



CONCORDÂNCIA DO ORIENTADOR

Declaro que a aluna **Daniela Dellosso Cibim RA 101940** esteve sob a minha orientação para a realização do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado **AVALIAÇÃO DA MOLHABILIDADE DE INFILTRANTES EXPERIMENTAIS** no ano de **2013**.

Concordo com a submissão do trabalho apresentado à Comissão de Graduação pelo aluno, como requisito para aprovação na disciplina DS833 – Trabalho de Conclusão de Curso.

Piracicaba, 18 de setembro de 2013.



Luciana Tera Inagaki
(Orientadora)



Universidade Estadual de Campinas
Faculdade de Odontologia de Piracicaba



CURSO DE GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA
Disciplina DS-833 - Tese de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO DA MOLHABILIDADE DE INFILTRANTES EXPERIMENTAIS

Discente: Daniela Delloso Cibim

Orientadora: Luciana Tiemi Inagaki

Co-Orientadora: Profa. Dra. Regina Maria Puppim-Rontani

PIRACICABA, SP
2013

DANIELA DELLOSSO CIBIM

AVALIAÇÃO DA MOLHABILIDADE DE INFILTRANTES EXPERIMENTAIS

Monografia apresentada ao Curso de Odontologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba – UNICAMP, para obtenção do título de Cirurgião-Dentista.

Orientadora: Luciana Tiemi Inagaki

Co-Orientadora: Profa. Dr. Regina Maria Puppim-Rontani

PIRACICABA, SP
2013

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA POR
MARILENE GIRELLO – CRB8/6159 - BIBLIOTECA DA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA DA UNICAMP

Cibim, Daniela Dellosso, 1990-

C482a Avaliação da molhabilidade de infiltrantes
experimentais / Daniela Dellosso Cibim. -- Piracicaba,
SP: [s.n.], 2013.

Orientador: Luciana Tiemi Inagaki.

Coorientador: Regina Maria Puppini-Rontani..

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) –
Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Odontologia de Piracicaba.

1. Cárie dentária. 2. Clorexidina. 3. Materiais
dentários I. Inagaki, Luciana Tiemi, 1981- II. Puppini-
Rontani, Regina Maria, 1959- III. Universidade Estadual
de Campinas. Faculdade de Odontologia de
Piracicaba. IV. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe, **Maria Teresa Dellosso Cibim**; ao meu pai, **Mario Donizeti Cibim**; e à minha irmã, **Gabriela Dellosso Cibim**.

AGRADECIMENTOS

Hoje, vivo uma realidade que parece um sonho, mas foi preciso muito esforço, determinação, paciência, perseverança e ousadia para chegar até aqui, nada disso eu conseguiria sozinha. Minha terna gratidão a todos aqueles que colaboraram para que este sonho pudesse ser concretizado.

A **Deus**, pela vida e por ter me guiado pelos melhores caminhos, me ajudado a superar todos os obstáculos, me fazendo acreditar que todo sonho sempre é possível.

À *Universidade Estadual de Campinas*, na pessoa do Magnífico Reitor **Prof. Dr. Fernando Ferreira Costa**.

À *Faculdade de Odontologia de Piracicaba*, na pessoa do Diretor **Prof. Jacks Jorge Junior**.

A **Prof. Pablo Agustin Vargas**, coordenador do curso de graduação.

À **Profa. Dra. Regina Maria Puppin-Rontani**, minha Orientadora de Iniciação Científica e co-Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso.

À minha Orientadora do Trabalho de Conclusão de Curso, doutoranda **Luciana Tiemi Inagaki**, por toda paciência, dedicação e atenção, que teve comigo, e por todo apoio oferecido.

Às professoras doutoras da área de odontopediatria, **Maria Beatriz Duarte Gavião, Marinês Nobre dos Santos, Regina Maria Puppin Rontani e Fernanda Miori Pascon** por todo conhecimento difundido.

À minha mãe, amiga, grande exemplo, **Teresa**, por sempre ter me apoiado e me ajudado em diversas situações, por todo amor e carinho que sempre teve comigo, pela paciência, por todos os conselhos, por me fazer sentir a pessoa mais capaz do mundo.

Ao meu pai, **Mario**, que sempre esteve disponível nos momentos que eu mais precisei, pela paciência, incentivo e por todo amor.

À minha irmã, grande amiga, **Gabriela**, por toda cumplicidade, amor, carinho, compreensão, companheirismo e apoio.

Às minha amigas, colegas de graduação, **Amanda Farias Gomes, Caroline Vales Nieto, Fernanda Maria Mazoni do Reis e Rafaela Costa**, pela amizade, companheirismo, e por todo apoio que me deram nos momentos difíceis.

A todos os colegas da querida **Turma 54 da FOP/UNICAMP**, que foram essenciais nessa jornada.

“ O valor das coisas não está no tempo em que elas duram, mas na intensidade com que acontecem. Por isso existem momentos inesquecíveis, coisas inexplicáveis e pessoas incomparáveis.”

Fernando Pessoa

RESUMO

Os poros do esmalte cariado funcionam como um caminho para a difusão de ácidos e minerais dissolvidos. A obstrução desses poros por materiais de baixa viscosidade e alto poder de penetração pode inibir a progressão da lesão cariada, possivelmente estabilizando mecanicamente a estrutura frágil do esmalte comprometido. A adição de um agente antibacteriano como o CHX aos materiais infiltrantes pode diminuir ou impedir a adesão de biofilme na superfície do material, evitando novas lesões cáries no esmalte sadio adjacente. A molhabilidade é uma das propriedades que regem a penetração de líquidos em sistemas sólidos e a avaliação do ângulo de contato dos materiais infiltrantes pode estimar a molhabilidade desses materiais: quanto menor o ângulo de contato, maior a molhabilidade e maior é a penetração do líquido na superfície. Assim, objetivo deste estudo foi avaliar a molhabilidade de infiltrantes experimentais em diversas formulações e diferentes superfícies (lisa-SL e rugosa-SR) e compará-los com o controle comercial (infiltrante Icon[®]), distribuídos nos seguintes grupos (n=10): G1-TEGDMA (monômero puro); G2-TEGDMA infiltrante/0,5% de canforoquinona, 1% de DMAEMA e 0,1% de BHT (TEGDMAi); G3-TEGDMAi+0,1% CHX; G4-TEGDMAi+0,2%CHX; G5-Infiltrante Icon[®]. A molhabilidade foi avaliada por meio dos ângulos de contato obtidos por gota sessil em superfície de vidro (lisa e rugosa), utilizando o goniômetro Digidrop (Labometric). Os dados foram submetidos à ANOVA 2 fatores e teste Tukey ($p < 0,05$) para comparação entre G1, G2, G3 e G4; e teste de Dunnett para comparação dos mesmos com G5 ($p < 0,05$). O teste ANOVA demonstrou interação significativa entre os fatores material e tipo de superfície ($p < 0,01$). A adição de CHX, independente da concentração, aos materiais aplicados a superfície rugosa produziu os menores ângulos de contato, em média. Quando comparados os valores do ângulo de contato entre os materiais à base de TEGDMA e o infiltrante comercial, não houve diferença estatisticamente significativa para os ângulos de contato em superfície lisa. No entanto, em superfície rugosa, o grupo 1 (TEGDMA) apresentou maior média de ângulo de contato em relação ao Icon[®], enquanto que os grupos G3 e G4 apresentaram ângulos significativamente menores que o Icon[®] e TEGDMAi não diferiu do Icon[®]. Concluiu-se que o CHX e a superfície rugosa influenciaram positivamente na propriedade de molhabilidade dos infiltrantes

experimentais, pois apresentaram menores ângulos de contato, mesmo comparado ao infiltrante Icon®.

Palavras-chave: Cárie dentária, clorexidina, materiais dentários.

