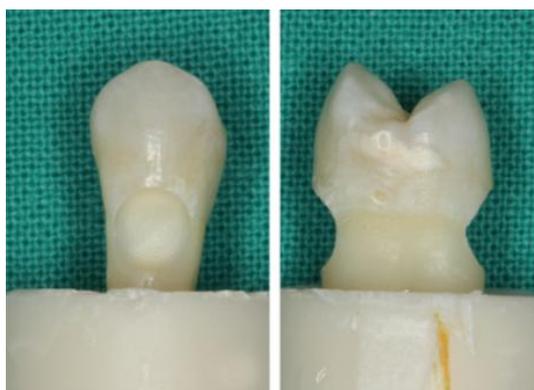


Figura 8 – Cavidades preparadas.

Após a preparação de cada uma das cavidades iniciou-se o procedimento restaurador utilizando dois tipos de sistemas adesivos (tabela 1), aplicados de forma aleatória e segundo as normas do fabricante (tabela 2), sendo 40 cavidades restauradas utilizando o sistema adesivo Xeno®V⁺ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) e as restantes 40 cavidades com sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha).

Tabela 1 - Sistemas adesivos utilizados.

Sistema Adesivo	Tipo	Fabricante	Composição	Lote / Validade
<p>Xeno® V⁺</p> 	<p>Autocondicionante</p> <p>1 frasco</p> <p>1 passo</p>	<p>Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha</p>	<p>Resinas acrílicas bifuncionais com funções amida, ácido acrilamino alquisulfônico, éster de ácido fosfórico com função “inversa”, fotoiniciador, estabilizador, água, terbutanol</p>	<p>1006004001</p> <p>06/2012</p>
<p>Prime&Bond® NT™</p> 	<p>Condicionar e lavar</p> <p>1 frasco</p> <p>2 passos</p>	<p>Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha</p>	<p>Condicionador (<i>gel etchant</i>): ácido fosfórico 37,5%, espessante sílica</p> <p>PENTA, UDMA, resina R5-62-1, T-resin, D-resin, nanopartículas, iniciadores, estabilizadores, cetilamina hidrófluorido, acetona</p>	<p>100826</p> <p>08/2012</p>

O procedimento adesivo utilizando o sistema adesivo autocondicionante de 1 passo/1 frasco Xeno®V⁺ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) decorreu com a seguinte sequência: aplicação ativa do adesivo uniformemente na cavidade (esmalte e dentina) com um aplicador, agitando a solução por 20 segundos na cavidade; secagem com jato de ar leve durante 5 segundos; fotopolimerização durante 10 segundos com aparelho de luz LED (*Light Emitting Diode*), a emitir

luz por volta dos 650mW/cm², modo “LowPower” (Bluephase®, IvoclarVivadent, Schaan, Lichtenstein).

O procedimento adesivo utilizando o sistema adesivo do tipo condicionar e lavar de dois passos Prime&Bond®NT™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) decorreu com a seguinte sequência: condicionamento sequencial de esmalte e dentina com gel de ácido ortofosfórico a 36% (DeTrey®Condicioner36, Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) por um período máximo de aplicação na dentina de 15 segundos; lavagem abundante com jato de ar e água (15 segundos) e “secagem” durante 5 segundos de forma a eliminar a água da cavidade mas mantendo a dentina húmida; aplicação da primeira camada do adesivo na cavidade com um aplicador, deixando atuar durante 20 segundos; “secagem” com jato de ar leve durante 5 segundos; fotopolimerização durante 10 segundos com mesmo aparelho e programa do adesivo anterior; aplicação e “secagem” imediata da segunda camada do adesivo; fotopolimerização de forma análoga durante dez segundos.

Tabela 2 - Modo de aplicação dos sistemas adesivos segundo o fabricante.

Sistema Adesivo	Modo de aplicação
<p>Xeno® V+</p> 	<p>Aplicar a solução durante 20 segundos agitando suavemente sobre a superfície Secar ligeiramente durante 5 segundos Fotopolimerizar durante 10 segundos</p>
<p>Prime&Bond® NT™</p> 	<p>Aplicar o ácido durante 15 segundos Lavar bem com água durante 15 segundos Secar durante 5 segundos Saturar a superfície com o adesivo Deixar atuar sem agitar durante 20 segundos Secar com jato de ar ligeiro 5 segundos Fotopolimerizar durante 10 segundos Aplicar nova camada de adesivo Secar de imediato durante 5 segundos Fotopolimerizar durante 10 segundos</p>

Após a aplicação do sistema adesivo procedeu-se à restauração com uma resina composta microhíbrida fotopolimerizável (Esthet•X®HD, Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha), cor *body* A2, cujas características se descrevem na tabela 3. Aplicou-se uma técnica incremental (com 3 incrementos) segundo o seguinte esquema (figuras 9 e 10): 1º incremento no 1/3 coronário da cavidade e fotopolimerização direta durante 10 segundos com aparelho de luz LED (Bluephase®, IvoclarVivadent, Schaan, Lichtenstein em modo “LowPower”); 2º incremento no 1/3 cervical da cavidade e fotopolimerização segundo o procedimento descrito para o 1º incremento; 3º incremento na zona intermédia e fotopolimerização de modo análogo aos incrementos anteriores;

fotopolimerização final durante 60 segundos, sendo 20 segundos em por vestibular/palatino, 20 segundos por mesial e 20 segundos por distal.

Tabela 3 - Características da resina composta utilizada.

Resina composta	Tipo / Cor	Fabricante	Matriz de Resina	Componente inorgânico	Lote / validade
<p>Esthet•X®HD</p> 	<p>Microhíbrida</p> <p>A2 (<i>body</i>)</p>	<p>Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha</p>	<p>Bis-GMA Bis-EMA TEGDMA Canforoquinona Estabilizadores Pigmentos</p>	<p>Vidro Ba-F-Al-B-Si (BAFSG) (médio < 1µm)</p> <p>Sílica coloidal (0,04µm)</p> <p>(77wt%; 60 vol.%)</p>	<p>1006292</p> <p>06/2013</p>

Bis-GMA (Bisphenol A dimethacrylate); Bis-EMA (Bisphenol A polyethylene glycol diether dimethacrylate); TEGDMA (Triethyleneglycol dimethacrylate).

Por fim, procedeu-se ao acabamento da restauração com pontas em forma de disco do sistema Enhance™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) e ao polimento com pontas em disco do sistema PoGo™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) (figura 11).

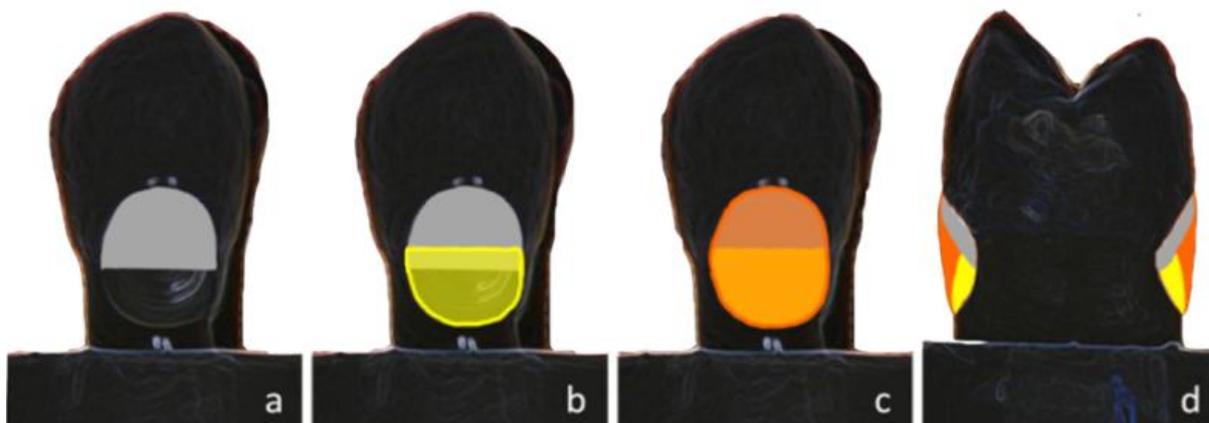


Figura 9 - Esquema do protocolo restaurador pela técnica incremental: a - 1º incremento na metade oclusal da cavidade; b - 2º incremento na metade cervical da cavidade; c - 3º incremento a recobrir os incrementos anteriores; d - esquema com vista interproximal dos vários incrementos.

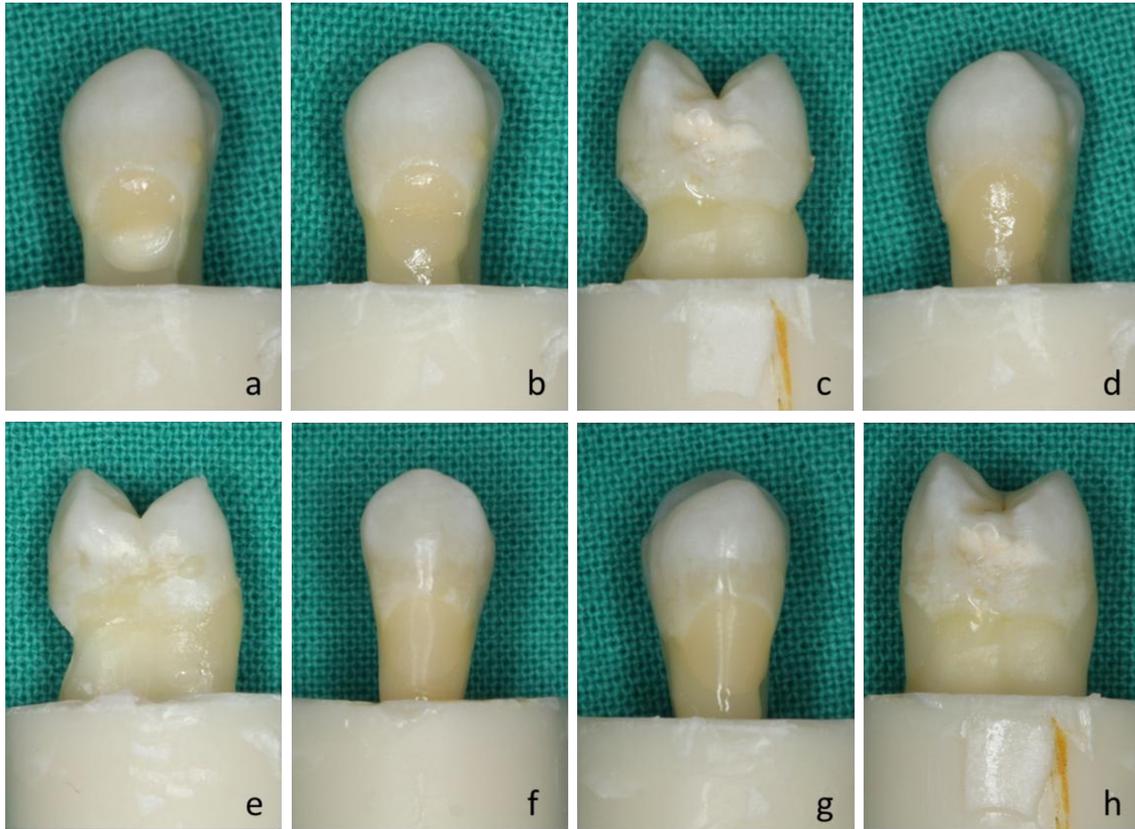


Figura 10 - Sequência do procedimento restaurador de um dos dentes: a - 1º incremento na metade oclusal da cavidade; b - 2º incremento na metade cervical da cavidade; c - vista proximal dos dois primeiros incrementos na cavidade palatina do dente; d - 3º incremento a recobrir os dois incrementos anteriores; e - vista proximal após colocação do 3º incremento na cavidade palatina do dente; f, g, h - restaurações finalizadas após acabamento e polimento, vistas vestibular, palatina e proximal, respetivamente.



Figura 11 - Borrachas utilizadas no acabamento e polimento das restaurações: a - borracha de acabamento em forma de disco do sistema Enhance™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha); b - borracha de polimento em forma de disco do sistema PoGo™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha).

De notar que todas as restaurações foram realizadas dente a dente logo após a abertura das cavidades e por um só operador/investigador.

Após a realização das restaurações, os dentes restaurados e incluídos em resina acrílica foram cortados longitudinalmente no sentido mesio-distal (Accutom 5, Struers, Ballerup, Denmark), no Laboratório de Ensaio Mecânicos da FMUC sob coordenação do Prof. Doutor João Carlos Ramos, obtendo-se 80 amostras, das quais 40 referentes a restaurações com o sistema adesivo Xeno®V⁺ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha) e as restantes 40 com o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha). As 80 amostras foram distribuídas de forma aleatória por 8 grupos (n=10), tendo em conta os dois sistemas adesivos e as quatro soluções para imersão (descritas em seguida no protocolo de exposição a bebidas ácidas), e devidamente catalogadas.

3.2. Análise das amostras

3.2.1. Avaliação direta

A avaliação direta das amostras foi efetuada de acordo com os critérios aplicáveis aprovados pela Federação Dentária Internacional (FDI),^{103, 104} mas adaptados às especificidades do presente estudo. Segundo esta metodologia, a avaliação das restaurações segundo propriedades estéticas, funcionais e biológicas foi efetuada para os seguintes parâmetros: brilho superficial e rugosidade; pigmentação superficial e marginal; adaptação marginal; fraturas e retenção da resina composta; fissuras e fraturas dentárias. Cada parâmetro apresenta 5 *scores*, numerados de 1 a 5 (tabela 4).

Tabela 4 - Descrição dos parâmetros e respetivos *scores* utilizados na avaliação direta das amostras.

PARÂMETRO	CARACTERIZAÇÃO	SCORES (Sc)
BRILHO SUPERFICIAL E RUGOSIDADE (propriedade estética)	Recomenda-se uma distância de conversação (60-100cm) entre o observador e a restauração.	<p>Sc 1 - Brilho superficial comparável ao dos tecidos dentários circundantes.</p> <p>Sc 2 – Superfície ligeiramente baça mas não detetável à distância de conversação. Presença de poros isolados (ocasionais).</p> <p>Sc 3 – Superfície baça mas ainda aceitável. Presença de múltiplos poros em mais do que 1/3 da superfície.</p> <p>Sc 4 – Superfície rugosa. Presença evidente de poros. Torna-se necessário refazer acabamento ou facetar.</p> <p>Sc 5 – Rugosidade superficial inaceitável, restauração inestética. Obrigatória a substituição.</p>

<p>PIGMENTAÇÃO SUPERFICIAL E MARGINAL</p> <p>(propriedade estética)</p>	<p>Pigmentação superficial: deve ser qualificada apenas a pigmentação detectada sobre a restauração.</p> <p>Pigmentação marginal: alteração da cor em parte ou no contorno completo das restaurações.</p>	<p>Sc 1 - Sem evidência de pigmentação superficial ou marginal.</p> <p>Sc 2 – Pigmentação marginal discreta (após secagem) e pigmentação superficial ligeira por todo o dente. Não afeta as propriedades estéticas.</p> <p>Sc 3 – Pigmentação superficial e marginal moderada, mas não detectável à distância de conversação.</p> <p>Sc 4 – Pigmentação superficial presente na restauração mas não no dente, evidente à distância de conversação. Presença de pigmentação marginal severa não redutível a processos de polimento. Implica a correção da restauração.</p> <p>Sc5 – Pigmentação marginal profunda e extensa pigmentação superficial esteticamente inaceitáveis que exige a substituição das restaurações.</p>
<p>ADAPTAÇÃO MARGINAL</p> <p>(propriedade funcional)</p>	<p>Avaliação do grau de deterioração marginal pela detecção de irregularidades e fendas marginais com sondas exploradoras de 150 e 250µm (EX-KIT 150/250).</p>	<p>Sc 1 - Ausência de fenda marginal detectável. Continuidade harmoniosa entre as margens da restauração e o dente.</p> <p>Sc 2 – Integridade marginal ligeiramente alterada. Pequenas fraturas marginais superficiais, cuja retificação consegue-se com o re-acabamento e polimento da restauração. A percepção de uma fenda localizada só é detectável com sonda de diâmetro menor que 150µm.</p> <p>Sc 3 – Fraturas marginais pequenas ou fendas marginais 150-250µm, cuja correção implica sempre uma pequena lesão do tecido duro adjacente, mas não causam quaisquer consequências negativas ao dente ou tecidos circundantes caso se deixe por tratar.</p> <p>Sc 4 – Fendas localizadas superiores a 250µm que pode conduzir à exposição dentinária e base da cavidade. Obrigatória a reparação da restauração.</p> <p>Sc 5 – Fendas generalizadas no contorno da restauração com perda concomitante da mesma mas sem deslocamento completo. Substituição da restauração é obrigatória.</p>
<p>FRATURAS E RETENÇÃO DA RESINA COMPOSTA</p> <p>(propriedade funcional)</p>	<p>Identificação de fissuras e fraturas à superfície das restaurações.</p>	<p>Sc 1 - Ausência de fissuras (<i>cracks</i>) e fraturas superficiais (<i>chipping</i>).</p> <p>Sc 2 – Pequenas fissuras tipo “fio de cabelo”.</p> <p>Sc 3 – Pequenas fissuras e fraturas superficiais mas sem alteração da qualidade marginal.</p> <p>Sc 4 – Fraturas em bloco com alteração da qualidade marginal, com ou sem perda parcial de menos de metade da restauração.</p> <p>Sc 5 – Perda parcial ou completa da restauração ou presença de fraturas em bloco com alteração da qualidade marginal.</p>
<p>FISSURAS E FRATURAS DENTÁRIAS</p> <p>(propriedade biológica)</p>	<p>Inspecção visual direta deve permitir ao observador a detecção de fissuras ou fraturas dentárias em torno da restauração. Para a avaliação deste parâmetro utilizaram-se sondas exploradoras de 150 e 250µm (EX-KIT 150/250; Deppeler SA, Suíça).</p>	<p>Sc 1 – Completa integridade do dente restaurado.</p> <p>Sc 2 – Fratura marginal mínima no esmalte, com uma largura menor que 150µm e/ou fissura no esmalte em “fio de cabelo” não sondável.</p> <p>Sc 3 – Fraturas marginais no esmalte com uma largura menor que 250 µm, isoladas ou múltiplas, impossíveis de eliminar sem comprometer ou lesar a superfície do dente.</p> <p>Sc 4 – Fraturas marginais no esmalte com uma largura superior a 250 µm, com possível exposição dentinária e/ou fraturas mais amplas do esmalte ou de uma superfície dentária. A reparação é obrigatória.</p> <p>Sc 5 – Fraturas do dente e/ou de cúspides. A substituição é obrigatória.</p>

De acordo com o desenho do estudo, as avaliações ocorreram em 4 períodos distintos do trabalho experimental: primeira avaliação imediatamente após execução das restaurações (t0); segunda avaliação após dois anos de envelhecimento em água (t1); terceira avaliação após o

primeiro protocolo de imersão em bebidas ácidas (t2); quarta, e última, avaliação após o segundo protocolo de imersão em bebidas ácidas (t3) (figura 12).

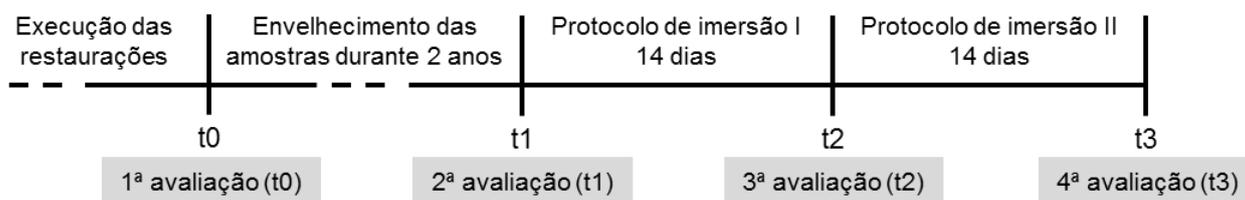


Figura 12 - Esquema de avaliações diretas qualitativas.

O processo de avaliação das restaurações foi efetuado de forma cega e independente por dois avaliadores previamente calibrados na plataforma electrónica denominada *e-calib* (www.e-calib.info) até se verificar concordância intra e inter-avaliadores para os parâmetros aplicáveis. Nos casos de discordância entre avaliadores prevaleceu o score mais severo. Os dados foram registados de forma independente por cada avaliador numa base de dados (Microsoft Excel, Microsoft® Office Professional Plus, 2010, Microsoft Corporation, EUA).

3.2.2. Avaliação indireta - Macrofotografia digital

Com as amostras secas foram efetuadas macrofotografias digitais com máquina fotográfica digital *reflex* (Canon EOS 550D; Canon Inc., Tóquio, Japão), acoplada a objectiva macro (Canon EF 100mm f/2.8 Macro USM; Canon Inc., Tóquio, Japão) e *flash* anelar (Canon MR-14 EX; Canon Inc., Tóquio, Japão), em modo manual e padronizadas com abertura F25, velocidade 1/125, ISO 100, balanço de brancos automático, focagem manual e modo de imagem “.raw” e “.jpg”.

As macrofotografias foram obtidas nos mesmos quatro tempos da avaliação direta.

As macrofotografias foram uniformizadas quanto ao tamanho, de forma a obter a imagem máxima da restauração com todas as margens/interfaces visíveis (1250x1250 *pixels*), e devidamente catalogadas e armazenadas num ficheiro Microsoft Power Point (Microsoft® Office Professional Plus, 2010, Microsoft Corporation, EUA).

Todas as amostras foram avaliadas pelos mesmos avaliadores, de forma cega, a partir das macrofotografias visualizadas num monitor Asus (sRGB IEC61966-2.1, 1440x900px, 32bit) e gráfica NVIDIA GeForce 9650M GT com o *software* Microsoft Power Point em modo de apresentação total (Microsoft® Office Professional Plus, 2010, Microsoft Corporation, EUA). Nos casos de discordância

entre avaliadores, as macrofotografias foram reavaliadas até se obter um *score* consensual. Os parâmetros avaliados foram adaptados, segundo a exequibilidade, a partir dos parâmetros da FDI anteriormente utilizados na avaliação direta, de acordo com a seguinte tabela (tabela 5):

Tabela 5 - Descrição dos parâmetros e respectivos *scores* utilizados na avaliação das amostras por macrofotografia.

PARÂMETRO	SCORES (Sc)
BRILHO SUPERFICIAL (propriedade estética)	<p>Sc 1 - Brilho superficial comparável ao dos tecidos dentários circundantes.</p> <p>Sc 2 - Superfície ligeiramente baça.</p> <p>Sc 3 - Superfície baça mas ainda aceitável.</p> <p>Sc 4 - Superfície sem brilho. Torna-se necessário refazer acabamento ou facetar.</p> <p>Sc 5 - Brilho superficial inaceitável, restauração inestética. Obrigatória a substituição.</p>
RUGOSIDADE (propriedade estética)	<p>Sc 1 - Rugosidade comparável ao dos tecidos dentários circundantes.</p> <p>Sc 2 - Presença de poros isolados (ocasionais).</p> <p>Sc 3 - Superfície rugosa mas ainda aceitável. Presença de múltiplos poros em mais do que 1/3 da superfície.</p> <p>Sc 4 - Superfície rugosa. Presença evidente de poros. Torna-se necessário refazer acabamento ou facetar.</p> <p>Sc 5 - Rugosidade inaceitável, restauração inestética. Obrigatória a substituição.</p>
PIGMENTAÇÃO MARGINAL (propriedade estética)	<p>Sc 1 - Sem evidência de pigmentação marginal.</p> <p>Sc 2 - Pigmentação marginal discreta. Não afeta as propriedades estéticas.</p> <p>Sc 3 - Pigmentação marginal moderada, mas não detectável à distância de conversação.</p> <p>Sc 4 - Presença de pigmentação marginal severa não redutível a processos de polimento. Implica a correção da restauração.</p> <p>Sc5 - Pigmentação marginal profunda e esteticamente inaceitável que exige a substituição.</p>
PIGMENTAÇÃO SUPERFICIAL (propriedade estética)	<p>Sc 1 - Sem evidência de pigmentação superficial.</p> <p>Sc 2 - Pigmentação superficial ligeira por todo o dente. Não afeta as propriedades estéticas.</p> <p>Sc 3 - Pigmentação superficial moderada, mas não detectável à distância de conversação.</p> <p>Sc 4 - Pigmentação superficial presente na restauração mas não no dente, evidente à distância de conversação. Implica a correção da restauração.</p> <p>Sc5 - Pigmentação superficial esteticamente inaceitável que exige a substituição.</p>
ADAPTAÇÃO MARGINAL (propriedade funcional)	<p>Sc 1 - Ausência de fenda marginal, continuidade harmoniosa entre as margens da restauração e o dente.</p> <p>Sc 2 - Integridade marginal ligeiramente alterada. Pequenas fraturas marginais superficiais, cuja retificação consegue-se com o re-acabamento e polimento da restauração.</p> <p>Sc 3 - Fraturas marginais pequenas ou fendas marginais, cuja correção implica sempre uma pequena lesão do tecido duro adjacente, mas não causam quaisquer consequências negativas ao dente ou tecidos circundantes caso se deixe por tratar.</p> <p>Sc 4 - Fendas localizadas que podem conduzir à exposição dentinária e base da cavidade. Obrigatória a reparação da restauração.</p> <p>Sc 5 - Fendas generalizadas no contorno da restauração com perda concomitante da mesma mas sem deslocamento completo. Substituição da restauração é obrigatória.</p>
FRATURAS E RETENÇÃO DA RESINA COMPOSTA (propriedade funcional)	<p>Sc 1 - Ausência de fissuras (<i>cracks</i>) e fraturas superficiais (<i>chipping</i>).</p> <p>Sc 2 - Pequenas fissuras tipo “fio de cabelo”.</p> <p>Sc 3 - Pequenas fissuras e fraturas superficiais mas sem alteração da qualidade marginal.</p> <p>Sc 4 - Fraturas em bloco com alteração da qualidade marginal, com ou sem perda parcial de menos de metade da restauração.</p> <p>Sc 5 - Perda parcial ou completa da restauração ou presença de fraturas em bloco com alteração da qualidade marginal.</p>
PERDA DE ESTRUTURA DENTÁRIA (propriedade biológica)	<p>Sc 1 - Completa integridade do dente restaurado.</p> <p>Sc 2 - Fratura marginal mínima e/ou fissura em “fio de cabelo” nos tecidos dentários.</p> <p>Sc 3 - Fraturas marginais dos tecidos dentários, impossíveis de eliminar sem comprometer ou lesar a superfície do dente.</p> <p>Sc 4 - Fraturas marginais no esmalte com exposição dentinária e/ou fraturas mais amplas da superfície dentária. A reparação é obrigatória.</p> <p>Sc 5 - Destruição dos tecidos dentários. A substituição é obrigatória.</p>

COR DA ESTRUTURA DENTÁRIA (propriedade biológica)	Sc 1 – Estrutura dentária sem alterações. Sc 2 – Alteração da cor da estrutura dentária para esbranquiçada. Sc 3 – Alteração da cor da estrutura dentária para castanho claro. Sc 4 – Alteração da cor da estrutura dentária para castanho escuro.
---	---

Todos os resultados foram registados numa base de dados (Microsoft Excel, Microsoft® Office Professional Plus, 2010, Microsoft Corporation, EUA), para posterior análise estatística.

