



**Universidade Norte do Paraná**

---

CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
MESTRADO EM ODONTOLOGIA

VALÉRIA BARROS PEREIRA BARBOSA TROCA

**EFEITO DA ADIÇÃO DE PRÓPOLIS NAS PROPRIEDADES  
FÍSICO-MECÂNICAS DO CIMENTO DE IONÔMERO DE  
VIDRO PARA TRATAMENTO RESTAURADOR  
ATRAUMÁTICO (ART)**

---

Londrina  
2007

VALÉRIA BARROS PEREIRA BARBOSA TROCA

**EFEITO DA ADIÇÃO DE PRÓPOLIS NAS PROPRIEDADES  
FÍSICO-MECÂNICAS DO CIMENTO DE IONÔMERO DE  
VIDRO PARA TRATAMENTO RESTAURADOR  
ATRAUMÁTICO (ART)**

Dissertação apresentada à Universidade Norte  
do Paraná – UNOPAR, como parte integrante  
dos requisitos à obtenção do título de Mestre  
em Odontologia.

Orientadora:  
Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Linda Wang

Londrina  
2007

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

**Dados Internacionais de catalogação-na-publicação**  
**Universidade Norte do Paraná**  
**Biblioteca Central**  
**Setor de Tratamento da Informação**

T761e Troca, Valéria Barros Pereira Barbosa.  
Efeito da adição de própolis nas propriedades físico-mecânicas do cimento de ionômero de vidro para Tratamento Restaurador Atraumático (ART) / Valéria Barros Pereira Barbosa Troca. Londrina : [s.n], 2007.  
83f.

Dissertação (Mestrado). Odontologia. Dentística Preventiva e Restauradora. Universidade Norte do Paraná.  
Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Linda Wang.

1. Odontologia - dissertação de mestrado – UNOPAR. 2. Cimento de ionômero de vidro. 3. Própolis. 4. Sorção de água. 5. Solubilidade em água. 6. Resistência à tração diametral. I. Wang, Linda, orient. II. Universidade Norte do Paraná.

CDU 616.314-089.27/.28

## VALÉRIA BARROS PEREIRA BARBOSA TROCA

Filiação	Amós Pereira Barbosa Júnior Débora Barros Pereira Barbosa
Naturalidade	São Paulo - SP
Nascimento	04 de Julho de 1968
1988 - 1992	Graduação em Odontologia - UEL: Universidade Estadual de Londrina - PR
2006 - 2008	Curso de Pós-Graduação na área de Dentística, nível Mestrado, na Universidade Norte do Paraná - UNOPAR
Associações	ABO - Associação Brasileira de Odontologia  SBPqO - Sociedade Brasileira de Pesquisa Odontológica



# UNIVERSIDADE NORTE DO PARANÁ

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
Coordenadoria de Pós-Graduação

## PROVA DE JULGAMENTO DE DISSERTAÇÃO PARA MESTRADO

Programa: Pós-Graduação.

Curso: MESTRADO.

Candidato (a): VALÉRIA BARROS PEREIRA BARBOSA TROCA

DISSERTAÇÃO: *“Efeito da adição de duas diferentes formas de própolis, nas propriedades físico mecânicas do cimento de ionômero de vidro para Tratamento Restaurador Atraumático (ART)”*.

### COMISSÃO EXAMINADORA:

1º EXAMINADOR (A): Raquel Sano Suga Terada, Professora Doutora;

2º EXAMINADOR (A): Karen Barros Parron Fernandes, Professora Doutora;

3º EXAMINADOR (A): Linda Wang (Presidente), Professora Doutora (orientadora).

Londrina, 28 de Setembro de 2007.

1º. Examinador:

2º. Examinador:

3º. Examinador:

## DEDICO

Primeiramente a Deus, por me abençoar com sua presença em todos os momentos.

Ao meu marido, José Eduardo, um presente em minha vida.

Aos meus pais, Amós e Débora, aos irmãos Rogério, Alexandre e Marcelo.

Às minhas cunhadas Lílian, Renata, Ellen, Silvana e Luciana.

Às minhas sobrinhas Cristina e Caroline.

## AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A **Deus**, por ter me dado o privilégio de viver e aberto meus olhos para conhecê-Lo. Por ter me resgatado para uma vida em abundância, em **Jesus Cristo**. Pela sua companhia em todos os momentos, agradáveis e difíceis, sem me abandonar um minuto sequer. Por ter me capacitado a chegar até aqui.

Ao meu marido, **José Eduardo**, por sua paciência, dedicação, companheirismo, por tudo o que ele é e faz por amor a mim. **Meu amor eterno**.

Aos meus pais, **Amós e Débora**, que nunca mediram esforços em minha formação, sempre foram meus maiores incentivadores. Amor, estímulo, compreensão e apoio, dispensados por eles, foram a chave desta vitória alcançada. Meus ídolos.

Aos meus irmãos, **Rogério, Alexandre e Marcelo**, meus melhores amigos em todos os momentos.

Às minhas cunhadas, **Lílian, Renata, Ellen, Silvana e Luciana**, irmãs que eu não tive.

Às minhas sobrinhas, **Cristina e Caroline**, vidas tão pequenas, com tanto valor e tão amadas.

À **minha família**, o alicerce da minha alma, da minha vida.

**A vocês, ofereço meu amor.**

**Muito Obrigada!**

## AGRADECIMENTOS AOS PROFESSORES E AMIGOS

À minha querida orientadora, **Profª. Drª. Linda Wang**, exemplo de competência, dedicação, organização e doação. Em todos os momentos durante o curso sempre esteve pronta para ensinar, orientar, corrigir, desempenhando seu papel como o verdadeiro mestre deve ser. Nos momentos difíceis, sempre com palavras de motivação e não deixando de proferir também elogios quando merecidos. Nunca medindo esforços para me ajudar. Sou muito grata a você por ter me proporcionado a maturidade que hoje alcancei. Cresci muito nesta caminhada que trilhamos juntas e agradeço a Deus pelo privilégio de tê-la conhecido e hoje ser minha amiga.

À querida **Profª. Drª. Flaviana Bombarda de Andrade Ferreira**. Exemplo de competência e dedicação. Sempre muito acolhedora em todos os momentos e tão paciente para ensinar. Sempre alegre e atenciosa, nunca medindo esforços para me orientar e ajudar.

Aos **professores** de todas as disciplinas, tanto as básicas, quanto as específicas cursadas durante o Mestrado. Todos sem distinção, extremamente capazes e sempre muito atenciosos. Prontos para ajudar em meu crescimento nos momentos que passamos juntos.

À querida amiga **Márcia Regina Rodrigues**, companheira e “parceira” nas atividades do Mestrado. Grande amiga para toda a vida.

A todos os colegas do Mestrado: **Alessandro, Christiana, Flávio, Georges, Luís, Márcia, Maria Paula, Mônica, Rodrigo, Marisol e Tiago**. Pela boa convivência que tivemos neste período do curso.

Às funcionárias dos laboratórios **Vera Lúcia dos Santos e Dionadir de Almeida**, pelo apoio e atenção dedicados durante as pesquisas realizadas na fase laboratorial.

Às bibliotecárias **Terezinha de Jesus Fokama Gondo e Justymara Fernanda Santos Serrano** pelas orientações no levantamento bibliográfico.

**Sem vocês não teria alcançado esta vitória.**

**Muito Obrigada!**



## **AGRADECIMENTOS**

À **Universidade Norte do Paraná**, UNOPAR, representada pelo Chanceler, **Sr. Marco Antônio Laffranchi** e pela Reitora, **Prof<sup>a</sup>. Elisabeth Bueno Laffranchi**;

À **Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação**, representada pelo **Prof. Dr. Hélio Hiroshi Suguimoto**;

Ao **Centro de Ciências Biológicas e da Saúde**, representada pelo **Prof. Ruy Moreira da Costa Filho**;

À **Coordenadoria do Curso de Odontologia**, representada pelo **Prof. Dr. Luiz Reynaldo de Figueiredo Walter**;

Ao **Prof. Aloísio José Antunes** pelo seu trabalho junto ao Curso e seu constante apoio no crescimento do Mestrado em Odontologia;

À **Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Cristina Marcucci Ribeiro**, reconhecida pela sua competência e amor à ciência. Grande pesquisadora desta substância tão importante, a Própolis. Agradeço pela gentil disponibilidade em ceder a própolis tipificada para nosso experimento;