ABSTRACT

The pores of enamel caries act as a pathway for the diffusion of acids and dissolved minerals. The blockage of pores by materials of low viscosity and high penetration stops the progression of caries lesions and stabilize mechanically the fragile structure of demineralized enamel. The addition of antibacterial agent as CHX in the infiltrant materials can reduce or prevent the adhesion of biofilm on material surface, preventing new caries lesions in adjacent healthy enamel. The contact angle evaluation can estimate the wettability property of infiltrant materials: the smaller contact angle, greater is wettability property and greater is the deep penetration of liquid into surface. The aim of this study was to evaluate the wettability of experimental infiltrants with different formulations and over different glass surfaces (smooth and rough), and compare them with the commercial control (Icon[®] infiltrant), distributed in the following groups (n=10): G1-TEGDMA (monomer pure); G2-TEGDMA infiltrant/0.5% de canforoquinone, 1% of DMAEMA and 0.1% of BHT (TEGDMAi); G3-TEGDMAi+0.1% CHX; G4-TEGDMAi+0.2%CHX; G5- Icon[®] infiltrant. The wettability was evaluated by contact angles obtained by drop in glass surface (smooth and rough), using goniometer Digidrop (Labometric). The data were submitted to ANOVA two factors and Tukey test ($p < 0.05$) to compare G1, G2, G3 and G4, and Dunnet's test to compare the groups G1-4 with G5 ($p < 0.05$). There were interaction between the surfaces and materials ($p < 0.01$). In smooth surface, G1 (49.92 ± 5.46) showed higher contacts angles and was statistically different when was compared with groups G3 (43.90 ± 8.09) and G4 (40.60 ± 5.72). In rough surface, G1 (49.67 ± 11.11) and G2 (46.83 ± 9.38) showed higher contact angles, followed by G5 (38.06 ± 12.69), G3 (22.44 ± 8.58) and G4 (21.86 ± 6.70). Comparing the materials over different surfaces, G3, G4 and G5 showed higher contact angles than G1 and G2. In front of results, was concluded that CHX and rough surface influenced positively in wettability property of experimental infiltrants that showed lower contact angles.

Keywords: Dental caries, chlorhexidine, dental materials.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	2
3. PROPOSIÇÃO	10
4. MATERIAIS E MÉTODOS	10
5. RESULTADOS	12
6. DISCUSSÃO	13
7. CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17
APÊNDICE	23

1. INTRODUÇÃO

A lesão de cárie se inicia a partir de um desequilíbrio iônico, observado entre o esmalte e a saliva, produzido pelo biofilme cariogênico aderido à superfície do esmalte (Fejerskov *et al.*, 2005). Durante o desenvolvimento da lesão cariosa o mineral é removido da estrutura do esmalte, deixando-o com porosidades, visualmente reconhecidas como manchas brancas opacas (Robinson *et al.*, 2001; Fejerskov *et al.*, 2005).

A aplicação tópica de flúor e instrução de higiene bucal do paciente são frequentemente utilizadas na tentativa de promover a remineralização dessas lesões cariosas (Fejerskov & Aoba, 2002; Mejàre *et al.*, 2003; Paris *et al.*, 2006). A detenção da cárie incipiente por meio de materiais infiltrantes como monômeros resinosos fotoativados é uma alternativa para uma Odontologia minimamente invasiva. Muitos trabalhos científicos comprovaram a capacidade de infiltração em lesões naturais e artificiais de esmalte por meio de adesivos comercialmente utilizados (Davila *et al.*, 1975; Robinson *et al.*, 1976; Robinson *et al.*, 2001; Mueller *et al.*, 2006; Meyer-Lueckel *et al.*, 2006; Paris *et al.*, 2007a; Paris *et al.*, 2009).

A penetração de um material resinoso altamente fluido nos poros do corpo da lesão de mancha branca é fator determinante para que a inibição da desmineralização seja efetiva, além de oferecer a esse esmalte mais poroso um reforço mecânico estrutural (Paris *et al.*, 2006; e Paris *et al.*, 2007; Kantovitz *et al.*; 2010). Como observado por Paris *et al.* (2007) a utilização de monômeros resinosos de baixa viscosidade é importante para a interceptação da lesão de cárie em seus estágios iniciais; e para essa função, há a necessidade de utilizar um material com alta capacidade de penetração nos poros da lesão cariosa que, ao polimerizar, produza o fortalecimento da área mais porosa do esmalte.

Ao mesmo tempo que a penetração do material na subsuperfície do esmalte é necessária para a diminuição da progressão da lesão de cárie, a adição de antimicrobianos ao material poderia diminuir o acúmulo de biofilme na superfície e contribuir para a menor progressão da lesão. Vários trabalhos da literatura tem mostrado que a adição de clorexidina a materiais restauradores (cimentos de

ionômero de vidro, resina composta, etc) proporciona aumento na capacidade antimicrobiana dos materiais (Cacciafesta *et al.*, 2006; Ribeiro *et al.*, 2008; Tuzuner *et al.*, 2011; Castilho *et al.*, 2013). Entretanto, muitos trabalhos apontam o fato dessa adição produzir alterações nas propriedades do material (Riggs *et al.*, 2000; Hiraishi *et al.*, 2008; Leung *et al.*, 2005; Hiraishi *et al.*, 2010).

A avaliação da molhabilidade por meio da mensuração do ângulo de contato é um importante parâmetro para estimar o grau de penetração de um líquido em uma superfície (Lampin *et al.*, 1997). No entanto, os valores dos ângulos de contato podem sofrer alterações de acordo com a viscosidade do líquido; da rugosidade e da heterogeneidade da superfície que entra em contato com o líquido (Luz *et al.*, 2008). Assim, a adição de clorexidina em infiltrantes poderia melhorar a eficácia do material em relação a progressão de cárie, porém, o efeito dessa adição na capacidade de molhamento.

Diante disto, o objetivo deste estudo foi avaliar a capacidade de molhamento de infiltrantes na superfície rugosa ou lisa de placas de vidro.

2.REVISÃO DE LITERATURA

A cárie é definida como uma doença multifatorial, transmissível, infecciosa, crônica e de progressão lenta (Keyes, 1960). Ela envolve interações entre a microbiota bucal, sistema imunológico do hospedeiro, dieta, saliva e as propriedades da superfície dental (Torlakovic *et al.*, 2012). Embora ela tenha diminuído sua incidência na maioria dos países industrializados, ela continua sendo considerada um importante problema de saúde pública, pois a quantidade de lesões não cavitadas em regiões proximais ainda é bastante frequente (Kantovitz *et al.*, 2010).

De acordo com Davilla *et al.* (1975), as lesões de mancha branca aparecem devido um processo de desmineralização na camada superficial do esmalte que ocorre por causa do ácido gerado pelas bactérias cariogênicas presentes no meio bucal. Progressivamente, com a presença das bactérias cariogênicas, os cristais de

hidroxiapatita vão se dissolvendo e assim o esmalte vai se tornando mais poroso (Frank, 1965). Caso ainda haja a presença de biofilme, há aumento dos espaços intercristalinos, aumentando a porosidade do esmalte, levando a cavitação do dente. Por outro lado, há um mecanismo que inibe o desenvolvimento de uma cárie denominado processo de remineralização, este é induzido pelos minerais presentes na saliva como íons cálcio e íons fosfato (Feathrstone *et al.*, 2004).

As lesões iniciais de cárie podem ser paralisadas ou até regredidas utilizando-se métodos adequados como tratamentos não invasivos: escovação, aplicação de flúor e mudança de dieta. Porém, são técnicas que, para serem efetivas, necessitam da cooperação do paciente e muitas vezes as lesões tendem a progredir pela não adesão dos pacientes a tais mudanças (Fejerskov & Kidd, 2004; Paris *et al.*, 2013). Assim, são utilizados materiais para selamento dos dentes com o intuito de controlar o progresso das lesões de cárie (Battistella, 2010).

Alguns dos materiais odontológicos que podem ter a função de selar os dentes para controlar a desmineralização do esmalte são: os cimentos de ionômero de vidro (McLean & Wilson, 1977), os cimentos de ionômero de vidro modificados por resina (Johnson *et al.*, 1995), os materiais resinosos (Bowen, 1965) e os adesivos (Grande *et al.*, 2000). A efetividade dos materiais seladores é comprovada por meio de testes como: biocompatibilidade, capacidade retentiva, tensão superficial, molhabilidade, ângulo de contato e grau de penetração do material (Barrie *et al.*, 1990). Os requisitos principais para que um material selador seja considerado eficiente são: baixa viscosidade, que permite a penetração em fissuras profundas e estreitas; tempo de trabalho favorável; presa rápida; boa e prolongada adesão ao esmalte; baixa sorção e solubilidade; resistência ao desgaste; irritação mínima aos tecidos e ação cariostática (Brauer, 1978).