Após a preparação das amostras e concluída a primeira avaliação, todas as amostras foram mantidas em água e armazenadas a temperatura constante de 4/5°C, durante dois anos, no Laboratório de Ensaios Mecânicos, sob coordenação do Prof. Doutor João Carlos Ramos. Após este período efetuou-se a 2ª avaliação das amostras em moldes análogos aos descritos para a 1ª avaliação, antes de se iniciar a segunda fase do estudo referente à exposição a bebidas ácidas.

3.3. Exposição a bebidas ácidas

Após os dois anos de envelhecimento em meio aquoso e no final da 2ª avaliação, as amostras foram inseridas individualmente em cassetes histológicas devidamente identificadas, separadas por grupos e de acordo com a aleatorização previamente efetuada na distribuição pelos grupos (tabela 6). De seguida foram colocadas em copos de precipitação de vidro com 1000ml de capacidade de modo a permitir o protocolo de imersão na bebida correspondente (figura 13). Esta 2ª fase do protocolo de exposição a bebidas ácidas foi realizada no Laboratório de Tecidos Duros da FMUC sob coordenação do Prof. Doutor Fernando Guerra.

Tabela 6 - Distribuição das amostras pelos grupos.

Grupo	Sistema adesivo	Bebida
I	Prime&Bond® NT™ 	Isostar® 
II	Xeno® V+ 	Isostar® 
III	Prime&Bond® NT™ 	Red Bull® 

IV	Xeno® V+ 	Red Bull® 
V	Prime&Bond® NT™ 	Coca-Cola® (clássica) 
VI	Xeno® V+ 	Coca-Cola® (clássica) 
VII	Prime&Bond® NT™ 	Saliva artificial
VIII	Xeno® V+ 	Saliva artificial



Figura 13 – Amostras identificadas e submetidas às respectivas bebidas.

3.3.1. Seleção das bebidas para estudo

Para o estudo experimental *in vitro* foram selecionadas três bebidas comerciais, duas desportivas isotónicas (Isostar®, Red Bull®), um refrigerante ácido não tamponado (Coca-Cola®) e saliva artificial como controlo negativo, cujas características se descrevem na Tabela 7.

Tabela 7 - Características das bebidas utilizadas (fabricante, lote, validade e composição, segundo o fabricante).

Bebida	Fabricante	Lote	Validade	Composição
Isostar® (sabor a limão) 	Nutrition et Santé S.A.S., Revel, França	LH339	05/12/2014	Água, sacarose, xarope de glucose, ácido cítrico, maltodextrinas, aroma natural de limão e outros aromas naturais, citrato de sódio, fosfato de cálcio, carbonato de magnésio, cloreto de sódio, cloreto de potássio, estabilizantes E414 e E445. Antioxidante E30, vitamina B1
Red Bull® 	Red Bull GmbH, Fuschl am See, Austria	1314845	09/09/2015	Água, sacarose, glucose, citrato de sódio, carbonato de magnésio, dióxido de carbono, ácido cítrico, taurina (0,4%), cafeína (0,03%), glucoronolactona, inositol, vitaminas (niacina, ácido pantoténico, B6, B12), aromas, corantes (caramelo, riboflavina)
Coca-Cola® (clássica) 	Coca-Cola Iberian Partners, S.A., Paseo de la Castellana, Madrid, Espanha	L6W2339	19/08/2014	Água, frutose, dióxido de carbono, ácido fosfórico E-338, corante de caramelo E150-d, aromas naturais, cafeína
Saliva artificial	Laboratório de Tecidos Duros da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra			Água destilada, cloreto de potássio, bicarbonato de sódio, fosfato monossódico, tiocianato de potássio, ácido láctico

3.3.2. Protocolo de imersão I

As amostras de cada grupo foram imersas em saliva artificial e armazenadas em estufa a 37°C (Heraeus BK6160, Kelvitron® Kp, Wehrheim, Alemanha). As bebidas comerciais foram

armazenadas a 5°C. Cada grupo foi submetido à imersão de 250ml da bebida correspondente (figura 14) durante 14 dias consecutivos, duas vezes por dia (às 12h e às 21h), durante 4 minutos de cada vez. A bebida contacta com as amostras a cerca de 5°C e as amostras são novamente colocadas na estufa a 37°C durante os 4 minutos de imersão. Para os grupos controlo VII e VIII apenas foi substituída a saliva artificial às mesmas horas. A substituição das bebidas teste foi efetuada sempre com a utilização de embalagens novas.

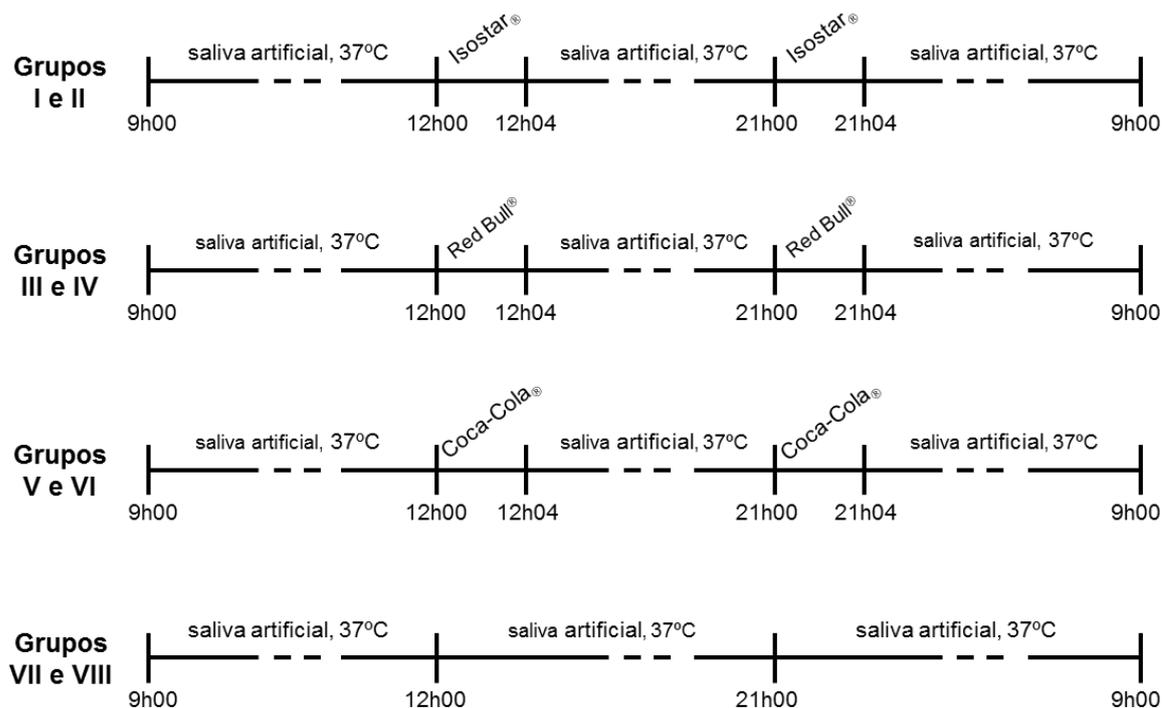


Figura 14 - Esquema do protocolo de imersão I.

Após este primeiro protocolo de exposição às bebidas foi efetuada a terceira avaliação das restaurações, segundo a metodologia descrita anteriormente.

De seguida as amostras foram armazenadas em saliva artificial durante 7 dias antes de se iniciar o protocolo de imersão II.

3.3.3. Protocolo de imersão II

As amostras de cada grupo foram imersas em 250ml da bebida teste correspondente (figura 15), durante 14 dias consecutivos e armazenadas em estufa a 37°C (Heraeus BK6160, Kelvitron® Kp, Wehrheim, Alemanha). Durante este período, as bebidas dos 8 grupos foram substituídas a cada 24 horas. Durante cada substituição, as bebidas teste foram removidas dos copos de precipitação e as amostras imersas em água destilada durante 5 minutos à temperatura ambiente num banho de ultrassons (L&R TRANSISTOR/ ULTRASONIC T-14, L&R Manufacturing Company, New Jersey, EUA). A substituição diária das bebidas teste foi efetuada sempre com a utilização de embalagens novas.

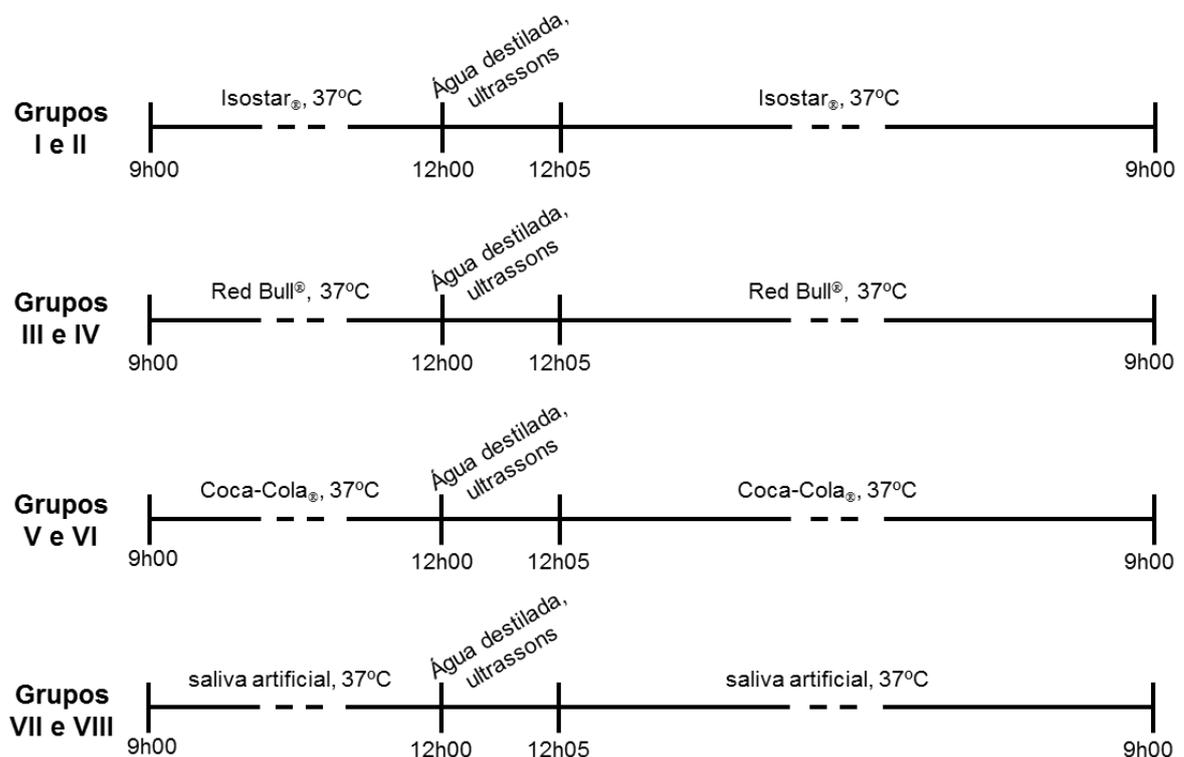


Figura 15 - Esquema do protocolo de imersão II.

Após este segundo protocolo de imersão, as amostras foram lavadas em água destilada e foi efetuada a quarta e última avaliação das restaurações, segundo a metodologia descrita anteriormente.

3.4. Análise química das bebidas selecionadas

Para todas as bebidas testadas foi determinado o respetivo valor de pH e capacidade tampão à temperatura ambiente.

O valor de pH foi determinado com recurso a um medidor de pH Eutech Instruments 700 (Eutech Instruments Pte Lda, Ayer Rajah Crescent, Singapore) (figura 16) no laboratório do Instituto de Farmacologia e Terapêutica Experimental da FMUC sob supervisão do Prof. Doutor Fontes Ribeiro e colaboração do Prof. Doutor Frederico Pereira. O eléctrodo medidor de pH foi calibrado antes de cada utilização com soluções tampão *standard*.

A capacidade tampão foi determinada no laboratório do Centro de Neurociências e Biologia Celular da Universidade de Coimbra, sob supervisão do Prof. Doutor João Peça, através da medição do volume de solução de 0.1M de NaOH adicionado necessário para obter o pH=7.0 para 50ml de cada uma das bebidas à temperatura ambiente. Para a saliva artificial, dado apresentar um pH básico, a capacidade tampão foi determinada pela medição do volume de solução de 0.1M de HCl adicionado necessário para obter o pH=7. A medição foi efetuada com agitação contínua a 400 rpm (Isotemp™ Fisher Scientific™, Iowa, U.S.A.) e com constante medição de pH. Todas as medições foram efetuadas duas vezes de modo a obter resultados mais fidedignos.

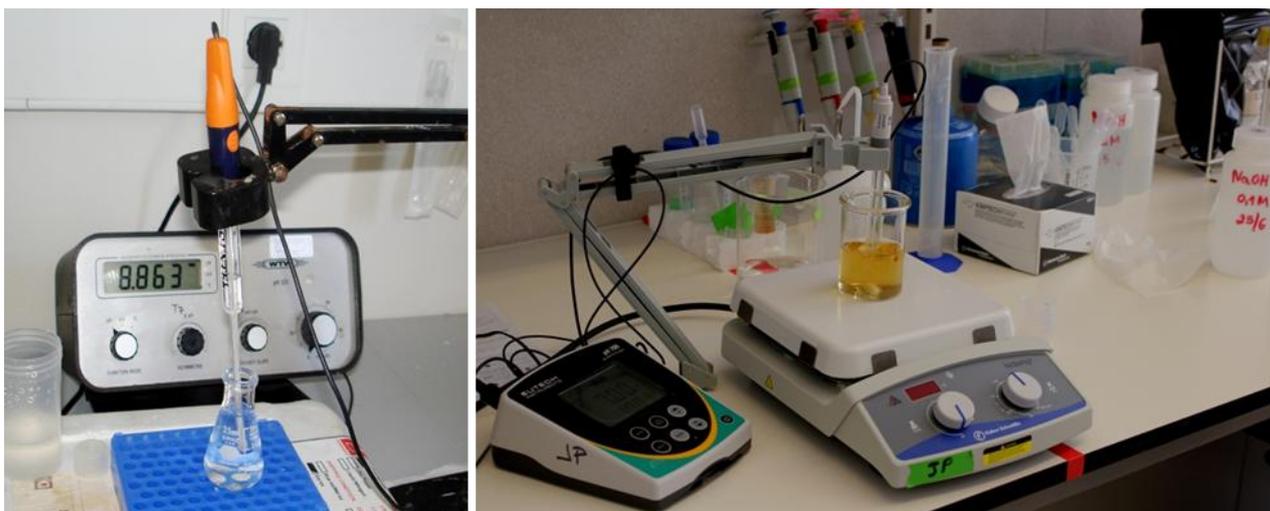


Figura 16 - Medição do pH e da capacidade tampão das bebidas utilizadas no estudo.

3.5. Análise estatística

A análise estatística foi efetuada com o programa IBM SPSS *Statistics* 20.0® (SPSS Inc., Chicago, IL, EUA). Foram utilizadas estatísticas descritivas para as frequências da avaliação qualitativa e da avaliação fotográfica para todas as propriedades avaliadas e respectivos parâmetros, nos quatro tempos de avaliação (t0 a t3). Os índices de concordância entre os métodos de avaliação direta e de avaliação fotográfica foram determinados pelo Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC). Dada a natureza ordinal dos dados foram utilizados testes não-paramétricos para as avaliações intra e inter-grupos. Para a avaliação de cada grupo ao longo dos quatro momentos de avaliação foi utilizado o teste de Friedman para amostras emparelhadas e comparações par-a-par com o teste de Wilcoxon. Comparações inter-grupos foram efetuadas com recurso ao teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney.

O nível de significância estatística estabeleceu-se em $\alpha=0.05$ para todas as análises.

4. Resultados

4.1. Análise das amostras

A avaliação das amostras foi efetuada por dois métodos: avaliação direta e avaliação indireta a partir de ampliações de macrofotografias digitais. Para verificar a concordância dos dois métodos de avaliação efetuou-se uma análise recorrendo ao coeficiente de correlação intraclasse (ICC) para os *scores* finais atribuídos a cada amostra para todas as propriedades em todos os momentos de avaliação. Desta análise (tabela 8) verifica-se que não existe concordância máxima entre ambos os métodos para algumas propriedades, cujos resultados serão explanados separadamente. A concordância variou de satisfatória a pobre para as propriedades estéticas, entre satisfatória e excelente para as propriedades funcionais, a excelente em todos os períodos de avaliação para as propriedades biológicas.

Tabela 8: Coeficientes de correlação intraclasse entre os dois métodos de avaliação determinados pelo modelo de efeitos aleatórios, considerando a definição de concordância absoluta o valor unitário. Todos os valores apresentados correspondem a $p < 0.01$.

		Propriedades Estéticas	Propriedades Funcionais	Propriedades Biológicas
t0	ICC	0.305	0.535	1
t1	ICC	0.415	0.622	1
t2	ICC	0.384	0.765	1
t3	ICC	0.475	0.983	0.972

4.1.1. Avaliação direta

Cada amostra foi avaliada nos quatro tempos de avaliação (t0 - imediatamente após as restaurações; t1 - após dois anos de envelhecimento em água e imediatamente antes do protocolo de imersão I; t2 - após protocolo de imersão I; t3 - após protocolo de imersão II) de acordo com diversos parâmetros, agrupados em três tipos de propriedades: estéticas, funcionais e biológicas. Relativamente às propriedades estéticas e funcionais foi associado para estudo estatístico o *score* final respectivo, que corresponde ao pior registo dos parâmetros específicos de cada propriedade. Nas tabelas 9 a 20 estão descritas as frequências absolutas das classificações de cada parâmetro em cada período de avaliação, estando as tabelas divididas pelo sistema adesivo utilizado e pelas propriedades avaliadas. Para avaliação longitudinal das amostras em cada grupo é apresentado o resultado do teste de Friedman, que é complementado pelo teste de Wilcoxon para os resultados estatisticamente significativos de modo a compreender em que fases de avaliação (t0 a t3) ocorreram as alterações significativas.

A distribuição percentual dos *scores* das propriedades estéticas e respetivos parâmetros para os quatro períodos de avaliação estão representados nos gráficos 1, 2 e 3.

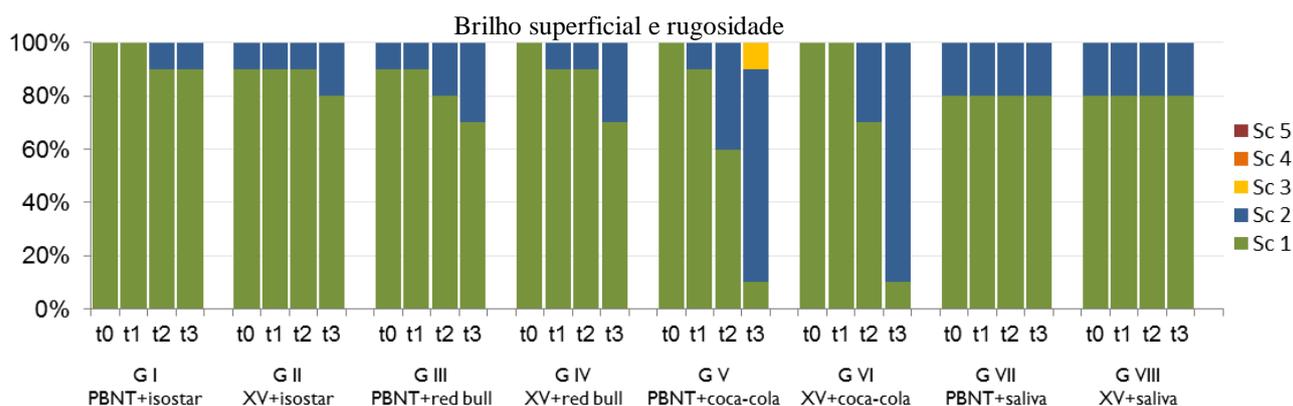


Gráfico 1 – Distribuição percentual dos *scores* do brilho superficial e rugosidade na avaliação direta.

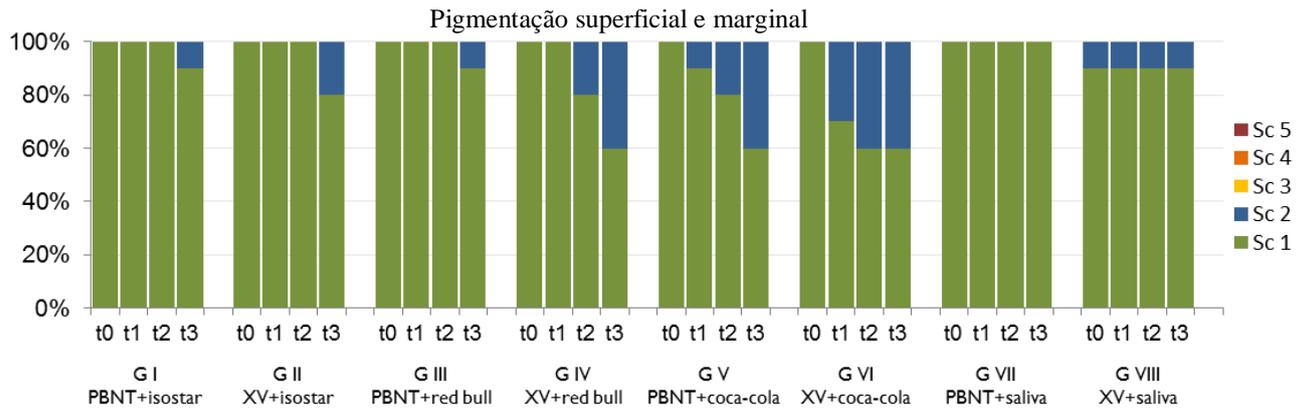


Gráfico 2 – Distribuição percentual dos scores da pigmentação superficial e marginal na avaliação direta.

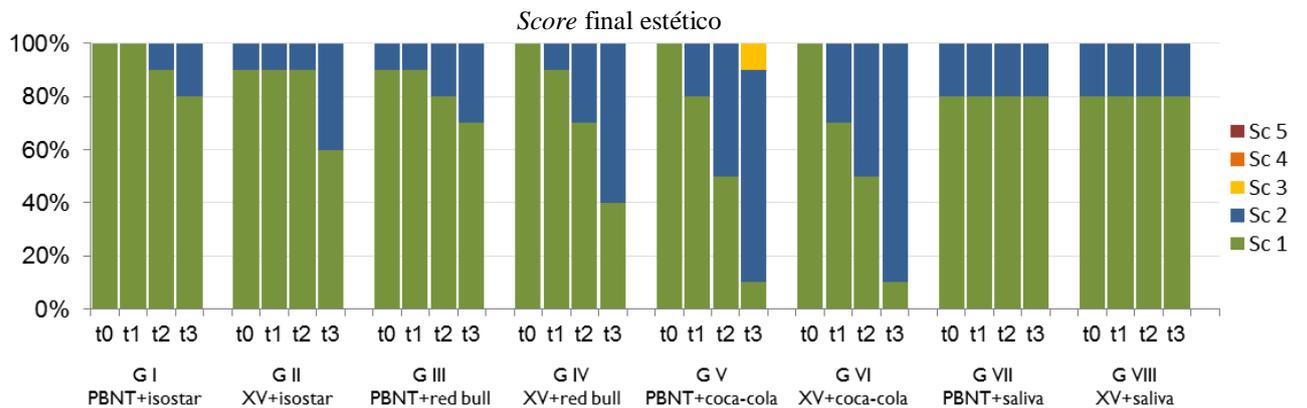


Gráfico 3 – Distribuição percentual do score final estético na avaliação direta.

Relativamente às propriedades estéticas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 9), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo para todos os parâmetros no grupo da Coca-Cola®. Para os grupos do Isostar® e do Red Bull® o agravamento não foi estatisticamente significativo e para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para o grupo da Coca-Cola® (tabela 10), confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para o brilho superficial e rugosidade e score final estético ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II. Para a pigmentação superficial e marginal o agravamento foi menos acentuado e mais distribuído ao longo do tempo, pelo que só existe diferença estatisticamente significativa de t0 para t3.

Relativamente às propriedades estéticas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+ (tabela 11), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo para todos os parâmetros no grupo da Coca-Cola®, tal como para o grupo do Prime&Bond®NT™. Contudo,

contrariamente a este grupo, também se verificou um agravamento significativo para a pigmentação superficial e marginal e *score* final estético no grupo do Red Bull® e para o *score* final estético no grupo do Isostar®. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para o grupo da Coca-Cola® (tabela 12), confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para o brilho superficial e rugosidade e *score* final estético ocorreram também de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II. Para a pigmentação superficial e marginal o agravamento foi menos acentuado e mais distribuído ao longo do tempo, pelo que só existe diferença estatisticamente significativa de t0 para t3. Para o grupo do Red Bull® confirma-se que o agravamento foi menos acentuado e mais distribuído ao longo do tempo, pelo que só existe diferença estatisticamente significativa de t0 para t3. Para o grupo do Isostar® e pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ (tabela 12) não se detectam agravamentos estatisticamente significativos.