Aos fornecedores **3M ESPE** e **Dentsply**, pelos materiais utilizados neste trabalho;

À **Empresa Ângelus** pelo espaço cedido e pela boa vontade em ajudar, na realização de testes-piloto e testes definitivos em máquina de ensaio universal;

A **todos os funcionários da UNOPAR**;

**Por terem contribuído na realização desta Dissertação.**

**Muito Obrigada!**

*Grandes coisas fez o Senhor  
por nós, e por isso, estamos alegres.  
(Salmos, 126:3)*

TROCA, V.B.P.B. **Efeito da adição de própolis nas propriedades físico-mecânicas do cimento de ionômero de vidro para Tratamento Restaurador Atraumático (ART)**. 2007. 83f. Dissertação (Mestrado em Odontologia) Universidade Norte do Paraná, Londrina.

## RESUMO

O cimento de ionômero de vidro (CIV) é um material muito vantajoso e versátil na Odontologia, tendo a ação antimicrobiana como uma das propriedades mais relevantes. A adição da própolis aos CIVs tem sido realizada com a finalidade de potencializar este efeito, principalmente em indicações como o tratamento restaurador atraumático (ART). Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar as propriedades físico-mecânicas dos CIVs associados ou não à própolis. As hipóteses nulas ( $H_0$ ) testadas, foram de que: 1- Não há diferença na sorção (S) de água dos CIVs com ou sem própolis; 2- Não há diferença na solubilidade (SB) em água dos CIVs com ou sem própolis; 3- Não há diferença na resistência à tração diametral (RTD) dos CIVs com ou sem própolis. Foram confeccionadas amostras dos CIVs Ketac-Fil Plus (KF) (convencional-controle), ChemFlex (C) e Ketac Molar Easymix (KM) (indicados para ART) com e sem adição da própolis (tipificada) na forma de extrato etanólico (EEP) ou liofilizada (pó). Para cada teste, oito amostras foram confeccionadas de cada material. Para o teste de S e SB em água, os espécimes (15mm x 0,5mm) foram submetidos aos ciclos de dessecação ( $m_1$ ), absorção ( $m_2$ ) e nova dessecação ( $m_3$ ) até obtenção de uma massa estável. As mensurações foram realizadas por uma balança analítica de  $10^{-4}$ g de precisão. Na análise de RTD os espécimes (6mm x 3mm) foram testados em máquina de ensaio universal à velocidade de deslocamento de 0,5mm/min, após 24h de armazenagem em água deionizada. Para ambos os testes, os resultados foram analisados estatisticamente através de ANOVA e Tukey ( $p < 0,05$ ). Houve diferença de S entre os materiais, quando acrescidos da própolis, independente da forma incorporada, rejeitando  $H_0$ . Os valores de SB indicam diferenças quando da incorporação da própolis, exceto os grupos KF, onde esta diferença não ocorreu. Portanto,  $H_0$  é parcialmente aceita. No teste de RTD, com exceção de C que foi superior aos seus grupos associados, os demais ionômeros demonstraram comportamento similar aos respectivos grupos associados, aceitando parcialmente  $H_0$ . Desta forma, pode-se concluir que a incorporação da própolis aos CIVs alteram algumas propriedades de forma que sejam material-dependente, sugerindo que há possibilidade desta associação clinicamente.

**Palavras-chave:** Cimento de Ionômero de Vidro. Própolis. Sorção de Água. Solubilidade em Água. Resistência à Tração Diametral.

TROCA, V.B.P.B. **Effect of propolis in physical-mechanical properties of glass ionomer cement for Atraumatic Restorative Treatment (ART)**. 2007. 83p. Dissertation (Master of Dentistry) – University North of Paraná, Londrina.