Num estudo *in vitro* realizado por Hevinga *et al.* (2007), foi avaliado um sistema adesivo à base de álcool na microinfiltração e profundidade de penetração do selante em sulcos e fissuras em variadas circunstâncias de contaminação da superfície. O sistema adesivo à base de álcool foi utilizado por realizar a evaporação da água na superfície oclusal, o que resultaria numa melhor adaptação do selante. Como resultados, os autores observaram que a utilização de um sistema adesivo

antes do selamento de sulcos e fissuras cariadas contaminados (por saliva, água), influenciou positivamente na infiltração e na profundidade de penetração do selante.

A redução de microinfiltrações marginais em selantes pelo uso de sistema adesivo antes do selamento de fissuras sadias contaminadas por saliva foi mostrada por Hebling & Feigal (2000). Celiberti & Lussi (2007) num estudo *in vitro*, comparou a profundidade de penetração e o nível de infiltração dos selantes, em fissuras sadias e fissuras cariadas, artificial e natural em esmalte. Como resultado, os autores observaram que a condição do esmalte (se ele está sadio, com lesão cariada, em esmalte artificial ou natural) e a localização da lesão, influenciaram no nível de infiltração do selante.

Num estudo estudo *in vitro*, Paris *et al.* (2006) avaliaram a diminuição da progressão da lesão cariada artificial em esmalte de dentes bovinos após o selamento das superfícies com um selante resinoso (Heliosel, Vivadent) e 5 sistemas adesivos (1:Heliobond, Vivadent; 2:Resulcin Monobond, Merz Dental; 3:Excite, Vivadent; 4:Solobond M, Voco; 5:Adper Prompt L-Pop, 3M ESPE); utilizando diferentes tempos de aplicação (15s e 30s). Os autores notaram que o maior tempo de aplicação influenciou positivamente no controle da progressão da lesão cariada para o selante e adesivos 1-3. De acordo com os autores, os adesivos 4 e 5 não tiveram os mesmos resultados que os demais com o mesmo tempo de aplicação muito provavelmente por suas formulações, que devem ter influenciado no grau de penetração junto aos capilares do esmalte, e pelo fato do adesivo 5 ter um sistema único (“self-etching”) de aplicação.

Num estudo *in vitro* com lesões naturais de cárie em esmalte de dentes humanos, Paris *et al.* (2007a) avaliaram o grau de penetração de um adesivo convencional (Excite, Vivadent) em lesões incipientes de cárie após o pré-tratamento com diferentes condicionamentos ácidos (ácido fosfórico 37% e ácido clorídrico 15%) por 120 segundos. Os autores concluíram que o material resinoso penetrou com maior profundidade após o tratamento prévio com ácido clorídrico sendo este o mais indicado para a “infiltração” dos poros de esmalte cariado.

Partindo do princípio de selamento oclusal e da capacidade de penetração dos materiais resinosos, Paris *et al.* (2007), compararam diversos produtos encontrados no mercado como o selante (Helioseal) e adesivos (Adper Prompt L Pop, Excite, Heliobond, Resulcin Monobond, Solobond M), e 66 resinas experimentais contendo dois dos monômeros Bis-GMA (Bisfenol Glicidil Metacrilato), UDMA (Uretano Dimetacrilato), TEGDMA (Trietilenoglicol Dimetacrilato) e HEMA (Metacrilato de Hidróxi Etila) em proporções de peso variáveis, e também em diferentes porcentagens do etanol (0%, 10% e 20%). Como resultado, os autores mostraram que os produtos que continham solventes como acetona (Solobond M), etanol (Excite), e água (Adper Prompt L Pop) demonstraram menor tensão superficial e viscosidades comparado com os materiais sem o solvente. Já os materiais que continham solvente, mostraram maiores coeficientes de penetração em esmalte cariado. Assim, as resinas que continham em suas formulações altas quantidades de HEMA e TEGDMA revelaram baixa viscosidade e alto coeficiente de penetração. Diferente do Bis-GMA e UDMA que tiveram aumento da viscosidade e diminuição do coeficiente de penetração. A adição de etanol diminuiu as viscosidades, tensões superficiais e ângulos de contato de todas as combinações feitas, o que levou ao aumento do coeficiente de penetração. O compósito contendo TEGDMA e HEMA e 20% etanol, apresentou o maior coeficiente de penetração.

Paris *et al.* (2007b), em um outro estudo *in vitro*, avaliaram o grau de penetração de 12 materiais resinosos experimentais de baixa viscosidade à base de Bis-GMA e TEGDMA (denominados pelos autores de “infiltrantes”) em lesões artificiais de cárie em dentes bovinos. Os infiltrantes experimentais foram comparados com o adesivo Excite (Vivadent). Os autores mostraram que houve uma correlação positiva entre coeficiente de penetração (CP) e profundidade de penetração; e que as misturas que continham maiores concentrações de TEGDMA e que continham etanol foram mais eficazes que o controle comercial, pois mostraram maiores valores de CP.

A influência do CP e da composição dos 12 infiltrantes experimentais na progressão da lesão cariada foi relatada posteriormente por Meyer-Luckel & Paris (2008) num estudo *in vitro*. Neste estudo, os autores utilizaram dentes bovinos

artificialmente cariados, os quais foram infiltrados com os materiais e o selante Excite (controle) em 3 tempos de penetração (10s, 22s e 40s). Após 50 dias de exposição das superfícies infiltradas à solução desmineralizadora, os autores mostraram que as misturas resinosas com maior concentração de TEGDMA e com etanol mostraram completa penetração no corpo da lesão cariosa em todos os tempos de penetração, diferente das misturas com maior concentração de Bis-GMA e o controle comercial, que mostraram preenchimento não-homogêneo. Em relação à efetividade do tratamento, os autores mostraram que as superfícies infiltradas tiveram a redução na progressão da lesão cariosa quando comparadas às superfícies não tratadas.

A partir dos estudos mencionados, foi lançado o infiltrante Icon® (DMG, Hamburg, Alemanha), figura 1, disponível comercialmente. A eficácia clínica desse infiltrante foi mostrada por Paris *et al.*, (2010), em um acompanhamento clínico de 18 meses. Os autores avaliaram a eficácia clínica do Icon® em lesões de cárie interproximais. Para isso, foi sugerido exame radiográfico da progressão de lesões interproximais no grupo de tratamento (infiltração e terapia padrão não-operatório) e do grupo controle (apenas a terapia padrão não-operatório). Houve significativa redução das lesões, fato que mostrou a capacidade do infiltrante em inibir o progresso da desmineralização de superfícies.

Martignon *et al.* (2012) também realizaram um acompanhamento clínico randomizado de 36 meses de lesões de mancha branca interproximais infiltradas (grupo 1: Icon; grupo 2: adesivo Prime Bond NT, Dentispaly; grupo 3: placebo). Neste estudo, os autores mostraram que as superfícies infiltradas tanto com Icon quanto com o adesivo tiveram redução quanto a progressão da cárie, quando comparados com o placebo. No entanto, não houve diferença estatisticamente significativa entre a eficácia do infiltrante (68%) e do sistema adesivo (60%) no controle da lesão cariosa.

Apesar da proposta do Icon® ser promissora, é importante salientar que trata-se de um material recente no mercado e que sua efetividade clínica ainda não está totalmente comprovada na classe dos materiais com capacidade infiltrantes. Diante deste fato, o desenvolvimento de outras formulações de materiais com características infiltrantes com propriedades melhoradas pode colaborar para

consolidar o uso clínico dessa classe de materiais. Diante disto, sabe-se que a presença de um componente antimicrobiano na formulação dos materiais resinosos pode diminuir a adesão de biofilme na superfície do material já polimerizado e, assim, evitar que áreas adjacentes ao esmalte infiltrado sejam submetidas à novos processos de desmineralização (Imazato, 2003). Assim, um agente antimicrobiano que poderia ser utilizado junto à composição dos materiais infiltrantes é a clorexidina.

A clorexidina é uma molécula catiônica, consistindo de dois anéis 4-clorofenis e de dois grupos biguanidas ligados à cadeia central de hexametileno; e sendo uma base forte, é mais estável na forma de sal. Devido às suas propriedades catiônicas, a clorexidina se liga à hidroxiapatita do esmalte dentário, à película adquirida na superfície dentária, às proteínas salivares, às bactérias e às proteínas extracelulares de origem bacteriana; por isso possui amplo espectro de ação contra cepas gram-positivas e gram-negativas, além de fungos, anaeróbios facultativos e aeróbios (Fardal & Turnbull, 1986). Entre as bactérias gram-positivas, os *Streptococcus mutans* são particularmente mais sensíveis à clorexidina do que as espécies *Lactobacillus sp* (Emilson, 1994). A clorexidina possui como mecanismo de ação, a capacidade de se adsorver na parede celular do microorganismo que provoca a liberação de componentes intracelulares. Em baixas concentrações, a clorexidina provoca a liberação de substâncias com baixo peso molecular, como potássio e fósforo, exercendo um efeito bacteriostático. Em contrapartida, em altas concentrações, a clorexidina possui efeito bactericida devido à precipitação e coagulação do citoplasma, provavelmente causado por ligações cruzadas proteicas (Fardal & Turnbull, 1986).