A distribuição percentual dos *scores* das propriedades funcionais e respetivos parâmetros para os quatro períodos de avaliação estão representados nos gráficos 4, 5 e 6.

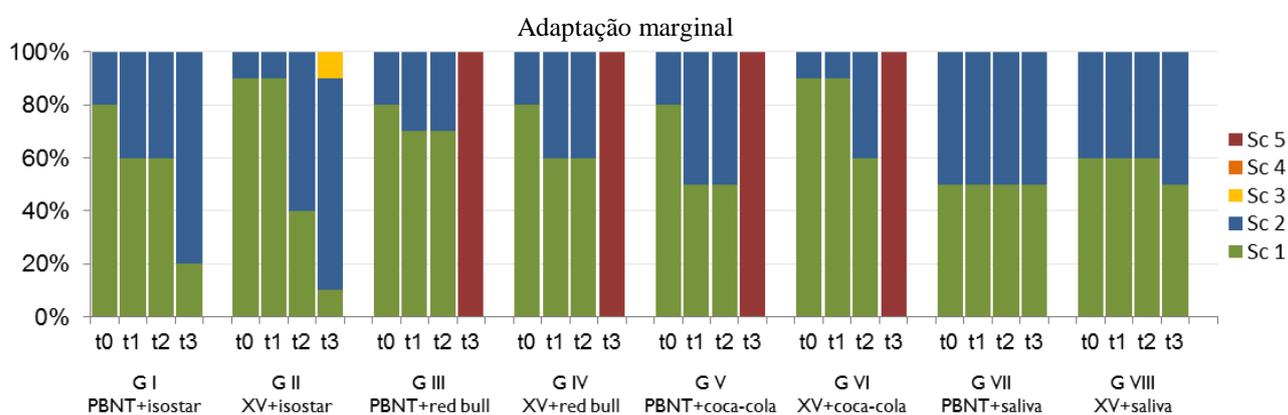


Gráfico 4 – Distribuição percentual dos *scores* da adaptação marginal na avaliação direta.

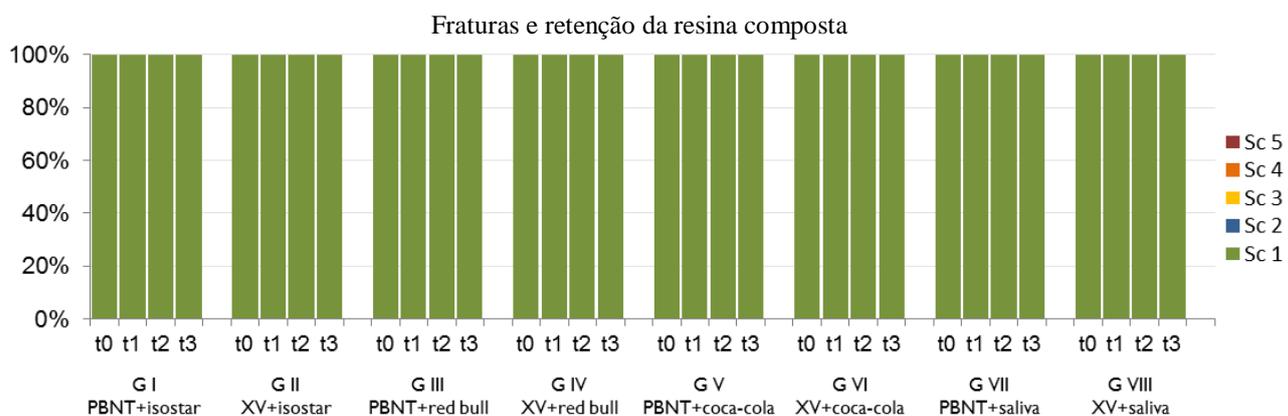


Gráfico 5 – Distribuição percentual dos *scores* das fraturas e retenção da resina composta na avaliação direta.

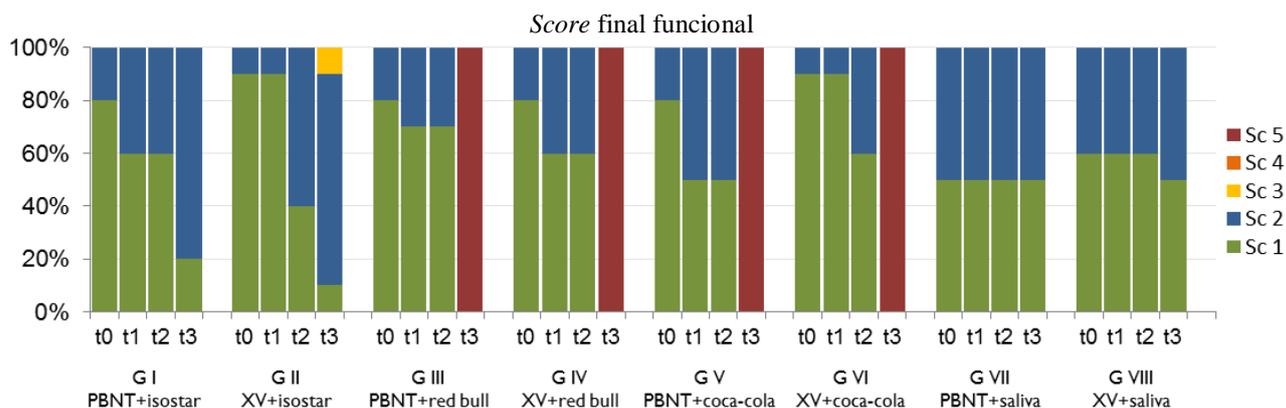


Gráfico 6 – Distribuição percentual do score final funcional na avaliação direta.

Relativamente às propriedades funcionais das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 13), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo para todos os parâmetros exceto para as fraturas e retenção da resina composta nos grupos submetidos às três bebidas ácidas. Para o parâmetro fraturas e retenção da resina composta não houve qualquer alteração em nenhum dos grupos. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada em qualquer parâmetro. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos da Coca-Cola®, do Isostar® e do Red Bull® (tabela 14), confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para a adaptação marginal e score final funcional ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II.

Relativamente às propriedades funcionais das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V⁺ (tabela 15), verificou-se igualmente um agravamento estatisticamente significativo para todos os parâmetros exceto as fraturas e retenção da resina composta nos grupos submetidos às três bebidas ácidas. Para o parâmetro fraturas e retenção da resina composta não houve qualquer alteração em nenhum dos grupos. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos da Coca-Cola® e do Red Bull® (tabela 16) confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para a adaptação marginal e score final funcional ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II. Para o grupo do Isostar® os agravamentos estatisticamente significativos para adaptação marginal e score final funcional ocorreram mais precocemente de t1 para t2, ou seja, logo após o protocolo de imersão I; de t2 para t3 também ocorreu agravamento, mas não estatisticamente significativos pela análise de Wilcoxon.

A distribuição percentual dos scores das propriedades biológicas e respetivo parâmetro para os quatro períodos de avaliação estão representados no gráfico 7.

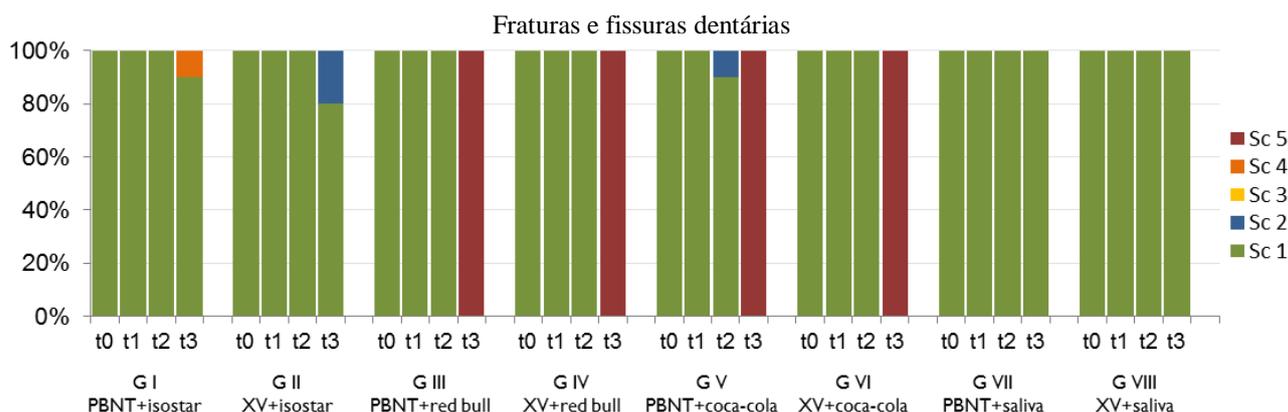


Gráfico 7 – Distribuição percentual dos scores das fraturas e fissuras dentárias na avaliação direta.

Relativamente às propriedades biológicas, baseadas unicamente no parâmetro fraturas e fissuras dentárias, nas amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 17), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo nos grupos do Red Bull® e da Coca-Cola®. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos do Red Bull® e da Coca-Cola® (tabela 18) confirmou-se que os agravamentos estatisticamente significativos para as fraturas e fissuras dentárias ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II.

Resultados idênticos verificaram-se relativamente às propriedades biológicas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V⁺ (tabelas 19 e 20).

A comparação entre grupos de cada parâmetro da avaliação direta para os quatro períodos de avaliação está representada na tabela 21.

Tabela 21: Comparação inter-grupos de cada parâmetro da avaliação direta para os quatro períodos de avaliação. Teste de Kruskal-Wallis para amostras independentes para $p < 0.05$. Valores estatisticamente significativos a sombreado.

		t0	t1	t2	t3
Propriedades Estéticas	Brilho Superficial e Rugosidade	$X^2(7)=7.8$ $p=0.348$	$X^2(7)=4.4$ $p=0.734$	$X^2(7)=4.9$ $p=0.668$	$X^2(7)=31.0$ $p < 0.001$
	Pigmentação Superficial e Marginal	$X^2(7)=7.0$ $p=0.429$	$X^2(7)=13.3$ $p=0.066$	$X^2(7)=14.7$ $p=0.040$	$X^2(7)=11.1$ $p=0.133$
	Score final estético	$X^2(7)=7.8$ $p=0.348$	$X^2(7)=4.6$ $p=0.703$	$X^2(7)=9.1$ $p=0.244$	$X^2(7)=26.1$ $p < 0.001$
Propriedades Funcionais	Adaptação Marginal	$X^2(7)=7.6$ $p=0.372$	$X^2(7)=7.9$ $p=0.342$	$X^2(7)=2.4$ $p=0.937$	$X^2(7)=72.2$ $p < 0.001$
	Fraturas e Retenção da Resina Composta	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$
	Score final funcional	$X^2(7)=7.6$ $p=0.372$	$X^2(7)=7.9$ $p=0.342$	$X^2(7)=2.4$ $p=0.937$	$X^2(7)=72.2$ $p < 0.001$
Propriedades Biológicas	Fraturas e Fissuras Dentárias	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=7.0$ $p=0.429$	$X^2(7)=76.6$ $p < 0.001$

Em t2, a diferença estatisticamente significativa encontrada é entre o grupo VI (Xeno V+ e Coca-Cola®) e os grupos I, II, III e VII (U=30, Z=-2.179, p=0.029).

Em t3, as diferenças estatisticamente significativas encontradas nas propriedades estéticas são de uma forma geral relativas à comparação entre os grupos V e VI (Coca-Cola®) com os restantes (tabelas 22 e 23, anexo 2).

Para as propriedades funcionais (apenas o parâmetro adaptação marginal) as diferenças encontradas são de uma forma geral entre os grupos III, IV, V e VI (Red Bull® e Coca-Cola®) com os restantes. Entre si não existem diferenças estatisticamente significativas (tabela 24, anexo 2).

Para as propriedades biológicas também os grupos III, IV, V e VI são diferentes em comparação com os restantes, não sendo diferentes entre si (tabela 25, anexo 2).

4.1.2. Avaliação indireta

A avaliação das amostras com base nos registos fotográficos digitais foi efectuada por dois avaliadores e usando o *score* consensual. Relativamente às propriedades estéticas e funcionais foi associado para estudo estatístico o *score* final respetivo, que corresponde ao pior registo dos parâmetros específicos de cada propriedade.

A distribuição percentual dos *scores* das propriedades estéticas e respetivos parâmetros para os quatro períodos de avaliação estão representados nos gráficos 8, 9, 10, 11 e 12.

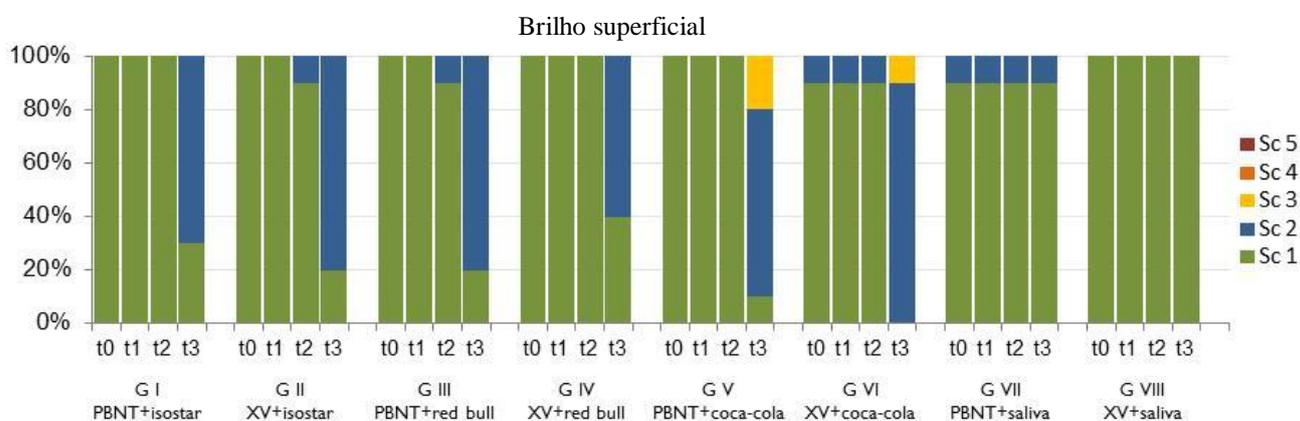


Gráfico 8 – Distribuição percentual dos *scores* do brilho superficial na avaliação indireta.

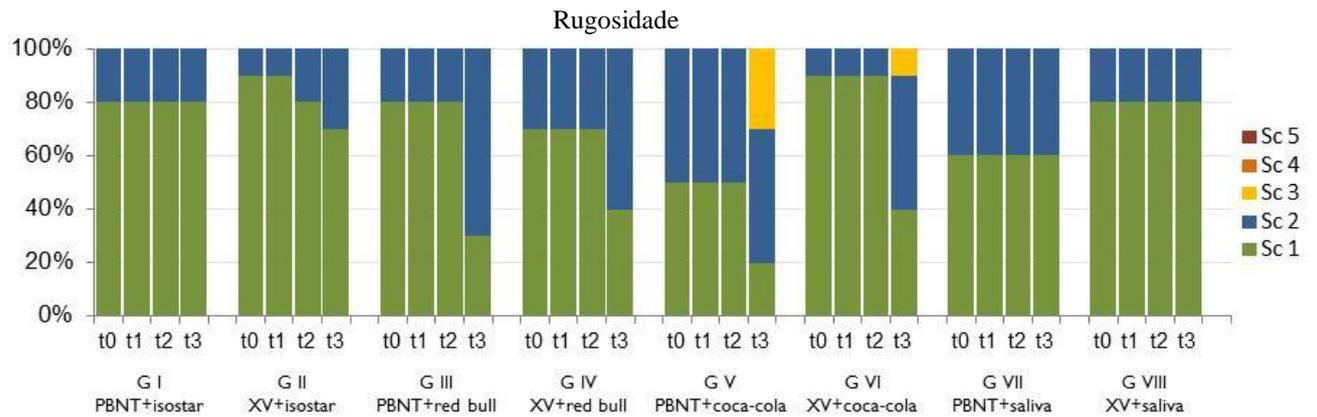


Gráfico 9 – Distribuição percentual dos scores da rugosidade na avaliação indireta.

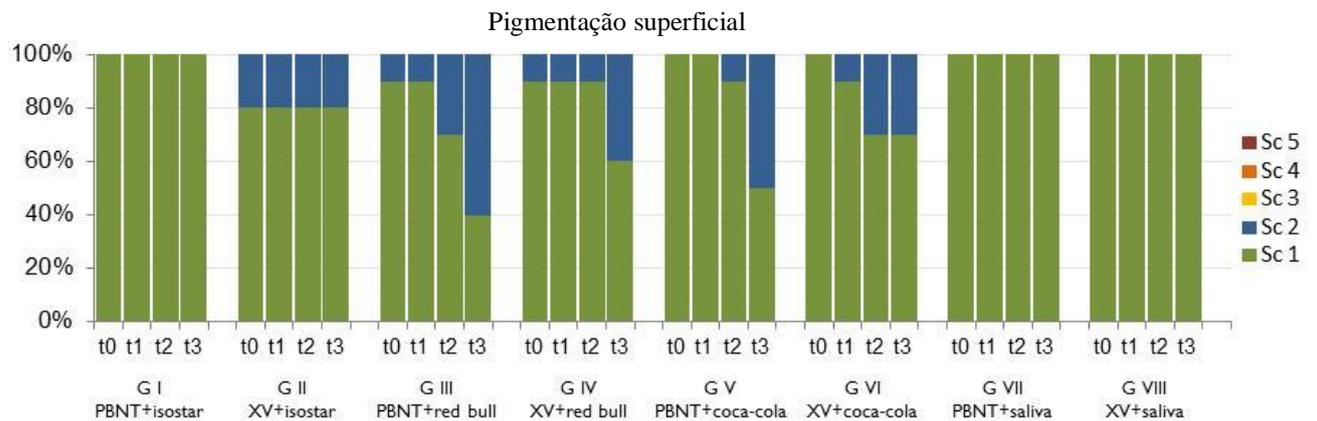


Gráfico 10 – Distribuição percentual dos scores da pigmentação superficial na avaliação indireta.

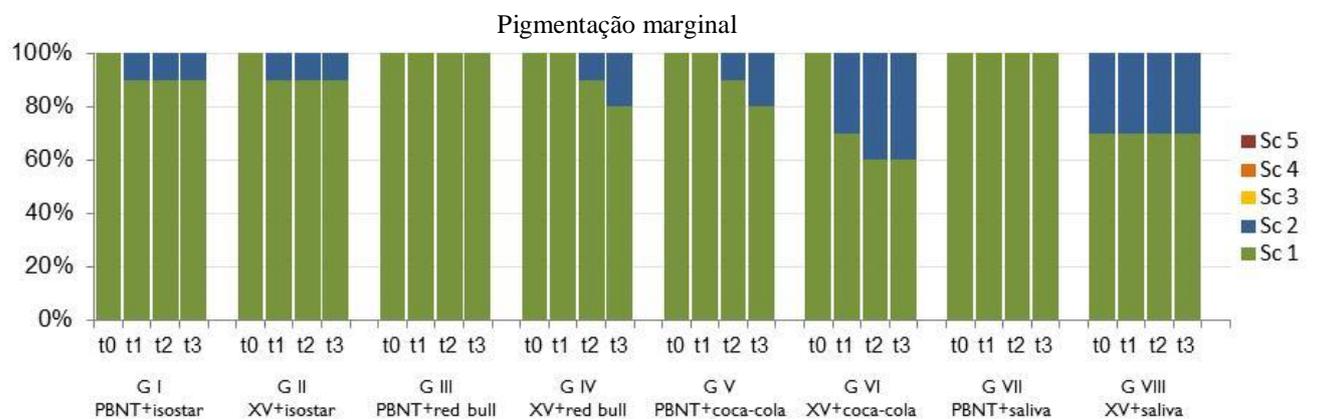


Gráfico 11 – Distribuição percentual dos scores da pigmentação marginal na avaliação indireta.

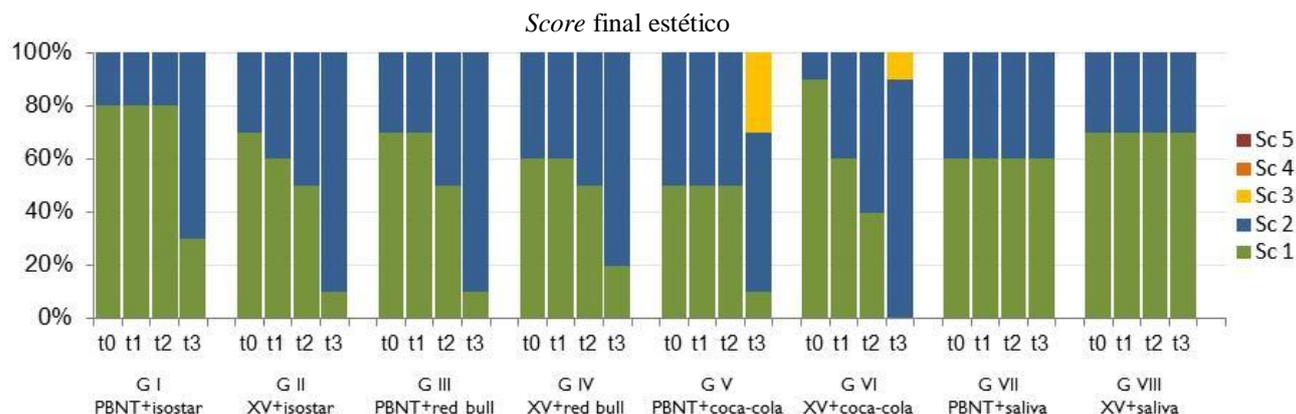


Gráfico 12 – Distribuição percentual do *score* final estético na avaliação indireta.

Nas tabelas 26 a 37 estão descritas as frequências absolutas das classificações de cada parâmetro em cada período de avaliação, estando as tabelas divididas pelo sistema adesivo utilizado e pelas propriedades avaliadas. Para a avaliação longitudinal das amostras em cada grupo é apresentado o resultado do teste de Friedman, que é complementado pelo teste de Wilcoxon para os resultados estatisticamente significativos de modo a compreender em que fases da avaliação (t0 a t3) ocorreram as alterações significativas.

Relativamente às propriedades estéticas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 26), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo dos parâmetros brilho superficial e *score* final estético para o grupo do Isostar®; dos parâmetros brilho superficial, rugosidade, pigmentação superficial e *score* final estético para os grupos do Red Bull® e da Coca-Cola®. Para o parâmetro pigmentação marginal não houve agravamentos estatisticamente significativos em nenhum dos grupos. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ (tabela 27), verificaram-se que todos os agravamentos estatisticamente significativos dos parâmetros assinalados ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II, com exceção da pigmentação superficial no grupo do Red Bull® em que o agravamento foi menos acentuado e mais distribuído ao longo do tempo, pelo que só existe diferença estatisticamente significativa de t0 para t3.

Relativamente às propriedades estéticas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+ (tabela 28) verificou-se um agravamento estatisticamente significativo dos parâmetros brilho superficial e *score* final estético para o grupo do Isostar®; dos parâmetros brilho superficial, rugosidade, pigmentação superficial e *score* final estético para o grupo do Red Bull®; dos parâmetros brilho superficial, rugosidade, pigmentação marginal e *score* final estético para o grupo

da Coca-Cola®. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ (tabela 29) verificaram-se que todos os agravamentos estatisticamente significativos dos parâmetros assinalados ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II, com exceção da pigmentação marginal no grupo da Coca-Cola® e do *score* final estético para o grupo do Red Bull®, em que o agravamento foi menos abrupto e mais distribuído ao longo do tempo, pelo que só existe diferença estatisticamente significativa de t0 para t3. Para os parâmetros pigmentação superficial e rugosidade no grupo do Red Bull® não houve agravamento estatisticamente significativo pelo teste de Wilcoxon.

A distribuição percentual dos *scores* das propriedades funcionais e respetivos parâmetros para os quatro períodos de avaliação estão representados nos gráficos 13, 14 e 15.

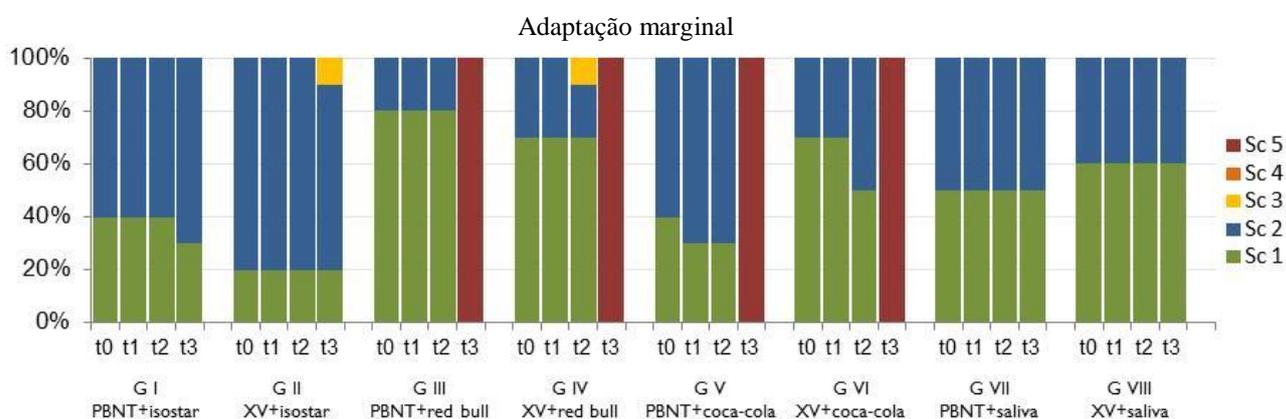


Gráfico 13 – Distribuição percentual dos *scores* da adaptação marginal na avaliação indireta.