De acordo com Ribeiro *et al.* (2008), a clorexidina possui capacidade de desativar a enzima glicosiltransferase secretada pelo *Streptococcus mutans*, comprometendo a aderência bacteriana à superfície dentária; e também por deslocar cálcio dos grupos sulfatos, desintegrando o biofilme já estabelecido. Por ter um amplo espectro de ação, a clorexidina tem sido usada no tratamento e prevenção de doenças periodontais (Emilson, 1994; Van Rijkom *et al.*, 1996; Autio-Gold, 2008). Para prevenção de cárie dentária, a clorexidina tem sido utilizada em

várias formulações como enxaguatórios bucais, géis e vernizes, sendo estes últimos considerados os mais eficazes (Autio-Gold, 2008).

A adição de clorexidina aos materiais restauradores como sistemas adesivos e cimentos ionoméricos tem apresentado inibição do crescimento de colônias bacterianas na interface dente/restauração. Estudos têm sido realizados com sais de clorexidina (gluconato de clorexidina e diacetato de clorexidina) adicionados aos cimentos de ionômero de vidro convencionais, aos cimentos de ionômero de vidro modificados e aos materiais resinosos com o intuito de aumentar a efetividade clínica por meio da atividade antibacteriana (Cacciafesta *et al.*, 2006; Hiraishi *et al.*, 2010; Tüzüner *et al.*, 2011). Num estudo realizado por Inagaki (2012), a adição de duas concentrações (0,1% e 0,2%) de diacetato de clorexidina na composição de infiltrantes experimentais à base de TEGDMA, apresentou efeitos antimicrobianos quando associados aos monômeros e não interferiu nas propriedades como grau de conversão e a dureza da superfície dos materiais.

Apesar da proposta da adição de um agente antimicrobiano à composição de um material infiltrante ser promissora, a avaliação de propriedades físicas como molhabilidade, ângulo de contato e tensão superficial são importantes, uma vez que essa classe de materiais necessitam ter um alto grau de penetração para serem efetivos (Paris *et al.*, 2007). De acordo com Lampin *et al.* (1997) a medida do grau de molhabilidade é um dos parâmetros de avaliação da biocompatibilidade de um material e esta medida é expressa pelo ângulo de contato que um líquido forma sobre a superfície do material. Diversas teorias sobre o ângulo de contato têm sido propostas. O equilíbrio entre as forças atrativas das partículas do fluido e as do sólido, faz com que o fluido forme um determinado ângulo com o sólido.

Segundo Eisenbarth *et al.* (1996) é muito importante o conhecimento das propriedades da superfície dos biomateriais, mais precisamente no que diz respeito às propriedades de molhabilidade. Os autores destacam que para que se determinar tais propriedades, existem técnicas, dentre as quais se pode citar a que mede o ângulo de contato resultante entre uma gota de um líquido depositado sobre a superfície de um material. Com a medida do ângulo formado por esta gota e com auxílio de modelos físico-matemáticos é possível compreender sobre os valores da

energia de superfície. Portanto a molhabilidade da superfície é largamente dependente da energia de superfície. A superfície de um sistema tem sempre um excesso de energia quando comparado ao seu interior, e os átomos superficiais têm energia mais alta que os internos que estão rodeados de vizinhos (Chidambaram *et al.*, 1992). De acordo com Aurenty *et al.* (1997), o ângulo de contato é um parâmetro importante de molhabilidade, pois determina a qualidade do umedecimento de um sólido por um líquido. Quando este parâmetro alcança um valor constante para uma determinada situação, o equilíbrio termodinâmico na interface é obtido.

Para Nascimento *et al.* (2003), o ângulo de contato entre uma gota de um líquido e uma superfície sólida vai depender da relação entre as forças adesivas, que fariam a gota se espalhar sobre a superfície e as forças coesivas do líquido que contraem a gota na forma de uma esfera com superfície mínima. Assim, quando há expansão do líquido, o ângulo de contato é maior. No entanto, quando a gota fica contraída o ângulo de contato é menor. Neste caso, a histerese do ângulo de contato, medida como a diferença entre os ângulos de contato avançando (maior) e retraído (menor) é interpretada como uma seqüência de heterogeneidades geométricas e de energias superficiais do sólido (Luz *et al.*, 2008). De acordo com Coutinho (2007), o ângulo de contato do líquido sobre o sólido se ajusta por si mesmo de modo que a soma das forças é igual à zero e esta inter-relação para o estado de equilíbrio é descrita pela equação de Young (figura 1).

As características hidrófilas e hidrófobas das superfícies, tem um papel muito importante para determinar o ângulo de contato. As superfícies caracterizadas por formarem um ângulo de contato da água menor do que 90° são geralmente denominadas hidrofílicas, e se o ângulo de contato for maior que 90° , as superfícies são chamadas de hidrófobas (Krasowska, 2006). Quando $\theta > 90^\circ$, não há o molhamento do sólido pelo líquido, ou seja, não ocorre o espalhamento do líquido (figura 2a); quando $\theta < 90^\circ$, há o molhamento e o líquido se espalha espontaneamente (figura 2b); quando $\theta \approx 0^\circ$ (figura 2c), o líquido se espalha indefinidamente sobre o sólido, ou seja, o molhamento é total (Hadian & Drew, 1994).

1. PROPOSIÇÃO

Assim, diante dos estudos mencionados, este estudo teve como objetivo avaliar a molhabilidade de materiais experimentais com características infiltrantes à base de TEGDMA com a adição de duas concentrações de diacetato de clorexidina.

Hipótese testada

O tipo de superfície e a composição do material interfere no ângulo de contato.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizados materiais resinosos experimentais altamente fluidos à base do monômero Trietilenoglicol Dimetacrilato (TEGDMA), Sigma Aldrich, com adição de duas concentrações do antimicrobiano diacetato de clorexidina (CHX), Sigma Aldrich, conforme ilustrado na tabela 1. O sistema de fotoativação utilizado na formulação dos materiais experimentais foram: 0,5% de canforoquinona, Sigma Aldrich, 1% de 2-Dimetilaminoetil Metacrilato (DMAEMA), Sigma Aldrich, e 0,1% de Hidroxitolueno Butilado (BHT), Sigma Aldrich.

Tabela 1 – Materiais resinosos experimentais com características infiltrantes

Material	Composição
1	100% TEGDMA + Sistema de fotoativação
2	100 % TEGDMA + Sistema de fotoativação + 0,1% CHX
3	100% TEGDMA + Sistema de fotoativação + 0,2% CHX

Para comparar a influência do sistema de fotoativação no ângulo de contato desses materiais experimentais, foi utilizado o monômero TEGDMA puro (sem adição de qualquer sistema de fotoativação), figura 3. Como controle comercial para

os materiais experimentais foi utilizado o infiltrante Icon[®] (DMG, Hamburgo, Alemanha), figura 4.

Assim, para execução do experimento os materiais foram distribuídos nos seguintes grupos (figura 5):

Grupo 1 - TEGDMA puro (monômero puro);

Grupo 2 - TEGDMA infiltrante (TEGDMAi);

Grupo 3 - TEGDMAi + 0,1% CHX;

Grupo 4 - TEGDMAi + 0,2% CHX;

Grupo 5 - Infiltrante Icon[®].

Para mensuração dos ângulos de contato, foram utilizadas lâminas de vidro com 25,4 mm de largura; 76,2 mm de comprimento e 1,2 mm de espessura (Bioslide, CA, EUA), com dois tipos de superfície: lisa e rugosa (vidro jateado). Foram realizadas 10 repetições para cada grupo de estudo (n=10) nas duas superfícies.

Mensuração do ângulo de contato

Os ângulos de contato foram analisados pelo equipamento goniômetro Digidrop (Labometric Lda, Leiria, Portugal), figura 6, utilizando o método da gota sésil em temperatura ambiente. Os materiais foram inseridos em seringa de 2 mL (tipo insulina) e esta foi acoplada ao goniômetro (figura 7). Em seguida, o foco da câmera de captação de imagens foi ajustado em relação à posição da mesa com a lâmina de vidro. Após o ajuste do foco da câmera, esta foi fixada para a captação das imagens de todos os materiais. Foi produzida uma gota a partir da extremidade de uma agulha de irrigação (calibre 22, Injex Ltda, São Paulo, Brasil) acoplada à seringa. O volume da gota foi padronizado e definido pelo calibre da agulha. Para o cálculo do ângulo de contato formado entre a gota do material e a superfície de

vidro, o espaldar da mesa foi elevado indo de encontro à gota formada até o momento em que houvesse o primeiro toque do líquido com a placa de vidro. Após cada gota ser depositada na lâmina de vidro, os ângulos formados pela gota e a superfície do vidro foram mensurados por meio do software GBX Digidrop – figura 8 (GBX Company, Bourg de Péage, França). Para avaliação da molhabilidade determinada pelo ângulo de contato, a análise foi realizada em uma superfície rugosa e uma lisa da mesma lâmina de vidro.

Análise estatística

Para comparação entre os materiais à base de TEGDMA os valores dos ângulos obtidos foram submetidos à ANOVA 2 fatores (fator 1: tipo de material e fator 2: tipo de superfície) e teste Tukey ($p < 0,05$), de acordo com a tabela 2. Para comparar os materiais à base de TEGDMA com o infiltrante Icon[®] foi utilizado o Teste de Dunnet ($p < 0,05$), de acordo com a tabela 3.

3. RESULTADOS

O teste ANOVA demonstrou interação significativa entre os fatores material e tipo de superfície. A tabela 2 apresenta os resultados obtidos dos valores médios dos ângulos de contato dos materiais infiltrantes a base de TEGDMA e grupo controle Icon®.

Tabela 2 – Valores Médios e desvio padrão dos valores dos ângulos de contato obtidos para os materiais à base de TEGDMA e grupo Controle

Material	Superfície Lisa	Superfície Rugosa
G1 TEGDMA (puro)	49,92 ± 7,48 aA	49,67 ± 11,11 aA*
G2 TEGDMAi	48,54 ± 5,04 aA	46,83 ± 9,38 aA
G3 TEGDMAi + 0,1% CHX	43,90 ± 8,09 aA	22,44 ± 8,58 bB*
G4 TEGDMAi + 0,2% CHX	40,60 ± 5,72 aA	21,86 ± 6,70 bB*
G5 Icon® (controle)	46,52 ± 5,46	38,06 ± 12,69

Letras minúsculas iguais (coluna) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si.

Letras maiúsculas iguais (linha) não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si.

O símbolo (*) indica que houve diferença estatisticamente significativa com o grupo controle.

Pela análise da tabela 2, pode se observar que a adição de CHX, independente da concentração, aos materiais aplicados a superfície rugosa produziu os menores ângulos de contato, em média, quando aplicados a superfície rugosa. (Tabela 2)

Quando comparados os valores do ângulo de contato entre os materiais à base de TEGDMA e o infiltrante comercial, não houve diferença estatisticamente significativa para os ângulos de contato em superfície lisa. No entanto, em superfície rugosa, o grupo 1 (TEGDMA) apresentou maior média de ângulo de contato em relação ao Icon®, enquanto que os grupos G3 e G4 apresentaram ângulos significativamente menores que o Icon® e TEGDMAi não diferiu do Icon®.

4. DISCUSSÃO

O dimetacrilato TEGDMA é caracterizado por ter baixa viscosidade quando comparado ao Bis-GMA, sendo utilizado como diluente em compósitos; além de possuir uma alta capacidade de conversão de ligações duplas (Van Landuyt *et al.*, 2007; Gonçalves *et al.*, 2009). Por essas características, misturas com esse monômero podem ser promissoras para o desenvolvimento de materiais com características infiltrantes (Paris *et al.*, 2007).

A hipótese testada neste estudo foi aceita. Sabe-se que o ângulo de contato está relacionado com a propriedade de molhabilidade de líquidos: quanto menor o ângulo de contato, maior a energia de superfície e maior é a propriedade de molhabilidade do material. Assim, em superfície rugosa, os materiais com adição de CHX apresentaram os menores ângulos de contato quando comparados aos demais materiais e Icon[®].

A capacidade de diminuição da viscosidade e aumento da molhabilidade de materiais à base de TEGDMA foi mostrado por Kalachandra *et al.* (1993). Os autores avaliaram o ângulo de contato de materiais resinosos à base de Bis-GMA e estruturas análogas e mostraram que após a incorporação do TEGDMA aos materiais testados houve significativa diminuição do ângulo em superfícies como dentina, esmalte, polimetilmetacrilato e vidro, sugerindo um aumento da molhabilidade. Paris *et al.* (2007), também mostraram resultados semelhantes, no entanto, em misturas experimentais à base de Bis-GMA, UDMA, TEGDMA, HEMA e etanol. Os autores concluíram que misturas à base de TEGDMA apresentaram menor viscosidade e maior potencial de penetração em esmalte, apresentando ângulos de contato menores.

Diz-se que o líquido molhará completamente a superfície quando o ângulo formado entre um plano tangente a uma gota de um líquido e um plano contendo a superfície onde o líquido se encontra depositado for zero ($\theta = 0^\circ$) porque a nova superfície criada possui energia de superfície γ menor do que a superfície original sólido-ar, isto é, $\gamma_{SV} > \gamma_{SL} + \gamma_{LV}$ (Hadian & Drew, 1994, Luz *et al.*, 2008). A mensuração do ângulo de contato tem sido muito utilizada em estudos para a

caracterização de materiais, pois está associada a avaliação de hidrofília e capacidade de molhamento de superfícies (Paris *et al.*, 2007; Borges *et al.*, 2011; Li *et al.*, 2011; He *et al.*, 2012). De acordo com Li *et al.* (2011), o potencial de penetração de um material depende da tensão superficial do líquido, do cosseno formado entre o líquido e a superfície de contato (e da viscosidade dinâmica do líquido. Assim, um alto poder de penetração pode ser alcançado com menores ângulos de contato.

Os materiais experimentais utilizados neste estudo ainda não foram totalmente caracterizados e propriedades como a capacidade de molhamento ainda não foram investigadas para misturas com a composição proposta. Neste estudo, em superfície de vidro lisa, não houve diferença estatisticamente significativa entre os materiais testados, tanto experimentais quanto quando estes foram comparados ao Icon e podem ser considerados com grande capacidade de molhamento, uma vez que apresentam ângulo de contato inferior a 90 graus (Luz *et al.*, 2008). Mesmo a adição de CHX não produziu alterações significativas nos valores do ângulo de contato. Este resultado pode ser atribuído a lisura da superfície do vidro, em comparação com a superfície rugosa, uma vez que a interação entre as moléculas do líquido e a superfície hidrofóbica tendem a diminuir os espaços entre as moléculas superficiais não deixando que o líquido se espalhe. Substratos lisos, planos, horizontais, quimicamente homogêneos e não deformáveis tendem a formar ângulos de contato mais equilibrados (Nakae *et al.*, 1998; Long *et al.*, 2005). Entretanto, quando as forças coesivas são grandes, ocorre interação maior entre o sólido e o líquido e este último tende a se espalhar sobre a superfície (Krasowska *et al.*, 2006), ocorrendo dessa forma um maior espalhamento em superfícies rugosas.

Na superfície rugosa, no entanto, observou-se que apenas o TEGDMAi não apresentou diferença significativa em relação ao Icon (controle comercial) e os menores valores de ângulos de contato foram apresentados pelas misturas experimentais com a adição da CHX, independente da concentração do antimicrobiano. Quando o ângulo de contato é reduzido, há um aumento da molhabilidade da superfície pelo líquido (Borges *et al.*, 2011); e o efeito da rugosidade pode aumentar as características de molhabilidade do sólido devido ao aumento da área superficial (Morra *et al.*, 1990). Neste estudo observou-se que a

adição de CHX ao TEGDMAi, independente da concentração produziu uma redução significativa no ângulo de contato com a superfície rugosa.