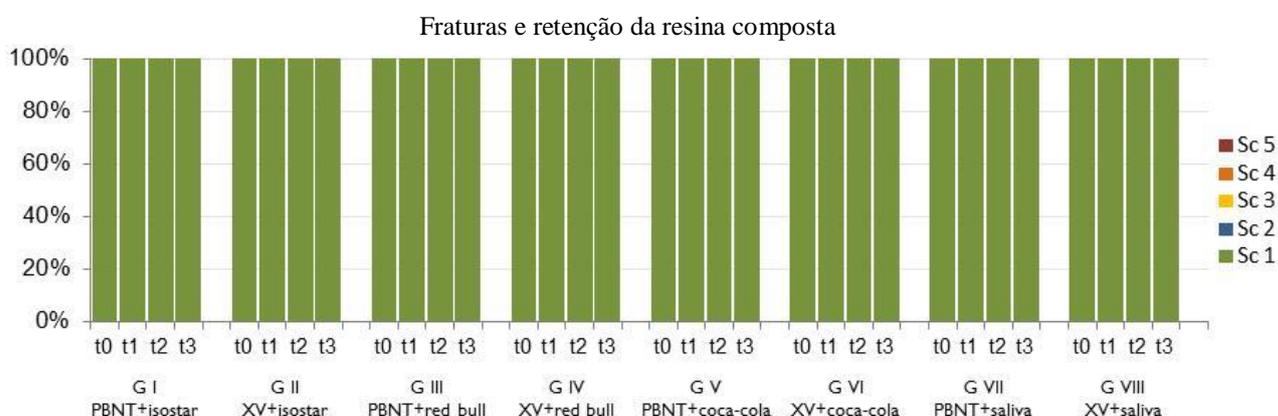


Gráfico 14 – Distribuição percentual dos *scores* das fraturas e retenção da resina composta na avaliação indireta.

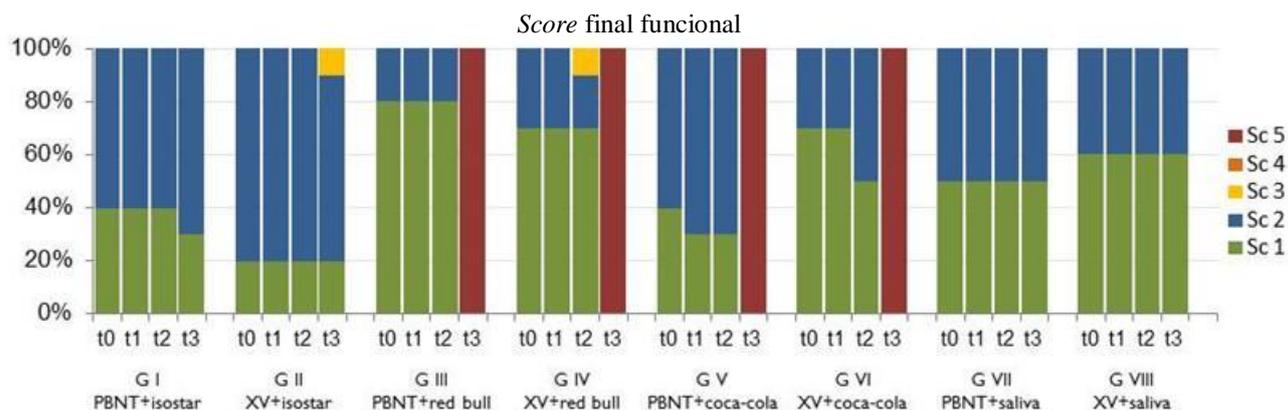


Gráfico 15 – Distribuição percentual do *score* final funcional na avaliação indireta.

Relativamente às propriedades funcionais das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 30) verificou-se um agravamento estatisticamente significativo para os parâmetros adaptação marginal e *score* final funcional para os grupos do Red Bull® e da Coca-Cola®. Para o grupo do Isostar® verificou-se um agravamento da adaptação marginal mas não estatisticamente significativo. Para o parâmetro fraturas e retenção da resina composta não houve qualquer alteração em nenhum dos grupos. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos do Red Bull® e da Coca-Cola® (tabela 31), confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para a adaptação marginal e *score* final funcional ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II.

Relativamente às propriedades funcionais das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+ (tabela 32), verificou-se igualmente um agravamento estatisticamente significativo para todos os parâmetros exceto as fraturas e retenção da resina composta nos grupos do Red Bull® e da Coca-Cola®. Para o grupo do Isostar® verificou-se um agravamento da adaptação marginal mas não estatisticamente significativo. Para o parâmetro fraturas e retenção da resina composta não houve qualquer alteração em nenhum dos grupos. Para o grupo da saliva artificial não houve qualquer alteração. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos da Coca-Cola® e do Red Bull® (tabela 33) confirma-se também que os agravamentos estatisticamente significativos para a adaptação marginal e *score* final funcional ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II.

A distribuição percentual dos *scores* das propriedades biológicas e respetivo parâmetro para os quatro períodos de avaliação estão representados no gráfico 16.

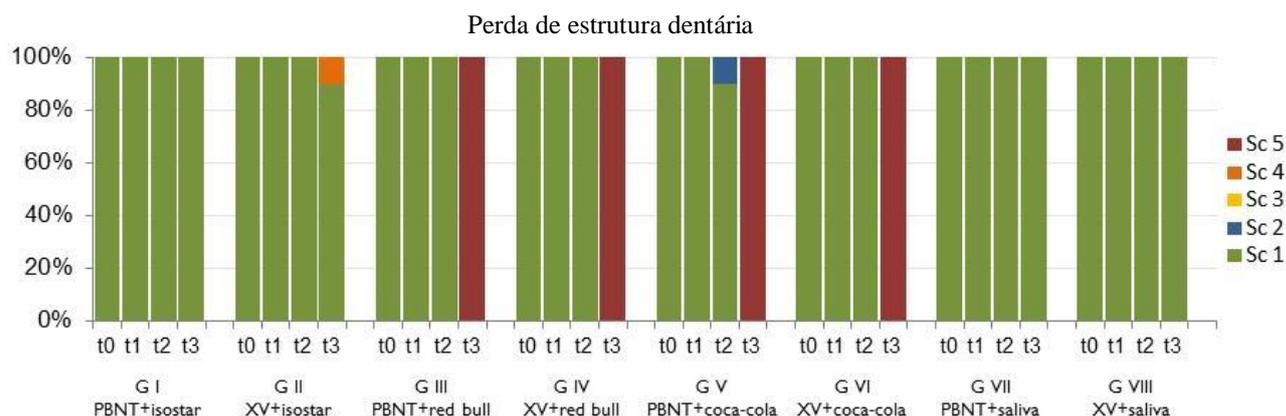


Gráfico 16 – Distribuição percentual dos scores da perda de estrutura dentária na avaliação indireta.

Relativamente às propriedades biológicas referentes ao parâmetro único de perda de estrutura dentária nas amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™ (tabela 34), verificou-se um agravamento estatisticamente significativo nos grupos do Red Bull® e da Coca-Cola®. Para os grupos do Isostar® e da saliva artificial não houve qualquer diferença verificada. Pela análise da tabela de Wilcoxon para $p < 0.05$ e para os grupos do Red Bull® e da Coca-Cola® (tabela 35), confirma-se que os agravamentos estatisticamente significativos para a perda de estrutura dentária ocorreram de t2 para t3, ou seja, após o protocolo de imersão II.

Resultados idênticos verificaram-se relativamente às propriedades biológicas das amostras em que foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+ (tabelas 37 e 37).

Em relação às alterações de cor da estrutura dentária avaliadas por fotografia, independentemente do sistema adesivo utilizado, após t2 e t3 existem alterações específicas associadas às bebidas (tabelas 38 e 39). Na avaliação t2 (após protocolo de imersão I), 20% das amostras imersas no Isostar® e 95% das amostras imersas no Red Bull® ficaram com a estrutura dentária “esbranquiçada”, enquanto 95% das amostras imersas na Coca-Cola® ficaram com a estrutura dentária de cor castanho claro. Na avaliação t3 (após o protocolo de imersão II) todas as amostras imersas no Isostar® ficaram com a estrutura dentária “esbranquiçada”, todas as amostras imersas no Red Bull® ficaram de cor castanho claro e todas as amostras imersas na Coca-Cola® ficaram de cor castanho escuro. Em nenhuma avaliação houve alteração de cor da estrutura dentária para as amostras imersas em saliva artificial.

Quando é considerado o tipo de sistema adesivo utilizado, a associação entre as variáveis mantém-se para t2 ($\chi^2(14)=132.5$; $p < 0.01$) e para t3 ($\chi^2(21)=240.0$; $p < 0.01$).

Tabela 38: Relação entre a cor da estrutura dentária e as bebidas utilizadas, após o protocolo de imersão I (t2). $\chi^2(6)=130.8$; $p<0.01$.

		Bebida				Total
		Isostar	Red Bull	Coca-Cola	Saliva	
Cor da estrutura dentária	Sem alterações	80%	5%	5%	100%	47.5%
	“Esbranquiçada”	20%	95%	0	0	28.7%
	Castanho claro	0	0	95%	0	23.8%
	Castanho escuro	0	0	0	0	0

Tabela 39: Relação entre a cor da estrutura dentária e as bebidas utilizadas, após o protocolo de imersão II (t3). $\chi^2(9)=240.0$; $p<0.01$.

		Bebida				Total
		Isostar	Red Bull	Coca-Cola	Saliva	
Cor da estrutura dentária	Sem alterações	0	0	0	100%	25%
	“Esbranquiçada”	100%	0	0	0	25%
	Castanho claro	0	100%	0	0	25%
	Castanho escuro	0	0	100%	0	25%

A comparação entre grupos de cada parâmetro da avaliação indireta a partir de macrofotografias para os quatro períodos de avaliação está representada na tabela 40 e só ocorreram em t3.

Tabela 40: Comparação inter-grupos de cada parâmetro da avaliação indireta a partir de macrofotografias para os quatro períodos de avaliação. Teste de Kruskal-Wallis para amostras independentes para $p < 0.05$. Valores estatisticamente significativos a sombreado.

		t0	t1	t2	t3
Propriedades Estéticas	Brilho Superficial	$X^2(7)=6.1$ $p=0.531$	$X^2(7)=6.1$ $p=0.531$	$X^2(7)=4.2$ $p=0.761$	$X^2(7)=39.7$ $p < 0.001$
	Rugosidade	$X^2(7)=7.4$ $p=0.391$	$X^2(7)=7.4$ $p=0.391$	$X^2(7)=6.1$ $p=0.533$	$X^2(7)=17.3$ $p=0.015$
	Pigmentação Superficial	$X^2(7)=8.3$ $p=0.306$	$X^2(7)=8.3$ $p=0.306$	$X^2(7)=10.1$ $p=0.140$	$X^2(7)=26.4$ $p < 0.001$
	Pigmentação Marginal	$X^2(7)=7.0$ $p=0.429$	$X^2(7)=10.1$ $p=0.153$	$X^2(7)=10.8$ $p=0.150$	$X^2(7)=9.9$ $p=0.195$
	Score final estético	$X^2(7)=5.0$ $p=0.660$	$X^2(7)=2.5$ $p=0.926$	$X^2(7)=3.8$ $p=0.798$	$X^2(7)=25.4$ $p=0.001$
Propriedades Funcionais	Adaptação Marginal	$X^2(7)=11.1$ $p=0.135$	$X^2(7)=12.5$ $p=0.086$	$X^2(7)=10.0$ $p=0.190$	$X^2(7)=71.3$ $p < 0.001$
	Fraturas e Retenção da Resina Composta	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$
	Score final funcional	$X^2(7)=11.1$ $p=0.135$	$X^2(7)=12.5$ $p=0.086$	$X^2(7)=10.0$ $p=0.190$	$X^2(7)=71.3$ $p < 0.001$
Propriedades Biológicas	Perda de Estrutura Dentária	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=0.0$ $p > 0.05$	$X^2(7)=7.0$ $p=0.429$	$X^2(7)=78.1$ $p < 0.001$

Para o parâmetro do brilho superficial, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para todos os grupos das bebidas ácidas com os grupos da saliva artificial. No entanto, não foram encontradas diferenças entre si (tabela 41, anexo 2).

Para o parâmetro rugosidade foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparados os grupos I com III, I e II com o V, III com o VIII, VII e VIII com o V (tabela 42, anexo 2).

Para o parâmetro pigmentação superficial, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparados os grupos III, IV e V com os grupos VI, VII e VIII (tabela 43, anexo 2).

Para o parâmetro pigmentação marginal, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas quando comparados apenas os grupos III com VI e VI com VII (tabela 44, anexo 2).

Para o *score* final estético, as diferenças estatisticamente significativas são basicamente relativas à comparação entre os grupos das bebidas ácidas com os grupos da saliva. Não apresentam diferenças quando comparados entre si. (tabela 45, anexo 2).

Para as propriedades funcionais (apenas o parâmetro adaptação marginal) as diferenças encontradas são de uma forma geral entre os grupos III, IV, V e VI (Red Bull® e Coca-Cola®) com os restantes. Entre si não existem diferenças estatisticamente significativas (tabela 46, anexo 2).

Para as propriedades biológicas também os grupos III, IV, V e VI são diferentes em comparação com os restantes, não sendo diferentes entre si (tabela 47, anexo 2).

De seguida estão representadas sequências de fotografias digitais de grande ampliação representativas de cada grupo (figuras 17 a 24).

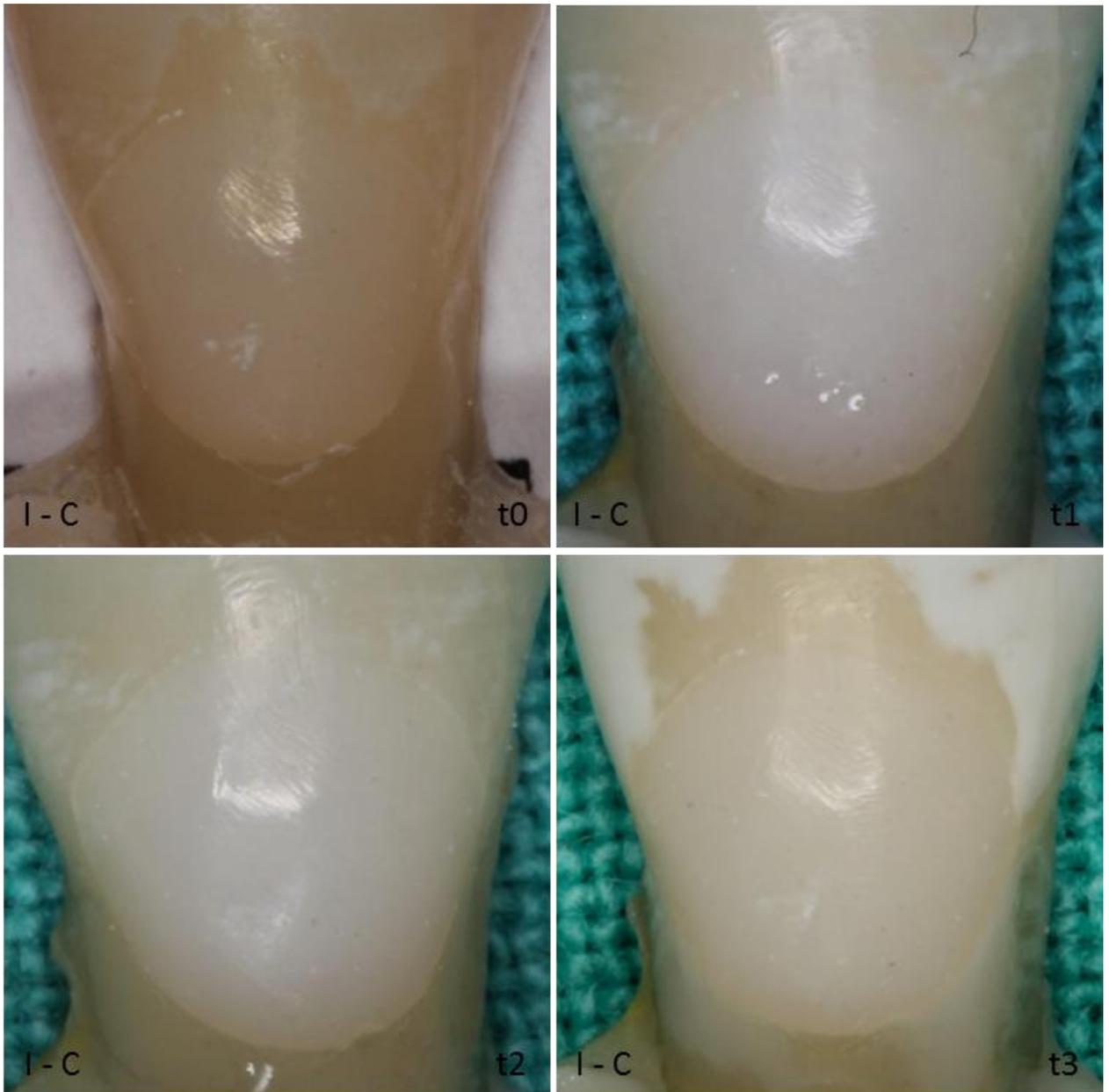


Figura 17 – Macrofotografias de uma amostra do grupo I (Prime&Bond®NT™ + Isostar®) nos quatro períodos de avaliação.

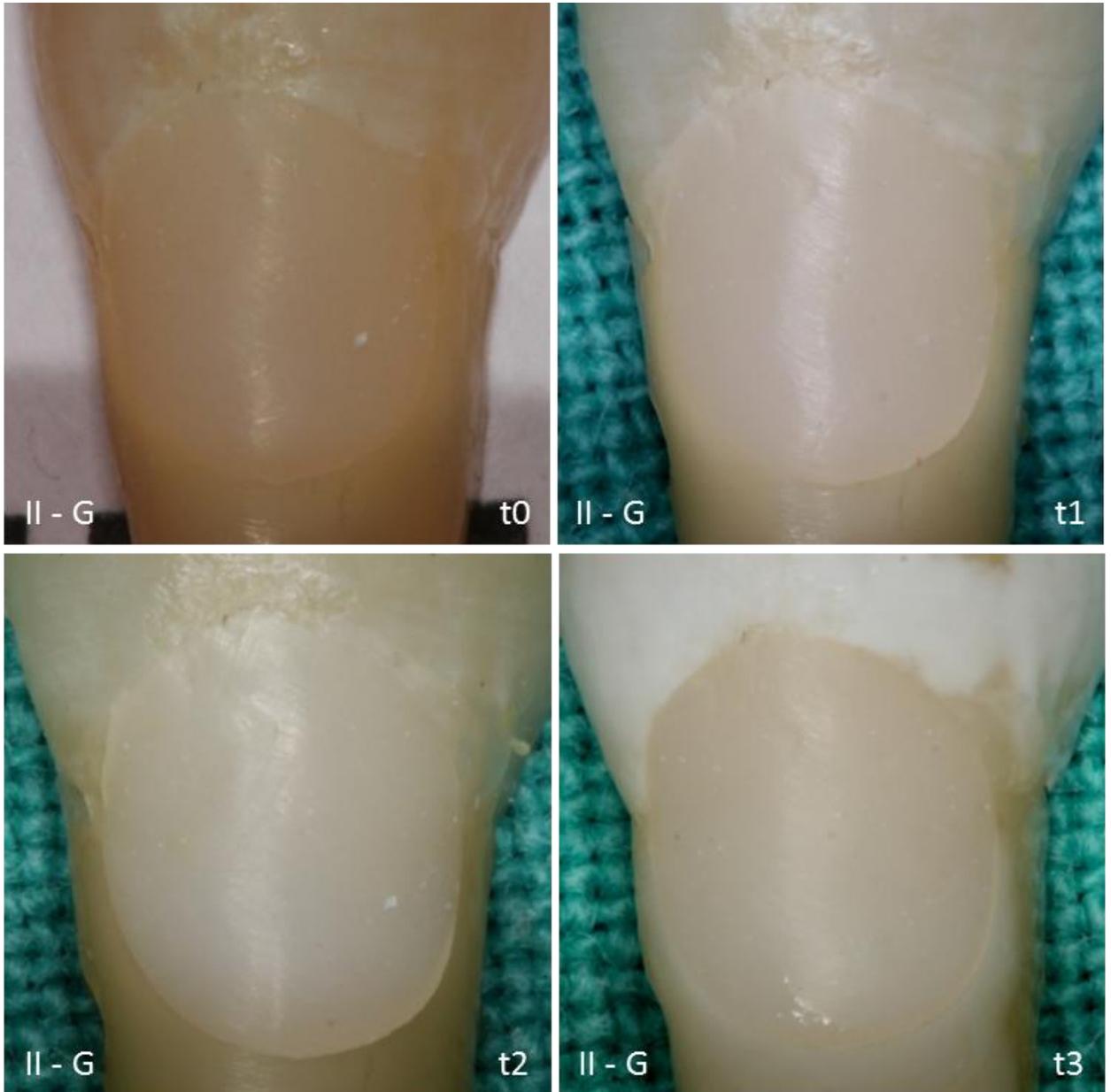


Figura 18 – Macrofotografias de uma amostra do grupo II (Xeno[®]V⁺ + Isostar[®]) nos quatro períodos de avaliação.

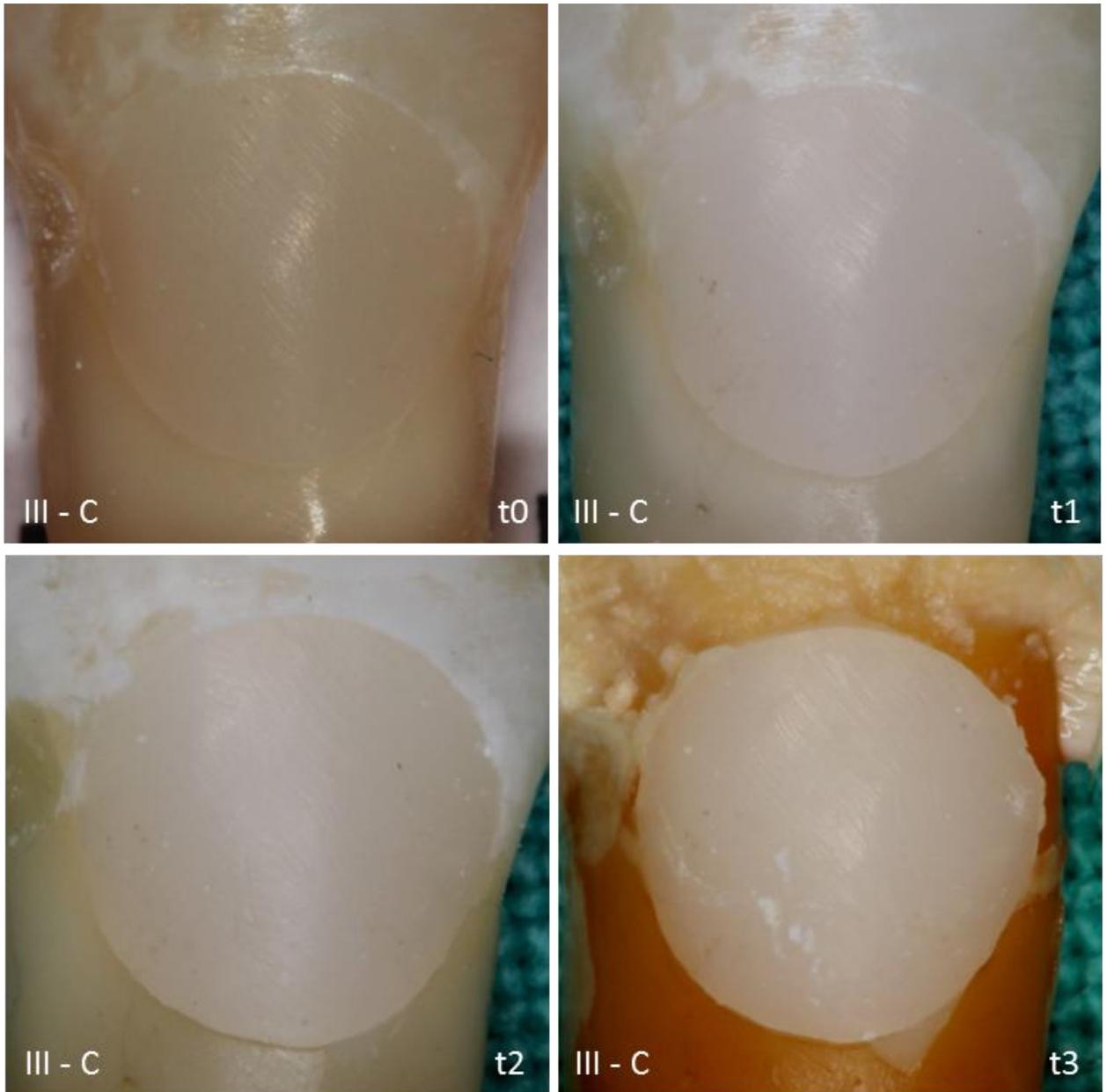


Figura 19 – Macrofotografias de uma amostra do grupo III (Prime&Bond®NT™ + Red Bull®) nos quatro períodos de avaliação.