Além da diminuição da tensão superficial causada pela rugosidade da placa de vidro, a adição de partículas de pó de CHX reduziram a força coesiva entre as moléculas dos monômeros, reduzindo ainda mais a tensão superficial da mistura. Quando a molécula está dentro do volume de um líquido, a força de coesão resultante é zero, pois as moléculas circunjacentes estão distribuídas de forma aproximadamente simétrica ao seu redor. Contudo, uma molécula na superfície livre do líquido está sujeita a forças de coesão das moléculas das camadas abaixo do líquido. Dessa forma, a superfície age como uma “membrana” que tende a comprimir o líquido. Nesse caso, a presença da CHX e do sistema de fotoativação pode ter interferido positivamente no comportamento dessas misturas em relação à capacidade de molhamento em uma superfície mais áspera, pois diminuiu os valores do ângulo de contato pelo aumento da distância entre as moléculas do TEGDMA.

Este estudo representou um primeiro passo para o conhecimento do comportamento dos materiais experimentais. Estudos posteriores são necessários para a obtenção de outras informações relativas à capacidade de molhamento dos materiais experimentais, principalmente em superfície porosa, como a superfície do esmalte desmineralizado.

6. CONCLUSÃO

Baseando-se nos resultados obtidos neste estudo pode-se concluir que a CHX e a superfície rugosa produziram diminuição do ângulo de contato dos materiais estudados.

REFERÊNCIAS

- Anusavice K J, Zhang N Z, Shen C. Controlled Release of Chlorhexidine from UDMA-TEGDMA Resin. *J Dent Res*. 2006; 85(10): 950-954.
- Aoba T, Fejerskov O. Dental fluorosis: chemistry and biology. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2002; 13(2): 155-70.
- Aurenty, Lanet V, Tessadro A, Gandini A. *Ver Sci Instrum* 1997; 68.
- Autio-Gold J. The Role of Chlorhexidine in Caries Prevention. *Operative Dentistry*. 2008; 33(6): 710-716.
- Barrie A M, Stephen K W, Key E J. Fissure sealants retention: A comparison of 3 sealants types under field conditions. *Community Dent Health*. 1990; 7(3): 273-277.
- Battistella B G. Infiltrantes[dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; (2010).
- Bergman G, Lind P O. A quantitative microradiographic study of incipient enamel caries. *J Dent Res* 1966; 45: 1477-1484.
- Borges M A.P., Matos I C., Mendes L C., Gomes A S., Miranda M S. Degradation of polymeric restorative materials subjected to a high caries challenge. *Dental Materials* 2011; 27: 244-252.
- Bowen R L. Adhesive bonding of various materials to hard tooth tissues II. Bonding to dentin promoted by a surface-active co monomer. *J Dent Res*. 1965; 44(5): 895-902.
- Brauer G M. Properties of sealants containing BisGMA and various diluents. *J Dent Res* 1978; 57: 597.
- Cacciafesta V, Sfondrini M F, Stifanelli P, Scribante A, Klersy C. Effect of chlorhexidine application on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2006; 129: 273-276.
- Castilho ARF, Duque C, Negrini TC, Sacono NT, de Paula AB, Sacramento PA, Costa CAS, Spolidorio DMP, Puppim-Rontani RM. In vitro and in vivo investigation of the biological and mechanical behaviour of resin-modified glass-ionomer cement containing chlorhexidine. *Journal of Dentistry*. 2013; 41: 155-163.
- Celiberti P, Lussi A. Penetration ability and microleakage of a fissure sealant applied on artificial and natural enamel fissure caries. *Journal of Dentistry* 2007; 35: 59–67.
- Chidambaram P R, Edwards G R, Olson D L. Thermodynamic criterion to predict wettability at metalalumina interfaces. *Metal Trans* 1992; B(23B): 215-22.

Coutinho M P. Influência da morfologia da superfície na molhabilidade do titânio comercialmente puro [dissertação]. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia; 2007.

Davilla J M, Buonocore M G, Greeley C B, Provenza D V. Adhesive Penetration in Human Artificial and Natural White Spots. *J Dent Res* 1975; 54(5):999-1008.

Eisenbarth E, Meyle J, Nachtigall W, Breme J. Influence of the surface structure of titanium materials on the adhesion of fibroblasts. *Biomaterials* 1996; 17(14): 1399-1403.

Emilson C G. Potencial Efficacy of Chlorhexidine against Mutans Streptococci and Human Dental Caries. *J Dent Res*. 1994; 73(3): 682-691.

Fardal O, Turnbull R S. A review of the literature on use of chlorhexidine in dentistry. *JADA*. 1986; 112: 863-869.

Featherstone J D. The continuum of dental caries – evidence for a dynamic disease process. *J Dent Res* 2004; 83 Spec nº C: C39-42.

Fejerskov O, Nyvad B, Kidd A M. Características clínicas e histológicas da cárie dentária. *Cárie Dentária – A Doença e seu Tratamento Clínico*. 1. ed. São Paulo: Santos 2005; 71-96.

Frank R M. The ultrastructure of the caries-resistant teeth. London:Ciba Foundation 1965; 169-191.

Gonçalves F, Kawano Y, Pfeifer C, Stansbury J W., Braga R R. Influence of BisGMA, TEGDMA, and BisEMA contents on viscosity, conversion, and flexural strength of experimental resins and composites. *Eur J Oral Sci* 2009; 117: 442–446.

Grande R H, Lima A C P, Rodrigues Filho L E, Witzel M F. Clinical evaluation of an adhesive used as a fissure sealant. *Am J Dent*. 2000; 13(4): 167-70.

Hadian A M, Drew A L. Thermodynamic modeling of wetting at silicon nitride/Ni-Cr-Si alloy interfaces. *Mater Sci Eng A189* 1994; 209-217.

He J, Liu F, Vallittu P. K., Lassila L V J. Synthesis of dimethacrylates monomers with low polymerization shrinkage and its application in dental composites materials. *J Polym Res* 2012; 19: 9932.

Hebling J, Feigal R J. Use of one-bottle adhesive as an intermediate bonding layer to reduce sealant microleakage on saliva-contaminated enamel. *American Journal of Dentistry* 2000; 13: 187–91.

Hevinga M A, Opdam N J M., Frencken J E, Bronkhorst E M, Truin G J. Microleakage and sealant penetration in contaminated carious fissures. *Journal of dentistry* 2007; 35 : 909–914.

Hiraishi N, Yiu C K, King N M, Tay F R, Pashley D H. Chlorhexidine release and water sorption characteristics of chlorhexidine-incorporated hydrophobic/hydrophilic resins. *Dental Materials* 2008; 24(10): 1391-1399.

Hiraishi N, Yiu C K Y, King N M, Tay F R. Chlorhexidine release and antibacterial properties of chlorhexidine-incorporated polymethyl methacrylate-based resin cement. *Journal of Biomedical Materials Research B: Applied Biomaterials* 2010; 94B(Issue 1): 134-140.

Imazato S. Antibacterial properties of resin composites and dentin bonding systems. *Dent Mater* 2003; 19: 449-457.

Inagaki LT. Análise das propriedades de materiais infiltrantes em função da composição: monômeros base e antimicrobiano [dissertação]. Piracicaba: UNICAMP/FOP; (2012).

Johnson L M, Duke E S, Camm J, Hermes C B, Buikema D J. Examination of a resin-modified glass-ionomer material as a pit and fissure sealant. *Quintessence Int* 1995; 26(12): 879-83.

Kalachandra S, Taylor D F, DePorter C D, Grubbs H J, McGrath J E. Polymeric materials for composite matrices in biological environments. *POLYMER* 1993; 34(4): 778-782.

Kantovitz K R, Pascon F M, Nobre-dos-Santos M, Puppin-Rontani R. Review of the Effects of Infiltrants and Sealers on Non-cavitated Enamel Lesions. *Oral Health Prev Dent* 2010; 8: 295–305.

Keyes PH. The infectious and transmissible nature of experimental dental caries. Findings and implications. *Arch Oral Biol* 1960; 1: 304-20.

Kidd EA, Fejerskov O. What constitutes dental caries? Histopathology of carious enamel and dentin related to the action of cariogenic biofilms. *J Dent Res.* 2004; 83 Special Issue C: C35-C38.

Kingery W D, Bowen H K, Uhlmann D R. *Introduction to Ceramics.* John Wiley & Sons, New York EUA 1975; 2nd Ed: 235.

Krasowska M, Terpilowski K, Chibowski E, Malysa K. Apparent contact angles and time of the three phase contact formation by the bubble colliding with Teflon surfaces of different roughness. *Physicochemical Problems of Mineral Processing* 2006; 40: 293-306.