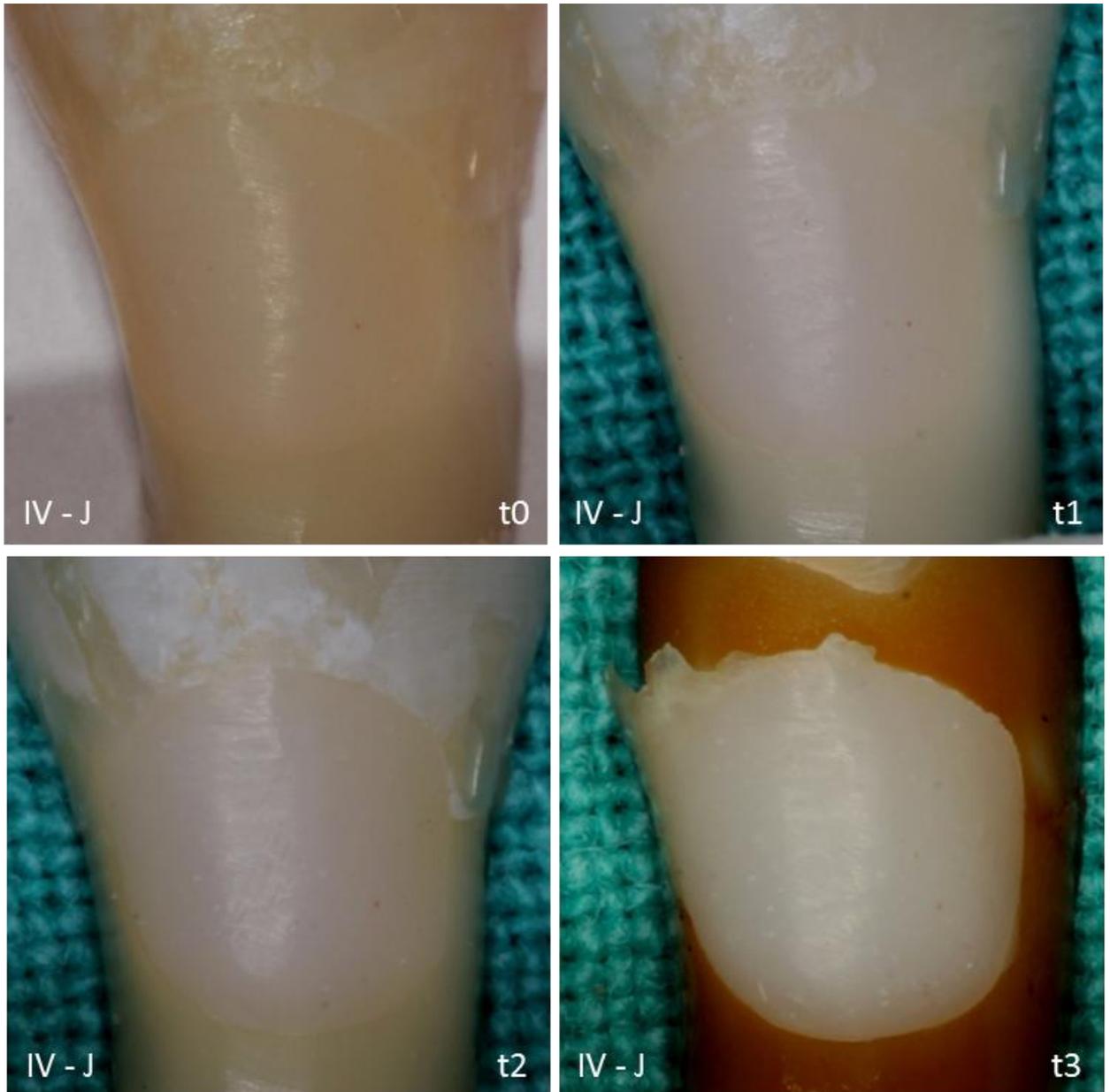


Figura 20 – Macrofotografias de uma amostra do grupo IV (Xeno®V⁺ + Red Bull®) nos quatro períodos de avaliação.

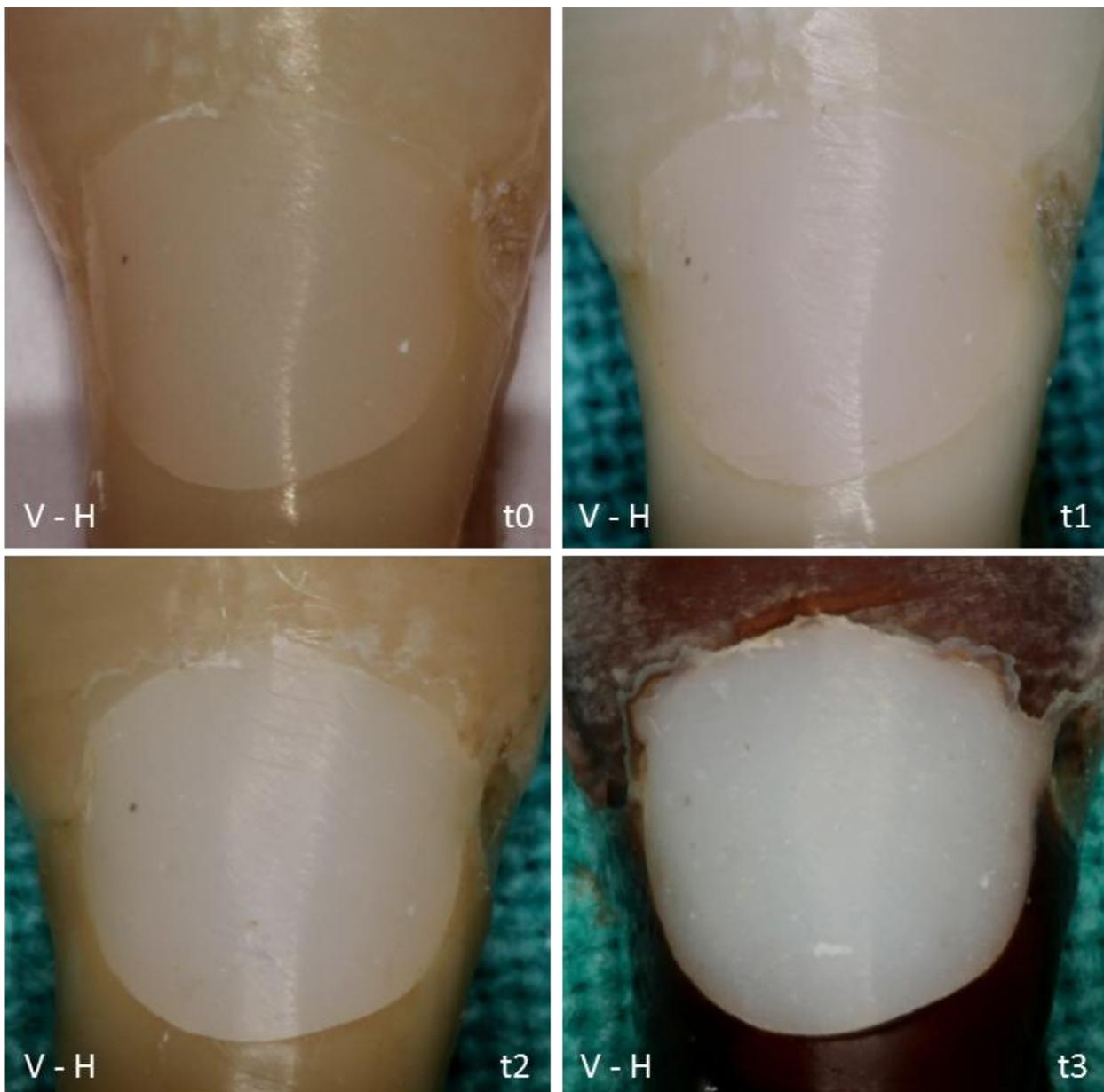


Figura 21 – Macrofotografias de uma amostra do grupo V (Prime&Bond®NT™ + Coca-Cola®) nos quatro períodos de avaliação.

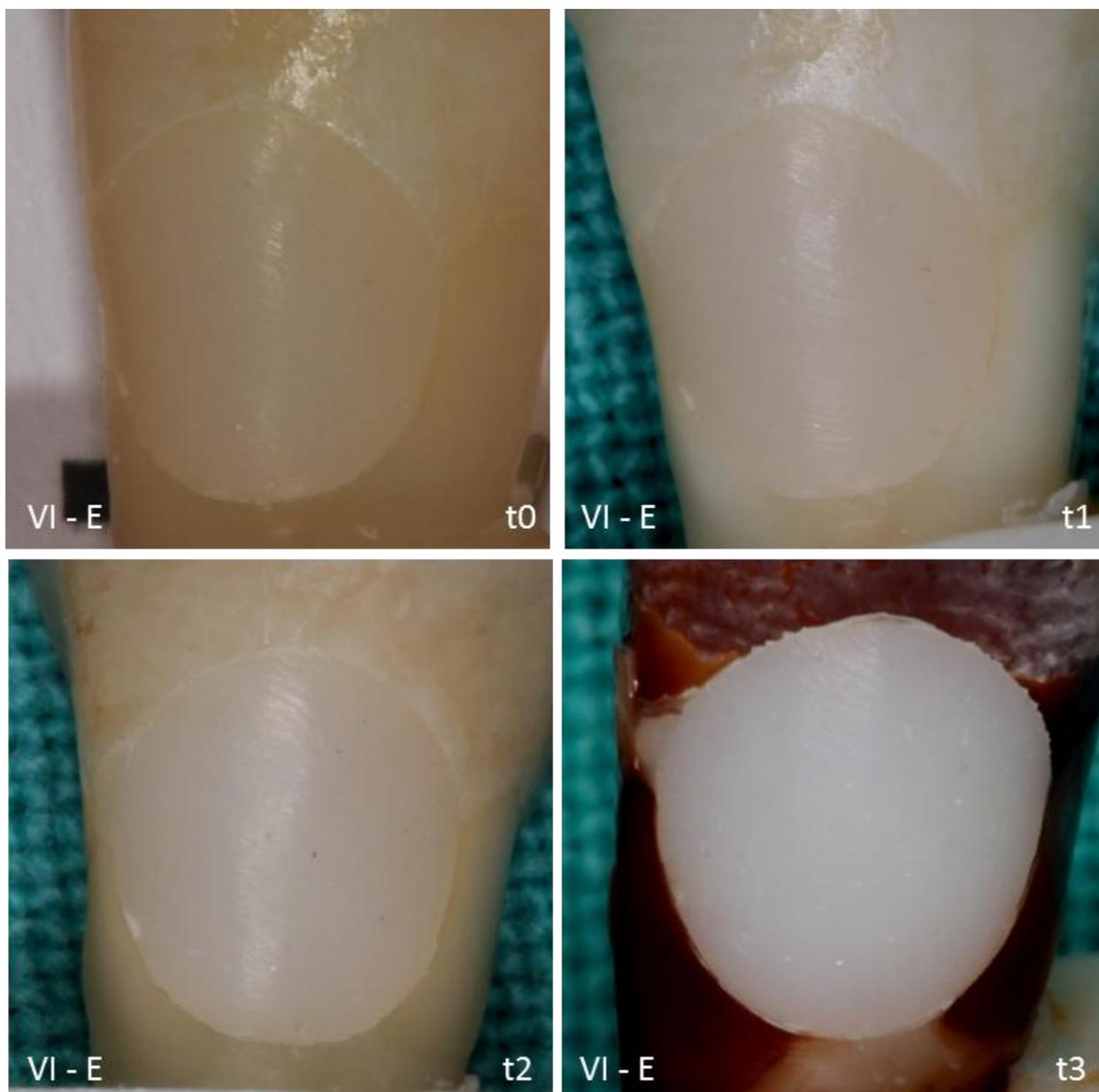


Figura 22 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VI (Xeno[®]V⁺ + Coca-Cola[®]) nos quatro períodos de avaliação.

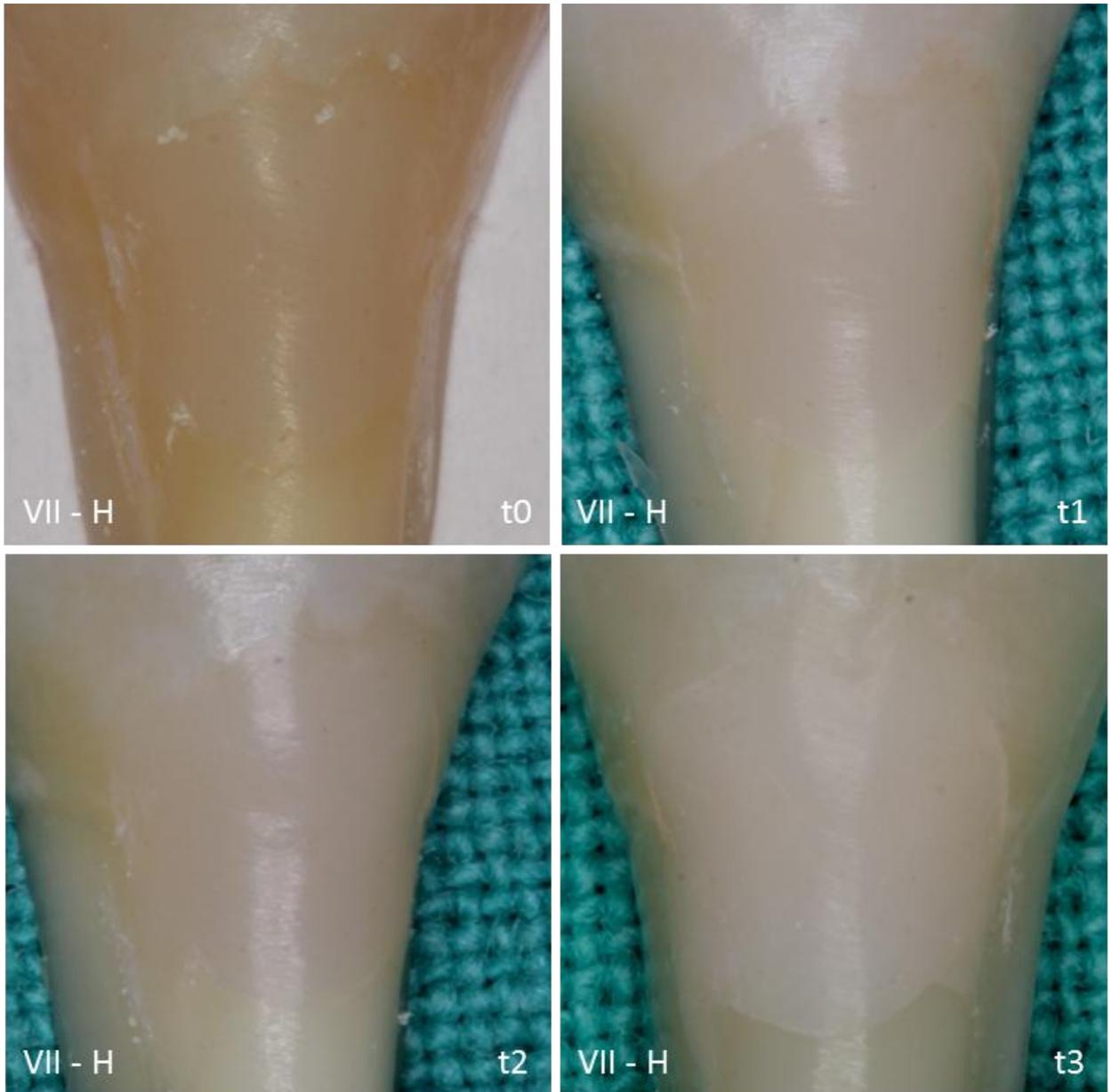


Figura 23 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VII (Prime&Bond®NT™ + saliva artificial) nos quatro períodos de avaliação.

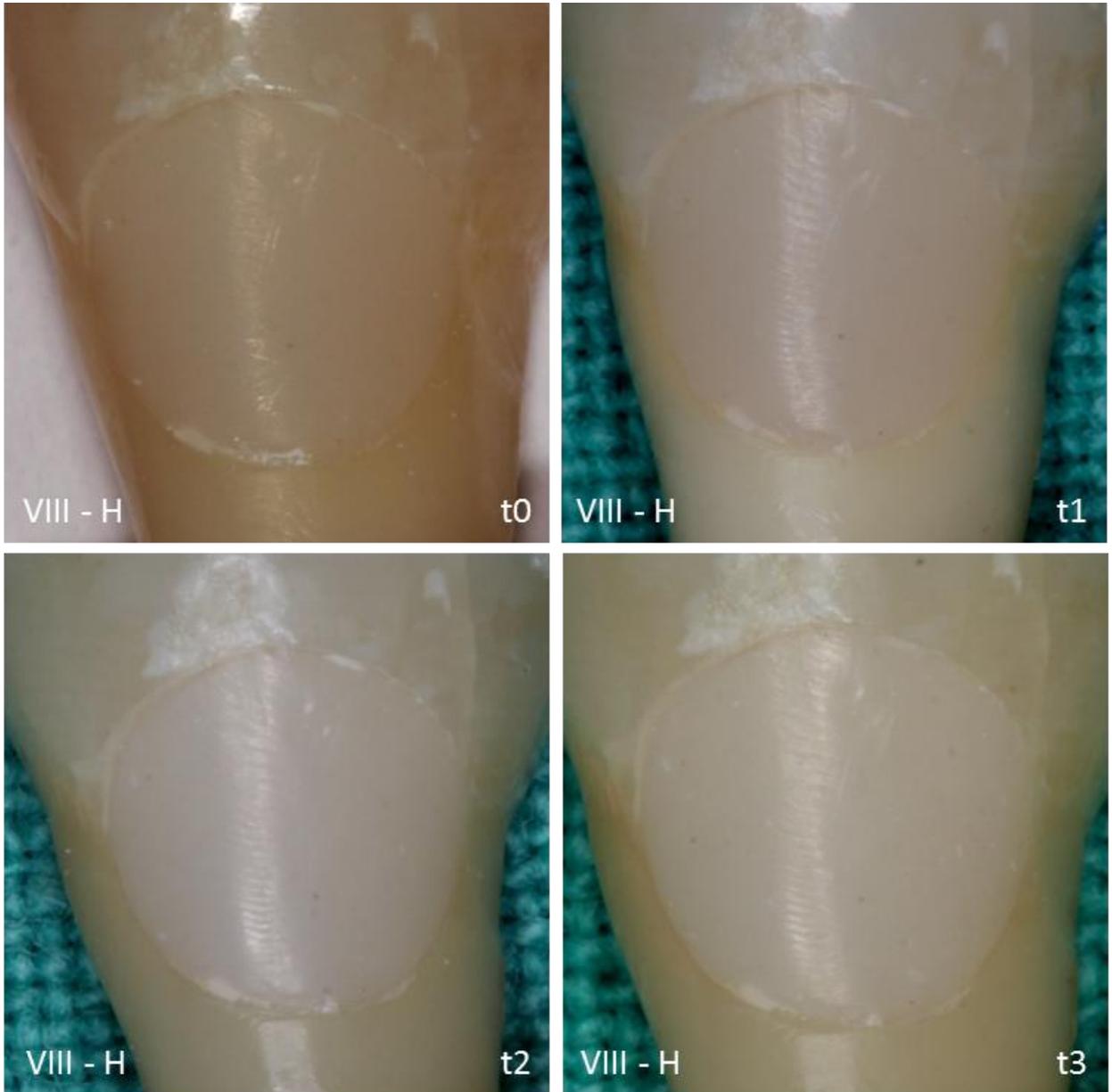


Figura 24 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VIII (Xeno®V⁺ + saliva artificial) nos quatro períodos de avaliação.

4.2. Análise química das bebidas

Os valores de pH e capacidade tampão determinados para cada uma das bebidas utilizadas no estudo estão descritos na tabela 48

Tabela 48: Caracterização química das bebidas utilizadas: pH e capacidade tampão.

	Isostar® (50ml)	Red Bull® (50ml)	Coca-Cola® (50ml)	Saliva artificial (50ml)
pH (0-14)	3.55	3.07	2.22	8.70
Capacidade tampão (ml, NaOH 0.1M)	14.0	34.7	12.2	-
Capacidade tampão (ml, HCl 0.1M)	-	-	-	0.5

Em função dos resultados explanados e relativamente às hipóteses nulas formuladas:

- Relativamente à degradação das restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta submetidas a envelhecimento em meio aquoso, a hipótese nula não deve ser rejeitada.
- Relativamente à degradação das restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta submetidas às bebidas ácidas, a hipótese nula deve ser rejeitada.

5. Discussão

O aumento da prática desportiva inerente à alteração do estilo de vida na sociedade atual, quer de forma lúdica ou apenas como manutenção da saúde em geral, quer na vertente competitiva, tem levado ao aumento do consumo de bebidas ácidas ditas energéticas.^{5, 8, 10, 45} Contudo, e apesar de existirem alguns estudos sobre o potencial “erosivo” de algumas destas bebidas nos tecidos dentários e sobre os materiais de restauração,^{10, 13, 46, 105-107} existem poucos estudos que se foquem nos efeitos sobre as restaurações dentárias propriamente ditas e que associem diferentes processos de fadiga.

Na seleção dos materiais para este trabalho optou-se por usar um de tipo resina composta microhíbrida e sistemas adesivos utilizados na prática clínica diária.^{11, 59, 81} A utilização de uma única resina composta em todas as amostras pretendeu uniformizar algumas propriedades cruciais, como o grau de contração volumétrica e o coeficiente de expansão térmica.¹⁰⁸ As resinas compostas microhíbridadas são consideradas como *gold-standard* destes materiais para diversas aplicações clínicas.^{11, 12, 82, 109} Relativamente aos sistemas adesivos, os do tipo condicionar e lavar de 3 passos ainda são considerados de referência para diversas indicações.^{59, 82, 110} No entanto, os sistemas adesivos utilizados do tipo condicionar e lavar de 2 passos e autocondicionantes assumiram uma popularidade crescente entre os clínicos, ocupando atualmente uma grande quota de mercado. Ademais, em determinadas aplicações clínicas e/ou indicações técnicas precisas podem ser bastante eficazes.^{51, 81, 111}

No que concerne ao tipo de cavidade, as classes V de Black, para além de serem comumente usadas em ensaios clínicos de adesivos e resinas compostas,⁵⁷ possuem alguma facilidade de preparação e uniformização relativamente às dimensões, localização e fator cavitário (fator C), permitindo uma boa padronização das amostras. No entanto, dado que as dimensões dos dentes são algo diferentes, apesar de se terem usado apenas pré-molares, em algumas amostras as paredes dentárias remanescentes poderão ter ficado mais fragilizadas o que pode condicionar o processo de deterioração das respetivas interfaces. A execução das restaurações das cavidades também foi realizada de um modo padrão, usando uma técnica de estratificação em 3 incrementos de resina composta, de forma a reduzir o factor C e as forças de tensão derivadas da contração de polimerização das resinas, permitindo que se dissipem ao máximo pelas superfícies livres não aderidas.^{84, 112} A fotopolimerização direta foi complementada no final da restauração de forma a otimizar o grau de conversão da resina composta.⁸⁴

O acabamento e o polimento das amostras foram efetuados de forma o mais simples possível, uma vez que apenas foram utilizadas borrachas de acabamento em forma de disco do sistema Enhance™ e pontas de polimento, igualmente em forma de disco, do sistema PoGo™, não havendo lugar a reparação de poros ou remoção de excessos com outro tipo de materiais de acabamento. Apesar da não utilização de brocas de acabamento ser até recomendável, se possível, pode em alguns casos particulares constituir uma limitação, nomeadamente quando presentes excessos de resina composta de maiores dimensões e justificar a classificação com *score* 2 de algumas amostras logo em t0 no presente estudo. No entanto, esta variação, e única, das amostras em t0 apenas ocorreu pontualmente, entre os *scores* 1 e 2, sendo marcadamente predominante o *score* 1, pelo que não deixaram de ser classificadas qualitativamente de muito boas. Além disso não pareceu influenciar os restantes resultados.

Relativamente às bebidas avaliadas no estudo, foram selecionadas duas bebidas ditas desportivas (Isostar[®] e Red Bull[®]), com pH ácido e maior capacidade tampão, cujo objetivo é a manutenção do pH baixo para mais rapidamente ocorrer a sua absorção pelo organismo. A Coca-Cola[®], não sendo considerada uma bebida desportiva, apesar do seu carácter estimulante devido à cafeína que faz parte da sua composição, apresenta também um pH ácido mas sem elevada capacidade tampão, funcionando como grupo comparativo deste tipo de refrigerantes.⁴⁵ No caso de se pretender usar um controlo positivo “puro” poder-se-ia utilizar uma solução ácida de concentração conhecida, como o ácido cítrico, com propriedades erosivas inequívocas. O controlo negativo foi dado pela saliva artificial. A utilização destas bebidas ácidas visa também dar continuidade a um trabalho de investigação acerca do efeito destas bebidas no esmalte humano.¹¹³

O envelhecimento simples das amostras ocorreu em meio aquoso durante 2 anos. As forças de adesão de diferentes adesivos podem ser influenciadas por métodos de envelhecimento em meio aquoso uma vez que a água pode levar à degradação hidrofílica das interfaces adesivas.¹¹⁴

No que respeita ao efeito das bebidas ácidas sobre as restaurações adesivas com resinas compostas (nomeadamente no que respeita às suas interfaces, material e tecidos adjacentes) não existem estudos que permitam protocolar um procedimento experimental ideal e uniforme. Existem vários modelos experimentais *in vitro* para estudar o potencial erosivo das bebidas ácidas mas todos eles orientados para testar esse efeito sobre a superfície do esmalte^{13, 14, 105, 115, 116} ou simplesmente sobre materiais isolados, como estudos de Erdemir *et al* em que foi analisado o efeito da imersão em bebidas desportivas e energéticas na dureza superficial e nas alterações cromáticas de materiais restauradores (compómeros e resinas compostas).^{117, 118}

Não existe consenso no que concerne aos tempos e protocolos de imersão nas bebidas ácidas, o que torna difícil a comparação entre estudos. O protocolo de imersão I desenvolvido no presente estudo submete as amostras às bebidas durante 4 minutos duas vezes por dia durante 14 dias, procurando representar um modelo mais fidedigno e aproximado da situação real. Estimando que cada bebida quando ingerida permanece em contacto com a superfície dentária durante cerca de 20 segundos até a saliva começar a neutralizar o efeito ácido, corresponde, teoricamente, à ingestão de 336 bebidas.¹³ Contudo, para além do tempo de contacto durante a ingestão de certas bebidas poder ser bastante superior a 20 segundos, algumas, devido ao pH e tamponamento, não são imediata e facilmente neutralizadas pela saliva, o que pode significar que este protocolo I, embora “adequado” nos períodos de exposição, poderá ter que ser bastante mais extenso no tempo de modo a simular a exposição “crónica” a estas bebidas.

A utilização de saliva artificial entre as bebidas ácidas, de modo a simular o que sucede fisiologicamente, deve permitir neutralizar a superfície das amostras bem como formar uma película protetora.^{37, 119-121} Foi utilizada uma saliva artificial cujas características (pH de 8.7 e uma

capacidade tampão relativamente baixa) poderão não imitar corretamente o que ocorreria com a utilização de saliva humana. Existem várias formulações de saliva artificial descritas na literatura mas nenhuma parece permitir replicar exatamente as propriedades da saliva natural.^{121, 122} Existe pouca orientação na formulação de um tipo de saliva padronizado e validado para utilização em estudos *in vitro* de erosão.¹²¹ Estudos futuros deverão ser desenvolvidos de modo a permitir encontrar um tipo de saliva artificial padrão para utilizar em modelos de erosão.

O protocolo de imersão II, mais intensivo, submete as amostras às bebidas ácidas 24 horas por dia durante 14 dias. Este protocolo foi utilizado por Kitchens *et al*⁴⁰ e por von Fraunhofer e Roger¹³, que refere corresponder a um consumo diário de 750ml durante 13 anos o que parece ser um limite de tempo razoável para a avaliação do seu efeito em adolescentes e adultos jovens.¹³ Neste protocolo foi utilizada a água destilada com agitação ultrassónica entre as reposições das bebidas para permitir a remoção dos detritos acumulados na superfície das amostras. No entanto, no que concerne à avaliação de restaurações de forma mais “fisiológica”, este procedimento experimental pode excluir alguns dos mecanismos de defesa e equilíbrio presentes no meio oral.

Young e Tenuta¹²³ fizeram uma revisão da literatura acerca dos modelos de erosão publicados em estudos *in vitro* e referem que estes estudos podem fornecer informações relevantes do processo erosivo. Contudo os modelos publicados variam consideravelmente nos parâmetros erosivos utilizados e poucos destes modelos foram validados. Como forma de permitir a comparação de estudos e consequente extrapolação clínica, propõem *guidelines* para modelos iniciais de erosão onde sugerem que o tempo de exposição ao ácido deve ser mínimo de modo que a alteração da superfície não exceda a erosão inicial mas que ao mesmo tempo possa ser quantificado com precisão. Sugerem também a utilização de ciclos de exposição à saliva de modo a haver formação de película protetora da superfície, bem como um controlo e padronização da agitação, volume e temperatura.¹²³

Perante o exposto e relativamente aos protocolos de imersão utilizados, o protocolo de imersão I parece ser o mais adequado, mas deverá prolongar-se por mais tempo; adicionalmente pode sugerir-se a utilização de salivas artificiais mais fisiológicas, modelos com agitação e renovação de fluidos, controlo de temperatura, exposição a ciclos de fadiga térmica, ou mecânica, incluindo mesmo medidas protocolares de higienização oral.

A temperatura influencia o pH das bebidas e consequentemente o seu efeito erosivo pelo que deve ser um parâmetro controlado durante os procedimentos experimentais.^{119, 123} Em ambos os protocolos de imersão, a temperatura de armazenamento das amostras foi de 37°C para simular o ambiente da cavidade oral. Para as bebidas ácidas, a temperatura de armazenamento foi de 5°C, temperatura a que entraram em contacto com as amostras, simulando também a amplitude térmica que ocorre frequentemente durante a ingestão destas bebidas.

O presente estudo não teve por objetivo quantificar a erosão propriamente dita provocada por bebidas ácidas, mas verificar o efeito cumulativo de protocolos erosivos sobre restaurações dentárias.

A avaliação das amostras foi efetuada por dois métodos qualitativos: diretamente nos dentes restaurados e indiretamente a partir de macrofotografias digitais ampliadas. Os processos de análise de ambos os métodos foram baseados em critérios propostos por Hickel *et al* e validados pela Federação Dentária Internacional (FDI)^{103, 104} com o objetivo de uniformizar os parâmetros de avaliação, facilitando desta forma a comparação dos resultados de diferentes estudos.¹⁰⁴ Esta uniformização foi facilitada através da criação em 2008 de uma plataforma de calibração de avaliadores denominada *e-calib* e disponível gratuitamente em www.e-calib.info, contribuindo para a redução da variabilidade inter e intra-avaliador, o que se constatou no presente estudo.¹⁰⁴ Ainda assim, e apesar da calibração dos avaliadores e experiência de utilização dos mesmos critérios num estudo clínico anterior, existiriam dúvidas e discordâncias na avaliação de alguns parâmetros, dadas desde logo pela natureza qualitativa e não quantitativa dos métodos, que foram resolvidas atribuindo os *scores* mais severos no caso da avaliação direta e um *score* consensual no caso da avaliação indireta a partir de macrofotografias.

Comparando os critérios de avaliação propostos pela FDI com os critérios de avaliação utilizados em estudos anteriores, constata-se que os critérios da FDI revelam maior poder discriminatório e por isso maior sensibilidade e especificidade.^{124, 125}

Os critérios de avaliação propostos e validados pela FDI para estudos clínicos foram parcialmente adaptados à realidade do presente estudo, desde logo pela sua natureza *in vitro*, tendo sido selecionados e adaptados os que se adequam aos objetivos e modelo experimental desta investigação. Por conseguinte, relativamente aos ensaios clínicos, foram descartados os seguintes parâmetros: cor e translucidez da resina composta e forma anatómica (referentes às propriedades estéticas); contorno oclusal, avaliação do ponto de contacto, exame radiográfico e satisfação do paciente (referentes às propriedades funcionais); sensibilidade pós-operatória, cárie recorrente, avaliação periodontal, mucosa adjacente e saúde oral e geral (referentes às propriedades biológicas).¹⁰⁴

Para a avaliação indireta a partir de macrofotografias, os parâmetros brilho superficial e rugosidade, e pigmentação superficial e marginal das propriedades estéticas foram separados para permitir uma avaliação mais precisa e detalhada das amostras. O parâmetro fissuras e fraturas dentárias da avaliação direta foi substituído na avaliação indireta pela perda de estrutura dentária, permanecendo semelhantes os critérios de avaliação, por representar com mais rigor o que realmente foi avaliado. Foi ainda adicionado um parâmetro independente que se denominou cor da estrutura dentária, com avaliação e *scores* próprios como descrito na secção dos materiais e

métodos e apresentado nos resultados, para se poderem avaliar com maior exatidão os efeitos das bebidas ácidas na superfície dos tecidos dentários no que respeita à sua coloração.

Um dos objetivos secundários deste estudo foi comparar ambos os métodos de avaliação utilizados. Para as propriedades estéticas a concordância entre os métodos variou de satisfatória a pobre, sendo os *scores* obtidos pela avaliação indireta mais elevados (indicando maior deterioração das amostras), o que pode ser explicado pelo maior detalhe observado a partir da ampliação de microfotografias digitais em comparação com a avaliação direta à distância de conversação. Para as propriedades funcionais a concordância variou de excelente a satisfatória, sendo que de uma maneira em geral os *scores* da avaliação indireta também foram mais elevados o que poderá ser justificado da mesma forma que para os parâmetros estéticos; no que respeita à avaliação em t3, a concordância foi notoriamente excelente e diferente das restantes, o que pode ser explicado pela agressividade do protocolo de imersão II, que ao “deteriorar” notoriamente as amostras ao nível da adaptação marginal, não deixou dúvidas entre os avaliadores para ambos os métodos. Para as propriedades biológicas a concordância entre os métodos foi excelente para todos os períodos de avaliação, uma vez que apenas se verificaram grandes alterações dos parâmetros avaliados para os grupos do Red Bull® e Coca-Cola® após o protocolo de imersão II e estas foram tão agressivas e evidentes que não suscitaram dúvidas aos avaliadores em qualquer método de avaliação. Considerando a diversidade de parâmetros e *scores*, ambos os métodos fornecem dados importantes e até complementares em certa medida. Ademais, a microfotografia digital pode ser uma ferramenta importante na avaliação deste tipo de estudos, pois permite comparar diferentes amostras simultaneamente, evidenciando mais facilmente as diferenças entre elas, permite comparar as mesmas amostras em tempos diferentes observando-se com mais rigor as alterações provocadas pelo protocolo erosivo e permite ainda uma reavaliação, se necessária, de todas as amostras com novos protocolos de avaliação e programas, uma vez que facilmente se podem arquivar cópias digitais inalteradas.

No que respeita às propriedades estéticas avaliadas, verifica-se um agravamento generalizado e estatisticamente significativo para os grupos onde foi utilizada a Coca-Cola® em ambos os métodos de avaliação e independentemente do tipo de adesivo, com exceção da avaliação indireta no parâmetro pigmentação marginal quando utilizado o adesivo Prime&Bond®NT™ e no parâmetro pigmentação superficial quando utilizado o adesivo Xeno®V⁺, em que houve agravamentos mas não estatisticamente significativos. Esta variação pode dever-se quase exclusivamente à agressividade do protocolo de imersão II e ao potencial efeito cumulativo com os protocolos anteriores. No entanto, verifica-se que nos grupos onde foi utilizado o Xeno®V⁺ no parâmetro da pigmentação marginal este agravamento foi mais distribuído ao longo do tempo, de onde se pode inferir que a degradação começou mais cedo na sequência dos protocolos

utilizados (efeito cumulativo) e que pode existir uma maior suscetibilidade deste adesivo para a pigmentação marginal mesmo logo após o protocolo de envelhecimento em meio aquoso. Estes resultados estão de acordo com os estudos de Heintze onde se verificou uma maior incidência de pigmentação marginal para restaurações onde foram utilizados adesivos autocondicionantes quando comparadas com as restaurações onde foram utilizados adesivos do tipo condicionar e lavar após 4 anos de avaliação clínica.¹²⁶ Para os grupos onde foi utilizado o Red Bull® também houve agravamento dos parâmetros estéticos associados à agressividade do protocolo de imersão II e efeito cumulativo com os protocolos anteriores, independentemente do adesivo utilizado. Para os grupos onde foi utilizado o Isostar®, este agravamento apesar de existente foi menos notório. Todas estas alterações estéticas poderão estar associadas ao pH de cada uma das bebidas; quanto mais ácidas, maior a severidade das alterações estéticas provocadas na superfície das restaurações, na interface adesiva e na superfície dos tecidos dentários. Extrapolando para comparação dos resultados com estudos na área da erosão, Hemingway *et al* verificou que o grau de erosão apresenta uma correlação mais importante com o nível de pH das bebidas e não com a sua capacidade tampão.¹⁵ Pelo contrário, estudos de van Fraunhofer *et al* associam a gravidade da erosão do esmalte a bebidas ácidas tamponadas que contenham ácido cítrico em comparação com bebidas ácidas gaseificadas não tamponadas.¹³ Na comparação entre estes estudos há que ter em consideração a metodologia utilizada. Podemos inferir que para estudos onde o tempo de imersão nas bebidas ácidas é relativamente curto, o principal responsável pelo efeito erosivo será o pH e o tipo de ácido associado; para estudos onde o tempo de imersão é elevado, a capacidade tampão de cada bebida poderá ser o principal responsável pela continuidade do efeito erosivo.

A rugosidade superficial e a presença de poros na superfície das restaurações permitem a deposição de alguns detritos orgânicos e a consequente pigmentação. Como já foi referido anteriormente aquando da discussão do protocolo experimental, o acabamento e polimento efetuados nestas amostras foram sumários, pelo que poderão ser responsáveis, pelo menos parcialmente, por alguns *scores* mais elevados ao nível da pigmentação superficial. No entanto, para a maioria das amostras e atendendo aos *scores* registados, um re-acabamento/polimento da restauração poderia corrigir rapidamente estes defeitos superficiais. As resinas compostas microhíbridas, tal como a utilizada, permitem um bom polimento da sua superfície.^{82, 127}

Relativamente às propriedades funcionais, verificou-se por ambos os métodos de avaliação que nenhum dos protocolos de imersão provocou alteração das amostras para o parâmetro das fraturas e retenção da resina composta, mostrando-se estes muito mais agressivos para os tecidos dentários do que propriamente para as restaurações. Os protocolos erosivos provocaram alterações na superfície e interface das restaurações como referido anteriormente, mas não suficientes para provocarem fraturas ou destacamento em bloco da resina composta, o que não

surpreende dado tratar-se de um estudo *in vitro* sem fadiga mecânica sobre os dentes, que a ocorrer poderia alterar os resultados.⁵⁷ Relativamente às alterações de superfície, o ácido cítrico (componente do Red Bull® e do Isostar®) está associado a alterações na microdureza superficial das resinas compostas, o que pode ajudar a explicar algumas das alterações.^{107, 128}

Dado não haver quaisquer alterações relativas ao parâmetro fraturas e retenção da resina composta, a alteração das propriedades funcionais resume-se à alteração do parâmetro adaptação marginal, onde, inversamente, se verificou um agravamento em todos os grupos das bebidas ácidas, independentemente do adesivo utilizado. Este agravamento ocorreu maioritariamente em t3 após o protocolo de imersão II. Dado que nos grupos da Coca-Cola® e do Red Bull® as avaliações em t3 mostraram uma completa destruição de tecidos dentários em torno das restaurações, este parâmetro foi classificado em todas as amostras com o *score* 5. Como esta alteração foi tão abrupta e generalizada, torna-se impossível estabelecer qualquer associação com o tipo de adesivo neste período. Ainda assim, anteriormente ao protocolo de imersão II, nenhuma amostra foi avaliada com *score* 4 ou 5, pelo que não foram considerados insucessos efetivos neste parâmetro em t2. No entanto, mesmo nesta fase também não foi possível estabelecer qualquer relação com o tipo de sistema adesivo utilizado. Pela análise da literatura, a adaptação marginal de uma restauração constitui um dos parâmetros mais importantes para a sua longevidade, tendo sido demonstrado que depende maioritariamente do sistema adesivo empregue, havendo maior incidência de desadaptação marginal quando são utilizados adesivos do tipo autocondicionantes após 4 anos de avaliação clínica.¹²⁶ Contudo, no presente estudo a desadaptação marginal não se deveu, como é comum clinicamente, a perdas de tecidos por pequenas fraturas marginais devido à deterioração da interface adesiva e perda de adesão, mas a uma depleção química generalizada do tecido dentário envolvente, nomeadamente ao nível do esmalte, por ação erosiva das bebidas.

No que se refere às propriedades biológicas, mais uma vez se verificou nos grupos da Coca-Cola® e do Red Bull® uma perda abrupta de estrutura dentária/fraturas e fissuras dentárias em t3, associada à intensidade de exposição do protocolo de imersão II. Estes resultados estão intimamente relacionados com o processo erosivo provocado por estas bebidas, não tendo sido tão evidentes para os grupos do Isostar®. Esta constatação está de acordo com vários estudos *in vitro* que compararam o potencial erosivo de algumas bebidas e concluíram que a Coca-Cola® e o Red Bull® apresentam elevado efeito erosivo para os tecidos dentários.^{40, 45, 113, 129, 130}

Ainda na avaliação das propriedades biológicas, no que respeita ao parâmetro cor da estrutura dentária criado para a avaliação a partir das macrofotografias digitais, foi possível estabelecer alguma correlação da cor da estrutura dentária com as bebidas ácidas utilizadas. Logo após o protocolo de imersão I constata-se que os tecidos dentários da maioria das amostras imersas no Red Bull® e de algumas das imersas no Isostar® ficaram “esbranquiçadas” enquanto que

as imersas na Coca-Cola[®] tornaram-se mais castanho claro. As alterações de cor dos dentes acentuaram-se após o protocolo de imersão II, com algumas variações de matizes e cromas relativamente às cores anteriores, verificando-se: uma cor dos tecidos dentários “esbranquiçada” com o Isostar[®]; cor castanho claro com o Red Bull[®]; e cor castanho escuro com a Coca-Cola[®]. Estas alterações da cor poderão estar relacionadas com dois mecanismos diferentes que, no entanto, podem atuar concomitantemente: um processo de desmineralização ácida da superfície dos tecidos dentários que quando secos lhes confere uma cor “esbranquiçada” e opaca; e uma deposição/infiltração de pigmentos/corantes específicos presentes nas respetivas composições das bebidas. De notar que as superfícies das restaurações não sofreram este tipo de alterações cromáticas evidentes, indiciando que a destruição superficial da resina composta não foi suficiente para que os corantes das bebidas penetrassem e alterassem a sua cor.

Relativamente aos resultados das amostras onde foi utilizada a saliva artificial, não se verificaram quaisquer alterações provocadas por esta, o que se entende como normal dada a sua composição química.

As diferenças estatisticamente significadas encontradas na comparação entre grupos permitem-nos inferir que as bebidas ácidas provocaram alterações das amostras, mas nunca foram diferentes de um adesivo para o outro dentro da mesma bebida ácida, o que nos leva a inferir que o tipo de sistema adesivo não influenciou as alterações provocadas pelo envelhecimento em meio aquoso e pelos protocolos erosivos utilizados. Como referido anteriormente, dada a agressividade do protocolo de imersão II, não foram observadas alterações intermédias entre o protocolo I e II que poderiam diferenciar os dois tipos de sistema adesivos utilizados.

A análise química das bebidas ácidas utilizadas neste estudo apresenta resultados semelhantes a outros estudos onde se efetuou a caracterização química das mesmas.^{9, 113, 129} É importante referir que o potencial erosivo das bebidas ácidas não é apenas devido à concentração de iões H⁺ (pH); outros fatores devem ser considerados, tais como a capacidade tampão e a quantidade de iões cálcio, fosfato e flúor presentes na composição das bebidas.^{8, 40} Após a ingestão de uma bebida ácida, a diminuição do pH nas superfícies dentárias parece ser de curta duração, não suficiente para provocar alterações na superfície dos tecidos dentários; no entanto, a ingestão repetida deste tipo de bebidas pode levar a uma desmineralização mais profunda dos tecidos dentários, que associada com outros fatores como a atrição ou abfração, podem levar à perda acentuada e irreversível dos tecidos dentários.¹³¹ Como referido anteriormente, o papel da saliva é preponderante para a proteção e neutralização das superfícies dentárias. Provavelmente, no presente estudo a saliva artificial não teve esse papel de forma tão efetiva como possui a saliva humana em condições fisiológicas.

Apesar de não ter sido um parâmetro avaliado e mensurado é possível observar nas microfotografias digitais que, após o protocolo de imersão II, o padrão de destruição do esmalte marginal às restaurações parece ser maior que o do cimento/dentina radicular. O esmalte e a dentina apresentam diferenças qualitativas e quantitativas na sua estrutura que podem afetar os resultados do potencial erosivo das bebidas. Enquanto que a taxa de dissolução do esmalte é praticamente constante, a da dentina diminui progressivamente com o tempo, devido à “formação” de uma camada cada vez mais espessa de colagénio desmineralizado na superfície da dentina que progressivamente restringe a difusão dos iões H⁺ levando à diminuição da taxa de dissolução mineral.^{120, 132} O componente mineral da dentina pode até ser mais solúvel que o do esmalte, o que não é necessariamente reflectido na susceptibilidade dos tecidos à erosão. Alguma literatura sugere que existe maior erosão no esmalte do que na dentina quando expostos a um pH baixo (cerca de 2.5), enquanto que com um pH intermédio (cerca de 3.2) a erosão é semelhante, e com um pH mais elevado (cerca de 4.0) a erosão da dentina é superior à do esmalte.¹³²

No meio intra-oral as restaurações dentárias não estão apenas sujeitas ao potencial erosivo das bebidas. Estão inseridas num meio complexo, expostas a meios aquosos com diferentes valores de pH e elevadas amplitudes térmicas, associadas a uma fadiga mecânica fruto da sua função.^{106, 133} Toda esta complexa interação de fatores, difíceis de mimetizar integral e corretamente nos estudos *in vitro*, leva a que a extrapolação dos resultados para a realidade clínica exija moderação e bom senso científico. São necessários mais estudos com protocolos devidamente validados e padronizados, bem como diversas metodologias de avaliação que se complementem entre si.

O Médico Dentista deve ter um papel importante desde logo no diagnóstico precoce de lesões erosivas e na sua prevenção, aconselhando o consumo reduzido destas bebidas e a adopção de determinados comportamentos atenuantes dos seus efeitos, como o uso de “palhinhas” de ingestão de fluidos que permitem um menor contacto dos líquidos com a superfície dentária e/ou a ingestão de água depois do consumo de bebidas ácidas.^{4, 49}

6. Conclusões

Dentro das limitações inerentes a este estudo *in vitro*, foi possível concluir que:

- O envelhecimento em meio aquoso durante dois anos não provocou alterações significativas nas restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta.

- As bebidas ácidas provocam alterações significativas nas restaurações dentárias adesivas executadas em resina composta e respetivos tecidos dentários marginais, cuja gravidade depende do tipo de bebida e do protocolo de exposição à mesma.
- O tipo de sistema adesivo utilizado não influenciou as alterações provocadas pelas bebidas ácidas nas restaurações dentárias executadas em resina composta.
- A avaliação indireta das restaurações a partir de macrofotografias digitais uniformizadas revelou ser um método útil em vários parâmetros para complementar a avaliação direta segundo alguns critérios adotados pela FDI.

Capítulo IV - Resumo

Introdução

A prática de exercício físico é uma realidade na sociedade e a hidratação pré, per e pós competição é fundamental para o rendimento de um atleta, contribuindo para o aumento do consumo de bebidas desportivas isotónicas. Tratam-se de bebidas ácidas, com elevada capacidade tampão e constituídas por açúcares, que associadas ao aumento do refluxo gastroesofágico e diminuição da secreção salivar durante o exercício físico, contribuem para a criação e manutenção de um pH crítico na cavidade oral, aumentando o risco de cárie e/ou erosão dentária.

O potencial erosivo, sendo de etiologia multifatorial, depende não só dos fatores químicos extrínsecos relacionados com as bebidas (pH, tipo de ácido, adesividade à estrutura dentária e aos materiais dentários, concentração de iões cálcio, fosfato e flúor), bem como de fatores intrínsecos (fluxo salivar e capacidade tampão) e de fatores comportamentais (frequência, forma de ingestão e hábitos de higiene).

O potencial erosivo destas bebidas no esmalte dentário está comprovado, provocando desmineralização e sensibilidade dentária; no entanto, a literatura relativa ao efeito destas bebidas sobre as restaurações dentárias e suas interfaces é escassa.

O presente estudo está estruturado em duas fases. A primeira fase tem por objetivo avaliar o efeito do envelhecimento em meio aquoso nas restaurações dentárias. A segunda fase tem por objetivo avaliar o efeito das bebidas ácidas nas restaurações dentárias.

Materiais e métodos

Foram efetuadas 80 restaurações com resina composta Esthet•X[®] HD (Dentsply DeTrey) em 40 dentes pré-molares humanos, íntegros e previamente extraídos por motivos ortodónticos, das quais 40 foram realizadas com sistema adesivo Prime&Bond[®]NT[™] (Dentsply DeTrey) e 40 com sistema adesivo Xeno[®]V⁺ (Dentsply DeTrey). Os dentes foram seccionados longitudinalmente e para a 1^a fase do estudo as amostras foram submetidas a um processo de envelhecimento em meio aquoso durante 2 anos. Para a 2^a fase do estudo, foram selecionadas duas bebidas desportivas isotónicas (Isostar[®] e Red Bull[®]) e um refrigerante (Coca-Cola[®]); como controlo negativo foi utilizada saliva artificial. As amostras foram aleatoriamente distribuídas por 8 grupos: grupo I (Prime&Bond[®]NT[™] + Isostar[®]); grupo II (Xeno[®]V⁺ + Isostar[®]); grupo III (Prime&Bond[®]NT[™] + Red Bull[®]); grupo IV (Xeno[®]V⁺ + Red Bull[®]); grupo V (Prime&Bond[®]NT[™] + Coca-Cola[®]); grupo VI (Xeno[®]V⁺ + Coca-Cola[®]); grupo VII (Prime&Bond[®]NT[™] + saliva artificial); grupo VIII (Xeno[®]V⁺ + saliva artificial). As amostras foram submetidas a dois protocolos de erosão consecutivos: no protocolo de imersão I as amostras foram submetidas às bebidas durante 14 dias consecutivos, duas vezes por dia durante 4 minutos de cada vez; no protocolo de imersão II as amostras foram submetidas

durante 14 dias consecutivos, substituídas de 24h em 24h. A avaliação das amostras foi efetuada com base em critérios aprovados pela FDI, de acordo com diversos parâmetros incluídos em propriedades estéticas, funcionais e biológicas, por dois avaliadores, através de dois métodos: avaliação direta das restaurações e avaliação indireta a partir de macrofotografias digitais de grande ampliação. A análise das amostras foi efetuada em quatro períodos: t0 – após a execução das restaurações; t1 – após envelhecimento durante 2 anos; t2 – após o protocolo de imersão I; t3 – após o protocolo de imersão II. Foi ainda efetuada uma análise química sumária das bebidas testadas com determinação do pH e da capacidade tampão. Para a análise estatística foi utilizado o teste de Friedman para amostras emparelhadas e comparações par-a-par com o teste de Wilcoxon. Comparações inter-grupos foram efetuadas com recurso ao teste de Kruskal-Wallis e Mann-Whitney. O nível de significância estatística estabeleceu-se em $\alpha=0.05$ para todas as análises.

Resultados

Avaliação direta das amostras

Relativamente às propriedades estéticas, ocorreu um agravamento estatisticamente significativo de todos os parâmetros nos grupos V e VI em t3 e de alguns parâmetros nos grupos II e IV também em t3. Relativamente às propriedades funcionais, ocorreu um agravamento estatisticamente significativo em todos os grupos das bebidas ácidas, maioritariamente em t3. Relativamente às propriedades biológicas, ocorreu um agravamento estatisticamente significativo nos grupos III, IV, V e VI, todos em t3. Nos grupos VII e VIII não ocorreram alterações.

Avaliação indireta a partir de macrofotografias digitais de grande ampliação

Relativamente às propriedades estéticas, ocorreu um agravamento estatisticamente significativo na maioria dos parâmetros em t3, em todos os grupos das bebidas ácidas. Relativamente às propriedades funcionais, ocorreu um agravamento estatisticamente significativo nos grupos III, IV, V e VI em t3. Relativamente às propriedades biológicas, ocorreu também um agravamento estatisticamente significativo nos grupos III, IV, V e VI em t3. Nos grupos VII e VIII não ocorreram alterações.

Conclusões

O envelhecimento em meio aquoso durante dois anos não provocou alterações significativas nas restaurações dentárias.

As bebidas ácidas provocam alterações significativas nas restaurações dentárias e respetivos tecidos dentários marginais, cuja gravidade depende do tipo de bebida e do protocolo de exposição à mesma.

O tipo de sistema adesivo utilizado não influenciou as alterações provocadas pelas bebidas ácidas nas restaurações dentárias executadas em resina composta.

A avaliação indireta das restaurações a partir de macrofotografias digitais revelou ser um método útil em vários parâmetros para complementar a avaliação direta segundo alguns critérios adotados pela FDI.

Palavras-chave

Bebidas desportivas, bebidas isotónicas, bebidas ácidas, restaurações dentárias, sistemas adesivos, erosão dentária, protocolo erosivo, desporto.