Lampin M, Warocquier-Clérout, Legris C, Degrange M, Sigot-Luizard MF. Correlation between substratum roughness and wettability, cell adhesion, and cell migration. *J Biomed Mater Res* 1997 Jul;36(1):99-108.

Leroux V, Labbe J C, Nguyem T T, Shanahan M E R. Wettability of non-reactive Cu/Si-Al-O-N systems I. Experimental results. *J Eur Ceram Soc* 2001; 34(6): 911-916.

Leung D, Spratt D A, Pratten J, Gulabivala K, Mordan N J, Youg A M. Chlorhexidine-releasing methacrylate dental composite materials. *Biomaterials* 2005; 26: 7145-7153.

Li F, Li F, Wu D, Ma S, Gao J, Li Y, Xiao Y, Chen J. The Effect of an Antibacterial Monomer on the Antibacterial Activity and Mechanical Properties of a Pit-and-Fissure Sealant. *JADA* 2011; 142(2):184-193.

Long J, Hyder M N, Huang R Y M, Chen P. Thermodynamic modeling of contact angles on rough, heterogeneous surfaces. *Advances in Colloid and Interface Science* 2005; 118: 173 – 190.

Luz A P, Ribeiro S, Pandolfelli. Uso da molhabilidade na investigação do comportamento de corrosão de materiais refratários. *Cerâmica* 2008; 54: 174-183.

Martignon S, Ekstrand K R, Gomez J, Lara J S, Cortes A. Infiltrating/ Sealing proximal caries lesions: A 3-year randomized clinical trial. *J Dent Res* 2012; 91(3): 288-292.

McLean J W, Wilson A D. The clinical development of the glass-ionomer cement. II. Some clinical applications. *Aust Dent J* 1977; 22(2): 120-7.

Mejàre I, Lingström P, Peterson LG, Holm AK, Twetman S, Källestäl C, Nordenram G, Lagerlöf F, Söder B, Norlund A, Axelsson S, Dahlgren H. Caries-preventive effect of fissure sealants: a systematic review. *Acta Odontol. Scand* 2003; 61(6): 321-330.

Meyer-Lueckel H, Paris S, Mueller J, Cöfen H, Kielbassa AM. Influence of the application time on the penetration of different dental adhesives and a fissure sealant into artificial subsurface lesions in bovine enamel. *Dental Materials* 2006; 22(1): 22-28.

Meyer-Lueckel H, Paris S. Progression of artificial enamel caries lesions after infiltration with experimental light curing resins. *Caries Res* 2008; 42(2):117-24.

Morra M, Occhiello E, Garbassi F. Knowledge about polymer surfaces from contact angle measurements. *Advances in Colloid and Interface Science* 1990; 32: 79-116.

Mueller J, Meyer-Lueckel H, Paris S, Hopfenmuller W, Kielbassa AM. Inhibition of Lesion Progression by the Penetration of Resins in Vitro: Influence of the Application Procedure. *Operative Dentistry* 2006; 31(3): 338-345.

Nakae H, Inup R, Hirata Y, Saito H. Effects of surface roundness on wettability. *Acta mater* 1998; 46(7): 2313-2318.

Nascimento R M, Martinelli A E, Buschinelli A J A. Review article: recent advances in metal-ceramic brazing. *Cerâmica* 2003; 178-198.

Nowok J W. Mass transport phenomena at the liquid metal/substrate (metal carbide). *Mater. Sci. Eng. A* 232 1-2 1997; 157-162.

Paris S, Meyer-Lueckel H, Mueller J, Hummel M, Kielbassa AM. Progression of Sealed Initial Bovine Enamel Lesions under Demineralizing Conditions in vitro. *Caries Research* 2006; 40(2): 124-129.

Paris S, Meyer-Lueckel H, Cöefen H, Kielbassa A M. Penetration coefficients of commercially available and experimental composites intended to infiltrate enamel carious lesions. *Dental Materials* 2007; 23(6): 742-748.

Paris S, Meyer-Lueckel H, Kielbassa AM. Resin Infiltration of Natural Caries Lesions. *J Dent Res* 2007a; 86(7): 662-666.

Paris S, Meyer-Lueckel H, Cöefen H, Kielbassa A M. Resin infiltration of artificial enamel caries lesions with experimental light curing resins. *Dental Materials Journal* 2007b; 26(4): 582-588.

Paris S, Bitter K, Renz H, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Validation of Two Dual Fluorescence Techniques for Confocal Microscopic Visualization of Resin Penetration Into Enamel Caries Lesions. *Microscopy Research and Technique* 2009; 72(7): 489-494.

Paris S, Hopfenmuller W, Meyer-Lueckel H. Resin infiltration of caries lesions: an efficacy randomized trial. *J Dent Res.* 2010 Aug; 89(8): 823-6.

Paris S, Schwendicke F, Seddig S, Müller WD, Dörfer C, Meyer-Lueckel H. Micro-hardness and mineral loss of enamel lesions after infiltration with various resins: influence of infiltrant composition and application frequency in vitro. *J Dent* 2013 Jun; 41(6): 543-8.

Ribeiro J L O, Bezerra R B, Campos E J, Freitas A A. Avaliação da resistência adesiva e do padrão de descolagem de diferentes sistemas de colagem de braquetes associados à clorexidina. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial* 2008; 13(4): 117-126.

Riggs P D, Braden M, Patel M. Chlorhexidine release from room temperature polymerizing methacrylate systems. *Biomaterials* 2000; 21: 345-351.

Robinson C, Hallsworth AS, Weatherell JA, Künzel W. Arrest and Control of Carious Lesions: A Study Based on Preliminary Experiments with Resorcinol-Formaldehyde Resin. *J Dent Res* 1976; 55(5): 812-818.

Robinson C, Brookes S J, Kirkham J, Wood S R, Shore R C. In vitro studies of the penetration of adhesive resins into artificial caries-like lesions. *Caries Research* 2001; 35(2): 136-141.

Torlakovic L, Klepac-Ceraj V, Ogaard B, Cotton SL, Paster BJ, Olsen I. Microbial community succession on developing lesions on human enamel. *Journal of Oral Microbiology* 2012, 4: 16125.

Tüzüner T, Kurgöz A, Er K, Tasdemir T, Buruk K, Kemer B. Antibacterial Activity and Physical Properties of Conventional Glass-ionomer Cements Containing Chlorhexidine Diacetate/Cetrimide Mixtures. *J Esthet Restor Dent* 2011; 23(1): 46-56.

Van Landuyt K L, Jan De Muck J S, Peumans M, Yoshida Y, Poitevin A, Coutinho E, Suzuki K, Lambrechts P, Meerbeek B V. Systematic review of the chemical composition of contemporary dental adhesives. *Biomaterials* 2007; 28: 3757–3785.

Van Rijkom H M, Truin G J, van't Hof M A. A Meta-analysis of Clinical Studies on the Caries-inhibiting Effect of Chlorhexidine Treatment. *J Dent Res* 1996; 75(2): 790-795.

Wenzel, R N. Resistance of solid surfaces to wetting by water. *Ind Eng Chemistry* 1936; 28(8): 988.

APÊNDICE

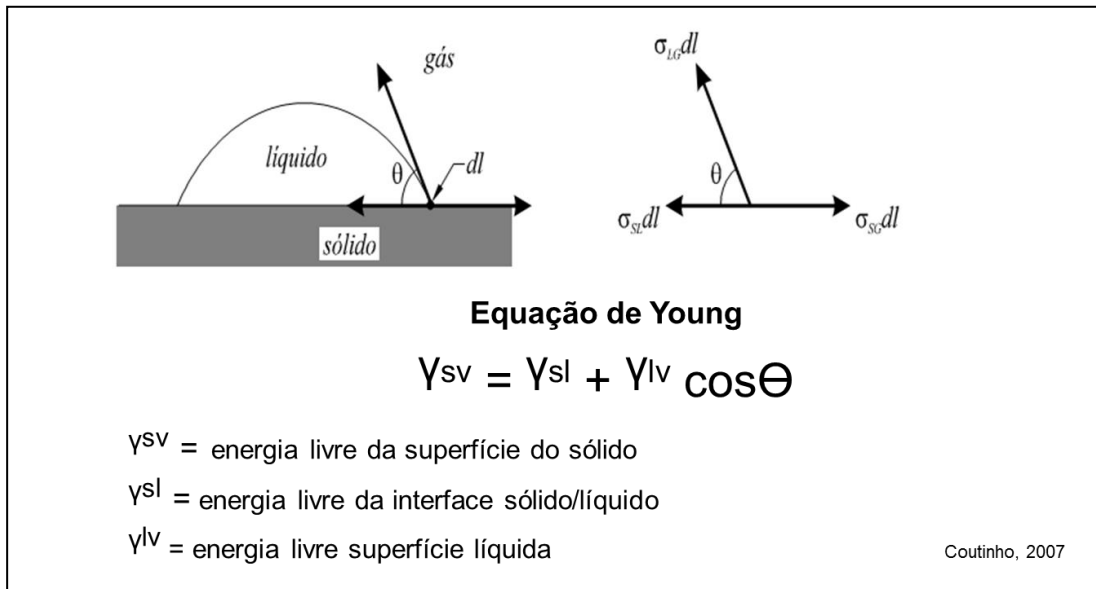


Figura 1 - Equação de Young e representações das tensões superficiais que influenciam o ângulo de contato e molhabilidade.