Capítulo V - Abstract

Introduction

The sports activity is a reality in society and pre, peri and post competition hydration is critical to increase the performance of the athletes, contributing to the increased consumption of isotonic sports drinks. These are acidic beverages with high buffering capacity and consisting of sugars, which associated with increased gastroesophageal reflux and decreased salivary secretion during exercise, contribute to the creation and maintenance of a critical pH in the oral cavity, increasing the risk of caries and/or tooth erosion.

The erosive potential, being multifactorial, not only depends on extrinsic factors related to chemical drinks (pH, acid type, adhesion to tooth structure and dental materials, concentration of calcium, phosphate and fluoride ions), as well as intrinsic factors (salivary flow and buffering capacity) and behavioral factors (frequency, form of drinking and oral hygiene).

The erosive potential of these acidic drinks is proven in tooth enamel, causing demineralization and tooth sensitivity; however, the literature on the effect of these drinks in dental restorations and their interfaces is scarce.

This study is structured in two phases. The first phase aims to assess the effect of aging in aqueous media in dental restorations. The second phase is to evaluate the effect of acidic beverages in dental restorations.

Materials and methods

80 restorations were made with composite resin Esthet•X[®]HD (Dentsply DeTrey) in 40 human premolar teeth, intact and previously extracted for orthodontic reasons, of which 40 were performed with adhesive Prime & Bond[®]NT™ (Dentsply DeTrey) and 40 were made with adhesive Xeno[®]V+ (Dentsply DeTrey). The teeth were longitudinally sectioned and for the 1st stage of the study the samples were submitted to an aging process in an aqueous medium for 2 years. For the 2nd phase of the study, two isotonic sports drinks (Isostar[®] e Red Bull[®]) and a soft drink (Coca-Cola[®]) were selected; artificial saliva was used as a negative control. The samples were randomly distributed in 8 groups: group I (Prime&Bond[®]NT™ + Isostar[®]); group II (Xeno[®]V⁺ + Isostar[®]); group III (Prime&Bond[®]NT™ + Red Bull[®]); group IV (Xeno[®]V⁺ + Red Bull[®]); group V (Prime&Bond[®]NT™ + Coca-Cola[®]); group VI (Xeno[®]V⁺ + Coca-Cola[®]); group VII (Prime&Bond[®]NT™ + artificial saliva); group VIII (Xeno[®]V⁺ + artificial saliva). The samples were subjected to two consecutive erosion protocols: in the immersion protocol I, the samples were subjected to beverages for 14 consecutive days twice a day for 4 minutes each; in immersion protocol II the samples were subjected for 14 consecutive days, replaced 24h in 24h. The evaluation of the samples was made based on criteria approved by the IDF, according to various parameters embedded in aesthetic, functional and

biological properties, by two evaluators, using two methods: direct assessment of restorations and indirect assessment from digital macrophotography of high magnification. The analysis of samples was performed in four periods: t0 - after performing the restorations; t1 - after aging for two years; t2 - after immersion protocol I; t3 - after immersion protocol II. It was further performed a summary chemical analysis of tested beverages with determination of pH and buffer capacity. For statistical analysis, the Friedman test for paired samples comparisons and par-to-par with the Wilcoxon test was used. Intergroup comparisons were made using the Kruskal-Wallis and Mann-Whitney test. The level of statistical significance was established at $\alpha = 0.05$ for all analyzes.

Results

Direct evaluation of the samples

Regarding aesthetic properties, there was a statistically significant worsening of all parameters in groups V and VI in t3 and some parameters in groups II and IV also in t3. With regard to functional properties, there was a statistically significant increase in all groups of acidic beverages, mostly in t3. Regarding the biological properties, there was a statistically significant increase in groups III, IV, V and VI, all in t3. In groups VII and VIII were no changes.

Indirect evaluation from digital macrophotography of high magnification

Regarding aesthetic properties, there was a statistically significant increase in most parameters of t3 evaluation, in all groups of acidic beverages. With regard to functional properties, there was a statistically significant increase in groups III, IV, V and VI in t3. Regarding the biological properties also experienced a statistically significant increase in groups III, IV, V and VI in t3. In groups VII and VIII were no changes.

Conclusions

Aging in aqueous media for two years had no significant changes in dental restorations.

The acidic drinks cause significant changes in dental restorations and marginal tooth tissues, whose severity depends on the type of beverage and the type of erosion protocol.

The type of adhesive system used did not influence the changes caused by acidic drinks in composite dental restorations.

The assessment of indirect evaluation from digital macrophotography revealed to be a useful method in various parameters to complement the direct assessment according to some criteria adopted by the IDF.

Keywords

Sports drinks, isotonic beverages, acidic beverages, dental restorations, adhesive systems, dental erosion, erosive protocol, sport.

Capítulo VI - Bibliografía

1. von Duvillard SP, Arciero PJ, Tietjen-Smith T, Alford K. Sports drinks, exercise training, and competition. *Curr Sports Med Rep* 2008;7(4):202-8.
2. Sawka MN, Burke LM, Eichner ER, Maughan RJ, Montain SJ, Stachenfeld NS. American College of Sports Medicine position stand. Exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc* 2007;39(2):377-90.
3. Shirreffs SM, Armstrong LE, Chevront SN. Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci* 2004;22(1):57-63.
4. Tahmassebi JF, Duggal MS, Malik-Kotru G, Curzon ME. Soft drinks and dental health: a review of the current literature. *J Dent* 2006;34(1):2-11.
5. Coombes JS. Sports drinks and dental erosion. *Am J Dent* 2005;18(2):101-4.
6. Dugmore CR, Rock WP. A multifactorial analysis of factors associated with dental erosion. *Br Dent J* 2004;196(5):283-6; discussion 73.
7. Imfeld T. Dental erosion. Definition, classification and links. *Eur J Oral Sci* 1996;104(2 (Pt 2)):151-5.
8. Lussi A. Erosive tooth wear - a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci* 2006;20:1-8.
9. Lussi A, Jaeggi T. Chemical factors. *Monogr Oral Sci* 2006;20:77-87.
10. Lussi A, Jaeggi T. Erosion--diagnosis and risk factors. *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S5-13.
11. Ferracane JL. Resin composite--state of the art. *Dent Mater* 2011;27(1):29-38.
12. Cramer NB, Stansbury JW, Bowman CN. Recent advances and developments in composite dental restorative materials. *J Dent Res* 2011;90(4):402-16.
13. von Fraunhofer JA, Rogers MM. Dissolution of dental enamel in soft drinks. *Gen Dent* 2004;52(4):308-12.
14. Rees J, Loyn T, Hunter L, Sadaghiani L, Gilmour A. The erosive potential of some flavoured waters. *Eur J Dent* 2007;1(1):5-9.
15. Hemingway CA, Parker DM, Addy M, Barbour ME. Erosion of enamel by non-carbonated soft drinks with and without toothbrushing abrasion. *Br Dent J* 2006;201(7):447-50; discussion 39; quiz 66.
16. Gonçalves C, Bairros V, editors. *Histologia Texto e Imagens - Histologia, Histogênese, Organogênese*. 3ª ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra; 2010.
17. Mjør, Fejerskov, editors. *Embriologia e Histologia Oral Humana*. 1ª ed. São Paulo: Editorial Médica Panamerica; 1990.
18. Nanci A, editor. *Ten Cate's oral Histology: Development, Structure and Function*. 6ª ed; 2003.
19. Davis WL, editor. *Histología y Embriología Bucal*; 1988. MGHill, editor.
20. Ryou H, Amin N, Ross A, Eidelman N, Wang DH, Romberg E, et al. Contributions of microstructure and chemical composition to the mechanical properties of dentin. *J Mater Sci Mater Med* 2011;22(5):1127-35.
21. Habelitz S, Marshall SJ, Marshall GW, Jr., Balooch M. Mechanical properties of human dental enamel on the nanometre scale. *Arch Oral Biol* 2001;46(2):173-83.
22. Simon S CP, Berdal A, Lumley P, Tomson P, Smith AJ. Understanding pulp biology for routine clinical practice. *Endo (Lond Engl)* 2009;3(3):171-84.
23. Latta MA, Barkmeier WW. Dental adhesives in contemporary restorative dentistry. *Dent Clin North Am* 1998;42(4):567-77.
24. Perdigao J. New developments in dental adhesion. *Dent Clin North Am* 2007;51(2):333-57, viii.
25. Komabayashi T, Zhu Q. Innovative endodontic therapy for anti-inflammatory direct pulp capping of permanent teeth with a mature apex. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 2010;109(5):e75-81.
26. Ramos J. *Protecções pulpares directas - avaliação histopatológica*. Tese de Doutoramento [Coimbra, Portugal: Coimbra; 2008.
27. Mjør IA, Sveen OB, Heyeraas KJ. Pulp-dentin biology in restorative dentistry. Part 1: normal structure and physiology. *Quintessence Int* 2001;32(6):427-46.
28. Gandara BK, Truelove EL. Diagnosis and management of dental erosion. *J Contemp Dent Pract* 1999;1(1):16-23.
29. Ganss C. Definition of erosion and links to tooth wear. *Monogr Oral Sci* 2006;20:9-16.
30. Berg-Beckhoff G, Kutschmann M, Bardehle D. Methodological considerations concerning the development of oral dental erosion indexes: literature survey, validity and reliability. *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S51-8.
31. Bartlett D, Ganss C, Lussi A. Basic Erosive Wear Examination (BEWE): a new scoring system for scientific and clinical needs. *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S65-8.
32. Ganss C. How valid are current diagnostic criteria for dental erosion? *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S41-9.

33. Holbrook WP, Ganss C. Is diagnosing exposed dentine a suitable tool for grading erosive loss? *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S33-9.
34. Young A, Amaechi BT, Dugmore C, Holbrook P, Nunn J, Schiffner U, et al. Current erosion indices--flawed or valid? Summary. *Clin Oral Investig* 2008;12 Suppl 1:S59-63.
35. Moss SJ. Dental erosion. *Int Dent J* 1998;48(6):529-39.
36. Meurman JH, ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. *Eur J Oral Sci* 1996;104(2 (Pt 2)):199-206.
37. Dodds MW, Johnson DA, Yeh CK. Health benefits of saliva: a review. *J Dent* 2005;33(3):223-33.
38. Featherstone JD, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci* 2006;20:66-76.
39. Jaeggi T, Lussi A. Prevalence, incidence and distribution of erosion. *Monogr Oral Sci* 2006;20:44-65.
40. Kitchens M, Owens BM. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent* 2007;31(3):153-9.
41. Hughes JA, Jandt KD, Baker N, Parker D, Newcombe RG, Eisenburger M, et al. Further modification to soft drinks to minimise erosion. A study in situ. *Caries Res* 2002;36(1):70-4.
42. Millward A, Shaw L, Harrington E, Smith AJ. Continuous monitoring of salivary flow rate and pH at the surface of the dentition following consumption of acidic beverages. *Caries Res* 1997;31(1):44-9.
43. Hara AT, Lussi A, Zero DT. Biological factors. *Monogr Oral Sci* 2006;20:88-99.
44. Zero DT, Lussi A. Behavioral factors. *Monogr Oral Sci* 2006;20:100-5.
45. Cochrane NJ, Yuan Y, Walker GD, Shen P, Chang CH, Reynolds C, et al. Erosive potential of sports beverages. *Aust Dent J* 2012;57(3):359-64; quiz 98.
46. Lussi A, Jaggi T, Scharer S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res* 1993;27(5):387-93.
47. Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res* 1999;33(1):81-7.
48. Zero DT. Etiology of dental erosion--extrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 1996;104(2 (Pt 2)):162-77.
49. Amaechi BT, Higham SM. Dental erosion: possible approaches to prevention and control. *J Dent* 2005;33(3):243-52.
50. Perdigao J. Dentin bonding as a function of dentin structure. *Dent Clin North Am* 2002;46(2):277-301, vi.
51. Krithikadatta J. Clinical effectiveness of contemporary dentin bonding agents. *J Conserv Dent* 2010;13(4):173-83.
52. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res* 1955;34(6):849-53.
53. Fusayama T, Nakamura M, Kurosaki N, Iwaku M. Non-pressure adhesion of a new adhesive restorative resin. *J Dent Res* 1979;58(4):1364-70.
54. Nakabayashi N, Kojima K, Masuhara E. The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *J Biomed Mater Res* 1982;16(3):265-73.
55. Ramos J, editor. *Estética em Medicina Dentária*. 1 ed. Coimbra: ABBOT Laboratórios; 2009.
56. Van Meerbeek B, De Munck J, Yoshida Y, Inoue S, Vargas M, Vijay P, et al. Buonocore memorial lecture. Adhesion to enamel and dentin: current status and future challenges. *Oper Dent* 2003;28(3):215-35.
57. De Munck J, Van Landuyt K, Peumans M, Poitevin A, Lambrechts P, Braem M, et al. A critical review of the durability of adhesion to tooth tissue: methods and results. *J Dent Res* 2005;84(2):118-32.
58. Van Meerbeek B, Van Landuyt K, De Munck J, Hashimoto M, Peumans M, Lambrechts P, et al. Technique-sensitivity of contemporary adhesives. *Dent Mater J* 2005;24(1):1-13.
59. Peumans M, Kanumilli P, De Munck J, Van Landuyt K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Clinical effectiveness of contemporary adhesives: a systematic review of current clinical trials. *Dent Mater* 2005;21(9):864-81.
60. Perdigao J, Sezinando A, Monteiro PC. Laboratory bonding ability of a multi-purpose dentin adhesive. *Am J Dent* 2012;25(3):153-8.
61. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new 'multi-mode' adhesive to enamel and dentine. *J Dent* 2012;40(6):475-84.
62. Wolinsky LE, Armstrong RW, Seghi RR. The determination of ionic bonding interactions of N-phenyl glycine and N-(2-hydroxy-3-methacryloxypropyl)-N-phenyl glycine as measured by carbon-13 NMR analysis. *J Dent Res* 1993;72(1):72-7.
63. Eliades GC, Caputo AA, Vougiouklakis GJ. Composition, wetting properties and bond strength with dentin of 6 new dentin adhesives. *Dent Mater* 1985;1(5):170-6.

64. Van Meerbeek B, Perdigao J, Lambrechts P, Vanherle G. The clinical performance of adhesives. *J Dent* 1998;26(1):1-20.
65. Perdigao J, Geraldeli S, Hodges JS. Total-etch versus self-etch adhesive: effect on postoperative sensitivity. *J Am Dent Assoc* 2003;134(12):1621-9.
66. Baratieri LN. *Odontologia Restauradora - Fundamentos e Possibilidades*. 1º edição ed. São Paulo; 2003.
67. Perdigao J, Swift EJ. Analysis of dental adhesive systems using scanning electron microscopy. *Int Dent J* 1994;44(4):349-59.
68. Swift EJ, Jr., Perdigao J, Heymann HO. Bonding to enamel and dentin: a brief history and state of the art, 1995. *Quintessence Int* 1995;26(2):95-110.
69. Pashley DH, Carvalho RM. Dentine permeability and dentine adhesion. *J Dent* 1997;25(5):355-72.
70. Lopes GC, Baratieri LN, de Andrada MA, Vieira LC. Dental adhesion: present state of the art and future perspectives. *Quintessence Int* 2002;33(3):213-24.
71. Unemori M, Matsuya Y, Akashi A, Goto Y, Akamine A. Self-etching adhesives and postoperative sensitivity. *Am J Dent* 2004;17(3):191-5.
72. Pashley DH, Tay FR, Carvalho RM, Rueggeberg FA, Agee KA, Carrilho M, et al. From dry bonding to water-wet bonding to ethanol-wet bonding. A review of the interactions between dentin matrix and solvated resins using a macromodel of the hybrid layer. *Am J Dent* 2007;20(1):7-20.
73. Tay FR, Gwinnett AJ, Wei SH. The overwet phenomenon: an optical, micromorphological study of surface moisture in the acid-conditioned, resin-dentin interface. *Am J Dent* 1996;9(1):43-8.
74. Gregoire G, Guignes P, Nasr K. Effects of dentine moisture on the permeability of total-etch and one-step self-etch adhesives. *J Dent* 2009;37(9):691-9.
75. Osorio R, Aguilera FS, Otero PR, Romero M, Osorio E, Garcia-Godoy F, et al. Primary dentin etching time, bond strength and ultra-structure characterization of dentin surfaces. *J Dent* 2010;38(3):222-31.
76. Tay FR, Pashley DH. Resin bonding to cervical sclerotic dentin: a review. *J Dent* 2004;32(3):173-96.
77. Kwong SM, Cheung GS, Kei LH, Itthagarun A, Smales RJ, Tay FR, et al. Micro-tensile bond strengths to sclerotic dentin using a self-etching and a total-etching technique. *Dent Mater* 2002;18(5):359-69.
78. Yoshiyama M, Tay FR, Doi J, Nishitani Y, Yamada T, Ito K, et al. Bonding of self-etch and total-etch adhesives to carious dentin. *J Dent Res* 2002;81(8):556-60.
79. Swift EJ, Jr. Dentin/enamel adhesives: review of the literature. *Pediatr Dent* 2002;24(5):456-61.
80. Mine A, De Munck J, Vivan Cardoso M, Van Landuyt KL, Poitevin A, Kuboki T, et al. Enamel-smear compromises bonding by mild self-etch adhesives. *J Dent Res* 2010;89(12):1505-9.
81. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Yoshida Y, Mine A, De Munck J, Van Landuyt KL. State of the art of self-etch adhesives. *Dent Mater* 2011;27(1):17-28.
82. Demarc FF, Correa MB, Cenci MS, Moraes RR, Opdam NJ. Longevity of posterior composite restorations: not only a matter of materials. *Dent Mater* 2012;28(1):87-101.
83. Bowen RL, inventor. Dental filling material comprising vinyl-silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bisphenol and glycidyl methacrylate. 1962.
84. Vinagre A. *Fotopolimerização de resinas compostas - avaliação da eficácia de aparelhos de luz subjacentes à tecnologia de díodos emissores de luz (LEDs) [Provas de aptidão pedagógica e capacidade científica]*. Coimbra: Coimbra; 2006.
85. Chen MH. Update on dental nanocomposites. *J Dent Res* 2010;89(6):549-60.
86. Combe EC, Burke FJ. Contemporary resin-based composite materials for direct placement restorations: packables, flowables and others. *Dent Update* 2000;27(7):326-32, 34-6.
87. Schneider LF, Consani S, Sakaguchi RL, Ferracane JL. Alternative photoinitiator system reduces the rate of stress development without compromising the final properties of the dental composite. *Dent Mater* 2009;25(5):566-72.
88. Albuquerque PP, Moreira AD, Moraes RR, Cavalcante LM, Schneider LF. Color stability, conversion, water sorption and solubility of dental composites formulated with different photoinitiator systems. *J Dent* 2013;41 Suppl 3:e67-72.
89. Kramer N, Garcia-Godoy F, Reinelt C, Feilzer AJ, Frankenberger R. Nanohybrid vs. fine hybrid composite in extended Class II cavities after six years. *Dent Mater* 2011;27(5):455-64.
90. Dresch W, Volpato S, Gomes JC, Ribeiro NR, Reis A, Loguercio AD. Clinical evaluation of a nanofilled composite in posterior teeth: 12-month results. *Oper Dent* 2006;31(4):409-17.
91. Weinmann W, Thalacker C, Guggenberger R. Siloranes in dental composites. *Dent Mater* 2005;21(1):68-74.

92. Yaman BC, Dogruer I, Gumustas B, Efes BG. Three-year randomized clinical evaluation of a low-shrinkage silorane-based resin composite in non-carious cervical lesions. *Clin Oral Investig* 2014;18(4):1071-9.
93. Maughan RJ, Leiper JB. Fluid replacement requirements in soccer. *J Sports Sci* 1994;12 Spec No:S29-34.
94. Ferreira CS, JA. Amaral, TF. Contribuição da Composição Nutricional e Energética das Bebidas para a Hidratação na Atividade Física. *Gymnasium - Revista de Educação Física, Desporto e Saúde* 2010;1(2):93-114.
95. Von Duvillard SP, Braun WA, Markofski M, Beneke R, Leithauser R. Fluids and hydration in prolonged endurance performance. *Nutrition* 2004;20(7-8):651-6.
96. Evans GH, Shirreffs SM, Maughan RJ. Postexercise rehydration in man: the effects of osmolality and carbohydrate content of ingested drinks. *Nutrition* 2009;25(9):905-13.
97. Rehrer NJ. Fluid and electrolyte balance in ultra-endurance sport. *Sports Med* 2001;31(10):701-15.
98. Schedl HP, Maughan RJ, Gisolfi CV. Intestinal absorption during rest and exercise: implications for formulating an oral rehydration solution (ORS). Proceedings of a roundtable discussion. April 21-22, 1993. *Med Sci Sports Exerc* 1994;26(3):267-80.
99. Leiper JB. Intestinal water absorption--implications for the formulation of rehydration solutions. *Int J Sports Med* 1998;19 Suppl 2:S129-32.
100. Millard-Stafford ML, Sparling PB, Roskopf LB, Snow TK. Should carbohydrate concentration of a sports drink be less than 8% during exercise in the heat? *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005;15(2):117-30.
101. Dugas J. Sodium ingestion and hyponatraemia: sports drinks do not prevent a fall in serum sodium concentration during exercise. *Br J Sports Med* 2006;40(4):372.
102. Will G Hopkins MRW. The Optimum Composition for Endurance Sports Drinks. *Sportscience* 2006;10:59-62.
103. Hickel R, Roulet JF, Bayne S, Heintze SD, Mjor IA, Peters M, et al. Recommendations for conducting controlled clinical studies of dental restorative materials. *Clin Oral Investig* 2007;11(1):5-33.
104. Hickel R, Peschke A, Tyas M, Mjor I, Bayne S, Peters M, et al. FDI World Dental Federation: clinical criteria for the evaluation of direct and indirect restorations-update and clinical examples. *Clin Oral Investig* 2010;14(4):349-66.
105. Wang YL, Chang CC, Chi CW, Chang HH, Chiang YC, Chuang YC, et al. Erosive potential of soft drinks on human enamel: An in vitro study. *J Formos Med Assoc* 2014.
106. Valinoti AC, Neves BG, da Silva EM, Maia LC. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *J Appl Oral Sci* 2008;16(4):257-65.
107. Silva PFB, G.; Chasqueira, F.; Oliveira, S.A.; Portugal, J. Efeito do envelhecimento em ácido cítrico na microdureza e resistência à flexão de resinas compostas. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac* 2012;53(4):227-32.
108. Ilie N, Hickel R. Investigations on mechanical behaviour of dental composites. *Clin Oral Investig* 2009;13(4):427-38.
109. Lu H, Lee YK, Oguri M, Powers JM. Properties of a dental resin composite with a spherical inorganic filler. *Oper Dent* 2006;31(6):734-40.
110. Van Meerbeek B, Peumans M, Poitevin A, Mine A, Van Ende A, Neves A, et al. Relationship between bond-strength tests and clinical outcomes. *Dent Mater* 2010;26(2):e100-21.
111. Osorio R, Pisani-Proença J, Erhardt MC, Osorio E, Aguilera FS, Tay FR, et al. Resistance of ten contemporary adhesives to resin-dentine bond degradation. *J Dent* 2008;36(2):163-9.
112. Kleverlaan CJ, Feilzer AJ. Polymerization shrinkage and contraction stress of dental resin composites. *Dent Mater* 2005;21(12):1150-7.
113. Chambino A. Efeito das bebidas isotônicas no esmalte humano: estudo *in vitro* [Coimbra: Universidade de Coimbra; 2010].
114. Heintze SD. Clinical relevance of tests on bond strength, microleakage and marginal adaptation. *Dent Mater* 2013;29(1):59-84.
115. Rees J, Hughes J, Innes C. An in vitro assessment of the erosive potential of some white wines. *Eur J Prosthodont Restor Dent* 2002;10(1):37-42.
116. Hooper SM, Hughes JA, Newcombe RG, Addy M, West NX. A methodology for testing the erosive potential of sports drinks. *J Dent* 2005;33(4):343-8.
117. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness of different restorative materials after long-term immersion in sports and energy drinks. *Dent Mater J* 2012;31(5):729-36.
118. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sports drinks on color stability of nanofilled and microhybrid composites after long-term immersion. *J Dent* 2012;40 Suppl 2:e55-63.

119. Shellis RP, Ganss C, Ren Y, Zero DT, Lussi A. Methodology and models in erosion research: discussion and conclusions. *Caries Res* 2011;45 Suppl 1:69-77.
120. Barbour ME, Lussi A, Shellis RP. Screening and prediction of erosive potential. *Caries Res* 2011;45 Suppl 1:24-32.
121. Ionta FQ, Mendonca FL, de Oliveira GC, de Alencar CR, Honorio HM, Magalhaes AC, et al. In vitro assessment of artificial saliva formulations on initial enamel erosion remineralization. *J Dent* 2014;42(2):175-9.
122. Leung VW, Darvell BW. Artificial salivas for in vitro studies of dental materials. *J Dent* 1997;25(6):475-84.
123. Young A, Tenuta LM. Initial erosion models. *Caries Res* 2011;45 Suppl 1:33-42.
124. Perdigao J, Kose C, Mena-Serrano AP, De Paula EA, Tay LY, Reis A, et al. A new universal simplified adhesive: 18-month clinical evaluation. *Oper Dent* 2014;39(2):113-27.
125. Mena-Serrano A, Kose C, De Paula EA, Tay LY, Reis A, Loguercio AD, et al. A new universal simplified adhesive: 6-month clinical evaluation. *J Esthet Restor Dent* 2013;25(1):55-69.
126. Heintze SD, Rousson V. Clinical effectiveness of direct class II restorations - a meta-analysis. *J Adhes Dent* 2012;14(5):407-31.
127. Berger SB, Palialol AR, Cavalli V, Giannini M. Surface roughness and staining susceptibility of composite resins after finishing and polishing. *J Esthet Restor Dent* 2011;23(1):34-43.
128. Yesilyurt C, Yoldas O, Altintas SH, Kusgoz A. Effects of food-simulating liquids on the mechanical properties of a silorane-based dental composite. *Dent Mater J* 2009;28(3):362-7.
129. Cochrane NJ, Cai F, Yuan Y, Reynolds EC. Erosive potential of beverages sold in Australian schools. *Aust Dent J* 2009;54(3):238-44; quiz 77.
130. Caneppele TM, Jeronymo RD, Di Nicolo R, de Araujo MA, Soares LE. In Vitro assessment of dentin erosion after immersion in acidic beverages: surface profile analysis and energy-dispersive X-ray fluorescence spectrometry study. *Braz Dent J* 2012;23(4):373-8.
131. Addy M, Shellis RP. Interaction between attrition,abrasion and erosion in tooth wear. *Monogr Oral Sci* 2006;20:17-31.
132. Shellis RP, Barbour ME, Jones SB, Addy M. Effects of pH and acid concentration on erosive dissolution of enamel, dentine, and compressed hydroxyapatite. *Eur J Oral Sci* 2010;118(5):475-82.
133. Mayworm CD, Camargo SS, Jr., Bastian FL. Influence of artificial saliva on abrasive wear and microhardness of dental composites filled with nanoparticles. *J Dent* 2008;36(9):703-10.