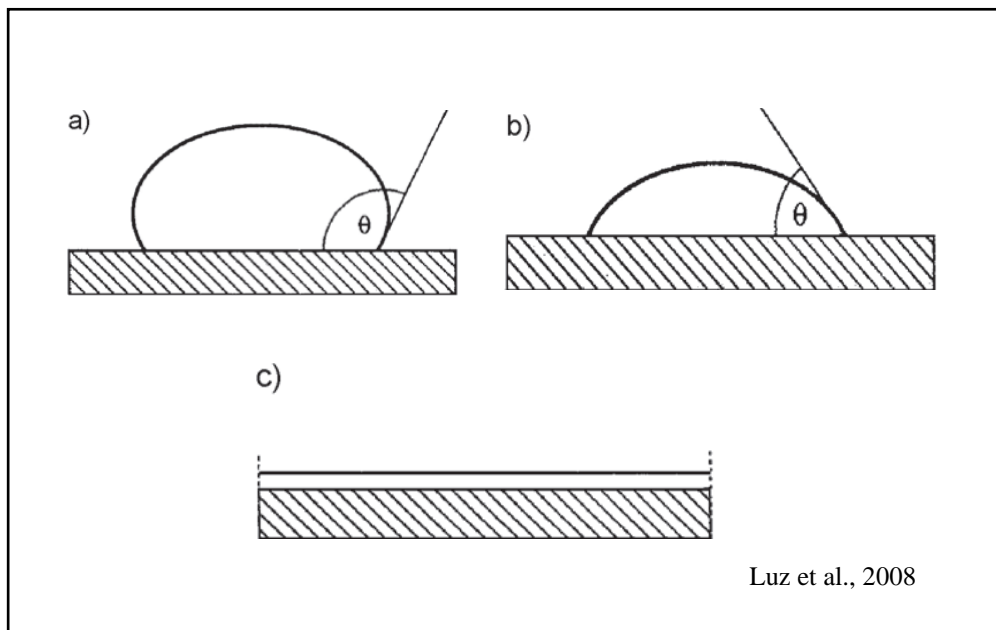


Figura 2 - Representação do ângulo de contato - (a) maior do que 90°, (b) menor do que 90° e (c) espalhamento total.

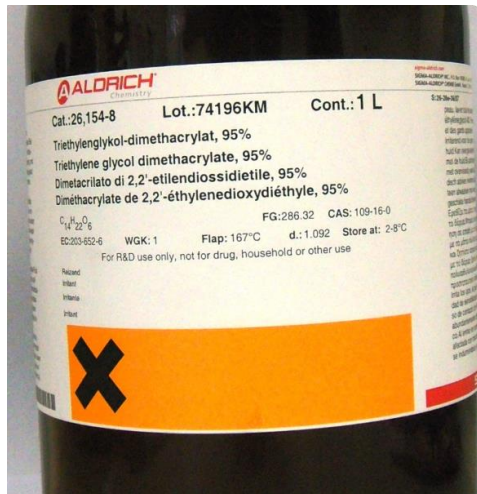


Figura 3 - Monômero TEGDMA puro.



Figura 4 - Infiltrante commercial Icon®



Figura 5 - Infiltrantes experimentais a base de TEGDMA.

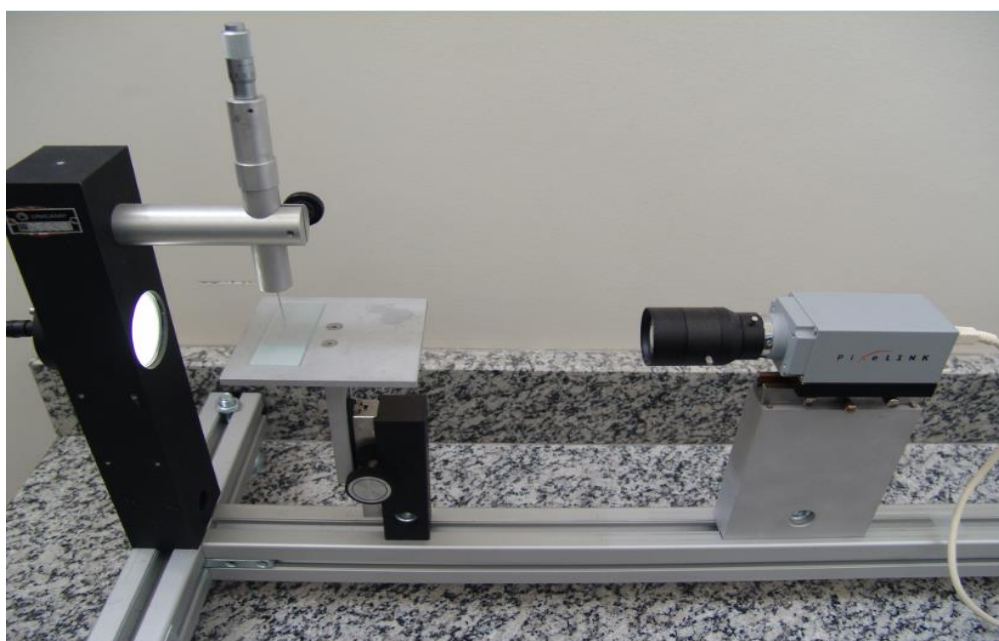


Figura 6 – Goniômetro Digidrop-MCAT (Labometric, Lda).

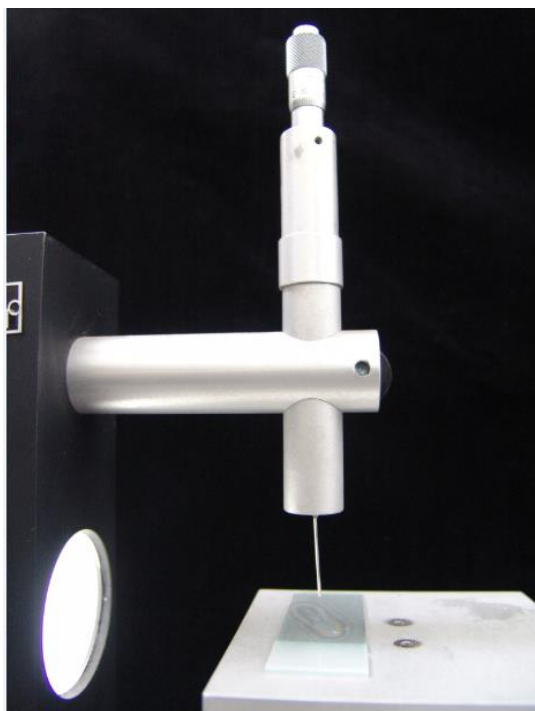


Figura 7 - Goniômetro Digidrop-MCAT – Dispositivo com agulha e seringa.

07/26/2012 15:48:55

LA: 65.8° RA: 59.5°

GBX INSTRUMENTS

File name: C:\Users\Usuário\Documents\teg-udma.esu

WA=yL.(1+Cos): Adhesion Work [mN/m]

S=yL.(Cos-1): Spreading [mN/m]

Nb	Liquid	Substrate	L. A.	R. A.	Average	Cos	WA	S	T(°C)	Modif Rat(%)	Modif Unit	Mode
1			65.8	59.4	62.6	0.460	---	---	20.0	0		manu1

Figura 8 – Software Digidrop Windrop – GBX utilizado para capturar as imagens e mensurar os ângulos de contato.