Capítulo VII - Anexos

ANEXO 1

Aprovação pela Comissão Coordenadora do Conselho Científico da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra e pela Comissão de Ética da Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra.

 <p>Universidade de Coimbra Faculdade de Medicina Direcção de Educação Médica</p> <p>DIRECTOR Prof. Doutor Júlio Soares Leite</p>	<p><i>21</i> <i>XV - 319)</i></p> <p>COMISSÃO DE ÉTICA FACULDADE DE MEDICINA UNIVERSIDADE DE COIMBRA COIMBRA</p> <p><i>Nada a opor</i> <i>29/08/09</i> <i>puar</i></p>	<p>Ao <u>C. Ética</u> para parecer. <u>16.07.09</u> O Presidente do C. Científico da FMUC</p> <p><i>[Signature]</i></p> <p>A Presidente do Conselho Científico Prof. Doutora Catarina Resende de Oliveira</p> <p>Ex.ma Senhora Prof. Doutora Catarina Resende de Oliveira Presidente do Conselho Científico Faculdade de Medicina Universidade de Coimbra</p>
<p>GABINETE DE EDUCAÇÃO MÉDICA Prof. Doutor Júlio Soares Leite</p>	<p>DEM/Pos-G/ 245 /2009</p> <p>Aprovado pela Comissão Coordenadora do C.C. em 07/09/2009 O Presidente do C.C. da FMUC <u>2009-07-07</u></p> <p><i>[Signature]</i></p>	
<p>UNID. ENSINO PRÉ-GRADUADO Prof. Doutor João Relvas Prof. Doutora Cristina Oliveira Doutor João Carlos Ramos</p>	<p>Assunto: Modelos 1 e 2 - Fernando Miguel Rodrigues Marques</p>	
<p>UNID. ENSINO PÓS-GRADUADO Prof. Doutor Fontes Ribeiro Prof. Doutora M.ª João Rodrigues Prof. Doutor Lino Gonçalves</p>	<p>Para os devidos efeitos, junto enviamos os originais dos Modelos 1 e 2, referentes à proposta de designação de orientadores e do projecto de dissertação do Licenciado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fernando Miguel Rodrigues Marques, aluno do Mestrado em <u>Medicina do Desporto</u>, de que são coordenadores os Senhores Professores Doutor Fontes Ribeiro e Doutor Páscoa Pinheiro. 	
<p>GABINETE DE RELAÇÕES INTERNACIONAIS Prof. Doutor Armando Carvalho Prof. Doutora Marília Dourado Dr. Sérgio Miguel Matos</p>	<p>Atendendo a que estão cumpridos todos os requisitos exigidos, informamos V. Ex.ª que <u>nada temos a opor.</u></p> <p>Com os melhores cumprimentos <i>[Signature]</i></p>	
<p>GABINETE DE EDITORIAL Prof. Doutor C. Robalo Cordeiro Prof. Doutor Manuel Quarilha Prof. Doutor José P. Figueiredo</p>	<p>Ao Gabinete <u>RG</u> O Responsável pela Unidade de Estudos Pós-Graduados,</p> <p>Data, <u>24/09/09</u></p> <p><i>[Signature]</i> O Director da Direcção de Educação Médica</p> <p><i>[Signature]</i> Prof. Doutor Carlos Alberto Fontes Ribeiro</p>	
<p>Rua Farga 3004, 304 Coimbra P-Portugal</p> <p>Tel.: +351 239 857 755 Fax: +351 239 857 757 E-Mail: dom.usg@fm.ucp.pt</p>	<p>ENTRADAS FACULDADE DE MEDICINA Conselho Científico Data <u>15/07/09</u> N.º <u>1153</u></p> <p>UNIVERSIDADE DE COIMBRA FACULDADE DE MEDICINA Direcção de Educação Médica Entrada <u>2009/08/21</u> Doc. N.º <u>530</u></p> <p><i>mjm</i></p>	

ANEXO 2

Tabela 22 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro brilho superficial e rugosidade em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=40.0 Z=-1.09 p=0.276	U=40.0 Z=-1.09 p=0.276	U=9.5 Z=-3.45 p=0.001	U=10.0 Z=-3.49 p=<0.01	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542
II		U=45.0 Z=-0.503 p=0.615	U=45.0 Z=-0.503 p=0.615	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
III			U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=18.5 Z=-2.71 p=0.007	U=20.0 Z=-2.67 p=0.008	U=45.0 Z=-0.503 p=0.615	U=45.0 Z=-0.503 p=0.615
IV				U=18.5 Z=-2.71 p=0.007	U=20.0 Z=-2.67 p=0.008	U=45.0 Z=-0.503 p=0.615	U=45.0 Z=-0.503 p=0.615
V					U=45.5 Z=-0.548 p=0.584	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002
VI						U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Tabela 23 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro *score* final estético em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
II		U=45.0 Z=-0.46 p=0.648	U=40.0 Z=-0.87 p=0.383	U=23.0 Z=-2.37 p=0.018	U=25.0 Z=-2.29 p=0.022	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342
III			U=35.0 Z=-1.31 p=0.189	U=18.5 Z=-2.71 p=0.007	U=20.0 Z=-2.67 p=0.008	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615
IV				U=32.0 Z=-1.70 p=0.090	U=35.0 Z=-1.51 p=0.131	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075
V					U=45.5 Z=-0.55 p=0.584	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002	U=14.0 Z=-3.07 p=0.002
VI						U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Tabela 24 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro adaptação marginal em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=41.0 Z=-0.98 p=0.329	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=35.0 Z=-1.37 p=0.170	U=35.0 Z=-1.37 p=0.170
II		U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=27.5 Z=-2.03 p=0.042	U=27.5 Z=-2.03 p=0.042
III			U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01
IV				U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01
V					U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01
VI						U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Tabela 25 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro fraturas e fissuras de esmalte em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317
II		U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=0.0 Z=-4.19 p<0.01	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146
III			U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
IV				U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
V					U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
VI						U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Tabela 41 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro brilho superficial em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615	U=45.0 Z=-0.46 p=0.648	U=33.0 Z=-1.59 p=0.111	U=31.5 Z=-2.01 p=0.045	U=20.0 Z=-2.70 p=0.008	U=15.0 Z=-3.20 p=0.001
II		U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=37.0 Z=-1.30 p=0.195	U=36.0 Z=-1.70 p=0.088	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=10.0 Z=-3.56 p<0.01
III			U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=37.0 Z=-1.30 p=0.195	U=36.0 Z=-1.70 p=0.088	U=15.0 Z=-3.07 p=0.002	U=10.0 Z=-3.56 p<0.01
IV				U=29.0 Z=-1.88 p=0.060	U=27.0 Z=-2.30 p=0.021	U=25.0 Z=-2.29 p=0.022	U=20.0 Z=-2.85 p=0.004
V					U=49.5 Z=-0.05 p=0.957	U=9.0 Z=-3.44 p=0.001	U=5.0 Z=-3.82 p<0.01
VI						U=4.5 Z=-3.88 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01
VII							U=45.0 Z=-1.0 p=0.317

Tabela 42 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro rugosidade em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615	U=25.0 Z=-2.19 p=0.028	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075	U=17.0 Z=-2.74 p=0.006	U=29.0 Z=-1.84 p=0.066	U=40.0 Z=-0.951 p=0.342	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
II		U=30.0 Z=-1.74 p=0.081	U=35.0 Z=-1.31 p=0.189	U=20.5 Z=-2.43 p=0.015	U=33.5 Z=-1.42 p=0.156	U=45.0 Z=-0.46 p=0.648	U=45.0 Z=-0.50 p=0.615
III			U=45.0 Z=-0.46 p=0.648	U=34.5 Z=-1.34 p=0.181	U=48.5 Z=-0.13 p=0.895	U=35.0 Z=-1.31 p=0.189	U=25.0 Z=-2.19 p=0.028
IV				U=31.0 Z=-1.60 p=0.109	U=47.0 Z=-0.26 p=0.796	U=40.0 Z=-0.87 p=0.383	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075
V					U=35.0 Z=-1.24 p=0.217	U=24.0 Z=-2.14 p=0.032	U=17.0 Z=-2.74 p=0.006
VI						U=38.0 Z=-1.02 p=0.306	U=29.0 Z=-1.84 p=0.066
VII							U=40.0 Z=-0.95 p=0.342

Tabela 43 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro pigmentação superficial em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=20.0 Z=-2.85 p=0.004	U=30.0 Z=-2.18 p=0.029	U=25.0 Z=-2.52 p=0.012	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
II		U=30.0 Z=-1.78 p=0.075	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=35.0 Z=-1.37 p=0.170	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146
III			U=40.0 Z=-0.87 p=0.383	U=45.0 Z=-0.44 p=0.661	U=20.0 Z=-2.85 p=0.004	U=20.0 Z=-2.85 p=0.004	U=20.0 Z=-2.85 p=0.004
IV				U=45.0 Z=-0.44 p=0.661	U=30.0 Z=-2.18 p=0.029	U=30.0 Z=-2.18 p=0.029	U=30.0 Z=-2.18 p=0.029
V					U=25.0 Z=-2.52 p=0.012	U=25.0 Z=-2.52 p=0.012	U=25.0 Z=-2.52 p=0.012
VI						U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Tabela 44 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro pigmentação marginal em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=35.0 Z=-1.51 p=0.131	U=45.0 Z=-1.00 p=0.317	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
II		U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=35.0 Z=-1.51 p=0.131	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
III			U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=30.0 Z=-2.18 p=0.029	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317
IV				U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542
V					U=40.0 Z=-0.95 p=0.342	U=40.0 Z=-1.45 p=0.146	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542
VI						U=30.0 Z=-2.18 p=0.029	U=35.0 Z=-1.51 p=0.131
VII							U=45.0 Z=-1.0 p=0.317

Tabela 45 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro score final estético em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=40.0 Z=-1.09 p=0.276	U=40.0 Z=-1.09 p=0.276	U=45.0 Z=-0.50 p=0.315	U=29.5 Z=-1.83 p=0.067	U=31.5 Z=-2.01 p=0.045	U=35.0 Z=-1.31 p=0.189	U=30.0 Z=-1.74 p=0.810
II		U=50.0 Z=0.0 p>0.05	U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=36.5 Z=-1.35 p=0.178	U=40.5 Z=-1.38 p=0.168	U=25.0 Z=-2.29 p=0.022	U=20.0 Z=-2.67 p=0.008
III			U=45.0 Z=-0.61 p=0.542	U=36.5 Z=-1.35 p=0.178	U=40.5 Z=-1.38 p=0.168	U=25.0 Z=-2.29 p=0.022	U=20.0 Z=-2.67 p=0.008
IV				U=33.0 Z=-1.59 p=0.111	U=36.0 Z=-1.70 p=0.088	U=30.0 Z=-1.78 p=0.075	U=25.0 Z=-2.19 p=0.028
V					U=44.5 Z=-0.55 p=0.582	U=19.0 Z=-2.57 p=0.010	U=15.5 Z=-2.84 p=0.005
VI						U=18.0 Z=-2.89 p=0.004	U=13.5 Z=-3.20 p=0.001
VII							U=45.0 Z=-0.46 p=0.648

Tabela 46 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro adaptação marginal em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=41.5 Z=-0.80 p=0.423	U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=40.0 Z=-0.89 p=0.374	U=35.0 Z=-1.31 p=0.189
II		U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=0.0 Z=-4.15 p<0.01	U=0.0 Z=-4.14 p<0.01	U=0.0 Z=-4.14 p<0.01	U=32.5 Z=-1.53 p=0.125	U=28.0 Z=-1.89 p=0.058
III			U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.12 p<0.01
IV				U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.12 p<0.01
V					U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.12 p<0.01
VI						U=0.0 Z=-4.11 p<0.01	U=0.0 Z=-4.12 p<0.01
VII							U=45.0 Z=-0.44 p=0.661

Tabela 47 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro perda de estrutura dentária em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado.

GRUPOS	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
I	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05
II		U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=0.0 Z=-4.26 p<0.01	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317	U=45.0 Z=-1.0 p=0.317
III			U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
IV				U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
V					U=50.0 Z=0.00 p>0.05	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
VI						U=0.0 Z=-4.36 p<0.01	U=0.0 Z=-4.36 p<0.01
VII							U=50.0 Z=0.00 p>0.05

Capítulo VIII – Listagem de Figuras

LISTAGEM DE FIGURAS

Figura 1 – Imagem histológica da estrutura dentária: a – esmalte; b – dentina; c – cimento. *Imagem cedida pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos. Pág. 5*

Figura 2 – Imagens de erosão das faces vestibulares e palatinas e de cúspides de oclusais. *Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos. Pág. 11*

Figura 3 – Restauração dentária saliente da superfície dentária (seta) devido à erosão dos tecidos dentários circundantes. *Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos. Pág. 11*

Figura 4 – Erosão das faces vestibulares provocadas por limão (ácido cítrico). *Imagens cedidas pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos. Pág. 13*

Figura 5 – Erosão das faces palatinas em paciente com história de bulimia. *Imagem cedida pelo Prof. Doutor João Carlos Ramos. Pág. 14*

Figura 6 - Dentes selecionados e incluídos em resina acrílica autopolimerizável (Orthocryl®, Dentaureum): a - vista vestibular; b - vista palatina; c - vista proximal. *Pág. 34*

Figura 7 - Sequência de brocas utilizadas na preparação das cavidades: a - guia para desenhar o perímetro da cavidade; b - broca esférica diamantada de turbina para efetuar o ponto de trepanação; c - broca esférica de turbina para alargar o ponto de trepanação; d - broca cilíndrica de turbina para preparação da cavidade até ao limite do desenho; e, f - brocas calibradoras utilizadas em contra-ângulo para terminação e calibração do tamanho da cavidade. *Pág. 34*

Figura 8 – Cavidades preparadas. *Pág. 35*

Figura 9 - Esquema do protocolo restaurador pela técnica incremental: a - 1º incremento na metade oclusal da cavidade; b - 2º incremento na metade cervical da cavidade; c - 3º incremento a recobrir os incrementos anteriores; d - esquema com vista interproximal dos vários incrementos. *Pág. 37*

Figura 10 - Sequência do procedimento restaurador de um dos dentes: a - 1º incremento na metade oclusal da cavidade; b - 2º incremento na metade cervical da cavidade; c - vista proximal dos dois primeiros incrementos na cavidade palatina do dente; d - 3º incremento a recobrir os dois incrementos anteriores; e - vista proximal após colocação do 3º incremento na cavidade palatina do dente; f, g, h - restaurações finalizadas após acabamento e polimento, vistas vestibular, palatina e proximal, respetivamente. *Pág. 38*

Figura 11 - Borrachas utilizadas no acabamento e polimento das restaurações: a - borracha de acabamento em forma de disco do sistema Enhance™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha); b - borracha de polimento em forma de disco do sistema PoGo™ (Dentsply DeTrey, Konstanz, Alemanha). *Pág. 38*

Figura 12 - Esquema de avaliações diretas qualitativas. *Pág. 41*

Figura 13 – Amostras identificadas e submetidas às respectivas bebidas. *Pág. 44*

Figura 14 - Esquema do protocolo de imersão I. *Pág. 46*

Figura 15 - Esquema do protocolo de imersão II. *Pág. 47*

Figura 16 - Medição do pH e da capacidade tampão das bebidas utilizadas no estudo. *Pág. 48*

Figura 17 – Macrofotografias de uma amostra do grupo I (Prime&Bond[®]NT[™] + Isostar[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 63*

Figura 18 – Macrofotografias de uma amostra do grupo II (Xeno[®]V⁺ + Isostar[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 64*

Figura 19 – Macrofotografias de uma amostra do grupo III (Prime&Bond[®]NT[™] + Red Bull[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 65*

Figura 20 – Macrofotografias de uma amostra do grupo IV (Xeno[®]V⁺ + Red Bull[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 66*

Figura 21 – Macrofotografias de uma amostra do grupo V (Prime&Bond[®]NT[™] + Coca-Cola[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 67*

Figura 22 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VI (Xeno[®]V⁺ + Coca-Cola[®]) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 68*

Figura 23 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VII (Prime&Bond[®]NT[™] + saliva artificial) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 69*

Figura 24 – Macrofotografias de uma amostra do grupo VIII (Xeno[®]V⁺ + saliva artificial) nos quatro períodos de avaliação. *Pág. 70*

Capítulo IX – Listagem de Gráficos

LISTAGEM DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Distribuição percentual dos *scores* do brilho superficial e rugosidade na avaliação direta. *Pág. 50*

Gráfico 2 – Distribuição percentual dos *scores* da pigmentação superficial e marginal na avaliação direta. *Pág. 51*

Gráfico 3 – Distribuição percentual do *score* final estético na avaliação direta. *Pág. 51*

Gráfico 4 – Distribuição percentual dos *scores* da adaptação marginal na avaliação direta. *Pág. 52*

Gráfico 5 – Distribuição percentual dos *scores* das fraturas e retenção da resina composta na avaliação direta. *Pág. 52*

Gráfico 6 – Distribuição percentual do *score* final funcional na avaliação direta. *Pág. 53*

Gráfico 7 – Distribuição percentual dos *scores* das fraturas e fissuras dentárias na avaliação direta. *Pág. 54*

Gráfico 8 – Distribuição percentual dos *scores* do brilho superficial na avaliação indireta. *Pág. 55*

Gráfico 9 – Distribuição percentual dos *scores* da rugosidade na avaliação indireta. *Pág. 56*

Gráfico 10 – Distribuição percentual dos *scores* da pigmentação superficial na avaliação indireta. *Pág. 56*

Gráfico 11 – Distribuição percentual dos *scores* da pigmentação marginal na avaliação indireta. *Pág. 56*

Gráfico 12 – Distribuição percentual do *score* final estético na avaliação indireta. *Pág. 57*

Gráfico 13 – Distribuição percentual dos *scores* da adaptação marginal na avaliação indireta. *Pág. 58*

Gráfico 14 – Distribuição percentual dos *scores* das fraturas e retenção da resina composta na avaliação indireta. *Pág. 58*

Gráfico 15 – Distribuição percentual do *score* final funcional na avaliação indireta. *Pág. 59*

Gráfico 16 – Distribuição percentual dos *scores* da perda de estrutura dentária na avaliação indireta. *Pág. 60*

Capítulo X – Listagem de Tabelas

LISTAGEM DE TABELAS

Tabela 1 - Sistemas adesivos utilizados. *Pág. 35*

Tabela 2 - Modo de aplicação dos sistemas adesivos segundo o fabricante. *Pág. 36*

Tabela 3 - Características da resina composta utilizada. *Pág. 37*

Tabela 4 - Descrição dos parâmetros e respectivos *scores* utilizados na avaliação direta das amostras. *Pág. 39 e 40*

Tabela 5 - Descrição dos parâmetros e respectivos *scores* utilizados na avaliação das amostras por microfotografia. *Pág. 42 e 43*

Tabela 6 - Distribuição das amostras pelos grupos. *Pág. 43 e 44*

Tabela 7 - Características das bebidas utilizadas (fabricante, lote, validade e composição, segundo o fabricante). *Pág. 45*

Tabela 8: Coeficientes de correlação intraclassa entre os dois métodos de avaliação determinados pelo modelo de efeitos aleatórios, considerando a definição de concordância absoluta o valor unitário. Todos os valores apresentados correspondem a $p < 0.01$. *Pág. 50*

Tabela 9 - Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades estéticas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond[®]NT[™]. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.71*

Tabela 10: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades estéticas do grupo V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.71*

Tabela 11 - Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades estéticas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno[®]V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.72*

Tabela 12: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades estéticas dos grupos II, IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.72*

Tabela 13: Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades funcionais em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.73*

Tabela 14: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades funcionais dos grupos I, III e V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.73*

Tabela 15: Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades funcionais em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.74*

Tabela 16: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades funcionais dos grupos II, IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.74*

Tabela 17: Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades biológicas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.75*

Tabela 18: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades biológicas dos grupos III e V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.75*

Tabela 19: Estatística descritiva da avaliação qualitativa das propriedades biológicas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.76*

Tabela 20: Evolução ao longo do tempo da avaliação qualitativa das propriedades biológicas dos grupos IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.76*

Tabela 21: Comparação inter-grupos de cada parâmetro da avaliação direta para os quatro períodos de avaliação. Teste de Kruskal-Wallis para amostras independentes para $p < 0.05$. Valores estatisticamente significativos a sombreado. *Pág.54*

Tabela 22 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro brilho superficial e rugosidade em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.112*

Tabela 23 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro *score* final estético em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.112*

Tabela 24 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro adaptação marginal em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.113*

Tabela 25 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro fraturas e fissuras de esmalte em t3 para a avaliação direta. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.113*

Tabela 26: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades estéticas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.77*

Tabela 27: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades estéticas dos grupos I, III e V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p<0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.78*

Tabela 28: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades estéticas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.79*

Tabela 29: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades estéticas dos grupos II, IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p<0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.80*

Tabela 30: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades funcionais em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.81*

Tabela 31: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades estéticas dos grupos III e V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p<0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.81*

Tabela 32: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades funcionais em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.82*

Tabela 33: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades funcionais dos grupos IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.82*

Tabela 34: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades biológicas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Prime&Bond®NT™. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.83*

Tabela 35: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades biológicas dos grupos III e V. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.83*

Tabela 36: Estatística descritiva da avaliação fotográfica das propriedades biológicas em t0, t1, t2 e t3 para os grupos onde foi utilizado o sistema adesivo Xeno®V+. Avaliação da evolução de cada grupo nos quatro períodos de observação, utilizando o teste de Friedman para um nível de significância de 0.05. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.84*

Tabela 37: Evolução ao longo do tempo da avaliação fotográfica das propriedades biológicas dos grupos IV e VI. Teste de Wilcoxon para amostras emparelhadas para $p < 0.05$. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.84*

Tabela 38: Relação entre a cor da estrutura dentária e as bebidas utilizadas, após o protocolo de imersão I (t2). $\chi^2(6)=130.8$; $p < 0.01$. *Pág.61*

Tabela 39: Relação entre a cor da estrutura dentária e as bebidas utilizadas, após o protocolo de imersão II (t3). $\chi^2(9)=240.0$; $p < 0.01$. *Pág.61*

Tabela 40: Comparação inter-grupos de cada parâmetro da avaliação indireta a partir de macrofotografias para os quatro períodos de avaliação. Teste de Kruskal-Wallis para amostras independentes para $p < 0.05$. Valores estatisticamente significativos a sombreado. *Pág.62*

Tabela 41 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro brilho superficial em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.114*

Tabela 42 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro rugosidade em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.114*

Tabela 43 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro pigmentação superficial em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.115*

Tabela 44 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro pigmentação marginal em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.115*

Tabela 45 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro *score* final estético em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.116*

Tabela 46 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro adaptação marginal em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.116*

Tabela 47 – Comparações múltiplas com o teste de Mann-Whitney para o parâmetro perda de estrutura dentária em t3 para a avaliação indireta a partir de macrofotografias. Resultados com diferenças estatisticamente significativas assinalados a sombreado. *Pág.117*

Tabela 48: Caracterização química das bebidas utilizadas: pH e capacidade tampão. *Pág.85*

Capítulo XI - Índice

Capítulo I - Enquadramento temático.....	1
Capítulo II – Revisão bibliográfica.....	4
1. Tecidos dentários.....	5
1.1. Esmalte.....	5
1.2. Dentina.....	8
1.3. Cimento.....	9
2. Erosão dentária.....	10
2.1. Definição e considerações clínicas.....	10
2.2. Etiopatogenia.....	12
3. Restaurações dentárias.....	17
3.1. Sistemas adesivos.....	17
3.2. Implicações clínicas.....	20
3.3. Resinas compostas.....	22
4. Atividade desportiva.....	25
4.1. Considerações fisiológicas.....	25
4.2. Importância dos hidratos de carbono.....	27
4.3. Importância da hidratação.....	27
4.4. Bebidas “desportivas”	29
Capítulo III - Estudo experimental.....	31
1. Introdução.....	31
2. Objectivos.....	31
3. Materiais e métodos.....	33
3.1. Preparação das amostras.....	33
3.2. Análise das amostras.....	39
3.2.1. Avaliação direta.....	39
3.2.2. Avaliação indireta – macrofotografia digital.....	41
3.3. Exposição a bebidas ácidas.....	43
3.3.1. Seleção das bebidas para estudo.....	45

3.3.2. Protocolo de imersão I.....	45
3.3.3. Protocolo de imersão II.....	47
3.4. Análise química das bebidas selecionadas.....	48
3.5. Análise estatística.....	49
4. Resultados.....	49
4.1. Análise das amostras.....	49
4.1.1. Avaliação direta.....	50
4.1.2. Avaliação indireta.....	55
4.2. Análise química das bebidas.....	85
5. Discussão.....	85
6. Conclusões.....	94
Capítulo IV - Resumo.....	96
Capítulo V - Abstract.....	100
Capítulo VI - Bibliografia.....	104
Capítulo VII - Anexos.....	110
Capítulo VIII – Listagem de figuras.....	118
Capítulo IX – Listagem de gráficos.....	121
Capítulo X – Listagem de tabelas.....	124
Capítulo XI – Índice.....	129