## ABSTRACT

Glass ionomer cement (GIC) is an advantageous material with a great application in Dentistry, mainly due to its antimicrobial action. Addition of propolis into GIC has been encouraged in order to optimize its potential, mainly in situations as Atraumatic Restorative Treatment (ART). Thus, this study aimed to investigate physical-mechanical properties when glass ionomer cement is associated or not to propolis. The null investigated hypothesis ( $H_0$ ) were: 1- There is no difference on water sorption of GICs associated or not to propolis; 2- There is no difference on water solubility of GICs associated or not to propolis; 3- There is no difference on diametral tensile strength of GICs associated or not to propolis. Specimens of Ketac-Fil Plus (KF (control conventional group), ChemFlex (C) and Ketac Molar Easymix (KM) (both for ART) were associated or not to typified propolis as ethanolic extract (EEP) or as lyophilized presentation (powder). For each test, 8 specimens were prepared. For water sorption and solubility tests, specimens (15mm x 0.5mm) were submitted to dehydration ( $m_1$ ), absorption ( $m_2$ ) and new dehydration cycle ( $m_3$ ) until a constant mass was obtained at each step. Measurements were registered using a digital balance of  $10^{-4}$ g precision. For diametral tensile strength, specimens (6mm x 3mm) were tested using a universal test machine under 0.5mm/min speed after 24 hours storage into deionized water. For all tests, data were analyzed by ANOVA and Tukey tests ( $p < 0.05$ ). Water sorption results indicated differences when propolis was inserted into GIC, in both presentations, which reject the first null hypothesis. Water solubility results indicate differences when propolis was associated to GICs, except to KF. Thus  $H_0$  is partially accepted. Under diametral tensile strength test, C was superior than both associated groups, which was not verified for other GICs. These results also indicate partial acceptance of  $H_0$ . Thus, it can be concluded that propolis incorporation to GICs alters some properties in a material-dependent condition, suggesting the possibility of clinical application.

**Key words:** Glass Ionomer Cement. Propolis. Water Sorption. Water Solubility. Diametral Tensile Strength.

## LISTA DE FOTOGRAFIAS

<b>FOTOGRAFIA 1</b>	Diferentes formas de Própolis: extrato mole puro de própolis verde (A), extrato etanólico de própolis a 50% (B) e própolis liofilizada (C) .....	42
<b>FOTOGRAFIA 2</b>	Corpo-de-prova obtido para o teste de sorção e solubilidade em água (A) e teste de resistência à tração diametral (B) dos cimentos de ionômero de vidro .....	44
<b>FOTOGRAFIA 3</b>	Matriz para o teste de S e SB em água (A) e com extravasamento do CIV no topo da matriz, após pressão com lâmina de vidro (B) .....	46
<b>FOTOGRAFIA 4</b>	Remoção de excessos do corpo-de-prova com lâmina de bisturi nº15 .....	46
<b>FOTOGRAFIA 5</b>	Amostras em tampas de frascos plásticos (A), em cubeta dessecadora (B) .....	47
<b>FOTOGRAFIA 6</b>	Frasco plástico identificado, com 10mL de água deionizada (A) e amostras imersas em água deionizada, obtendo o total de 72 (B) .....	47
<b>FOTOGRAFIA 7</b>	Paquímetro digital realizando a medição da espessura em mm de uma região do corpo-de-prova .....	49
<b>FOTOGRAFIA 8</b>	Matriz para confecção de corpos-de-prova para o teste de resistência à tração diametral. A - Matriz aberta. B - Matriz fechada .....	50
<b>FOTOGRAFIA 9</b>	Máquina de Ensaio Universal com o corpo-de-prova entre as plataformas antes da fratura (A) e após a fratura (B) .....	51
<b>FOTOGRAFIA 10</b>	Corpo-de-prova do CL com alterações estruturais visíveis como envergamento e trincas (A), fratura e perda da massa (B) .....	60
<b>FOTOGRAFIA 11</b>	Alteração da cor da água deionizada, devido à diferença de solubilidade das amostras .....	62

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRÁFICO 1</b>	Média e erro-padrão de sorção dos CIVs testados .....	52
<b>GRÁFICO 2</b>	Média e erro-padrão de solubilidade dos CIVs testados .....	53
<b>GRÁFICO 3</b>	Média e erro-padrão de resistência à tração diametral dos CIVs testados .....	55

## LISTA DE QUADROS

<b>QUADRO 1</b>	Características dos cimentos de ionômero de vidro utilizados ....	43
<b>QUADRO 2</b>	Distribuição dos grupos dos CIVs .....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b>	Média e erro padrão (EP) de sorção em $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , mostrando a seqüência dos CIVs testados .....	52
<b>TABELA 2</b>	Média e erro padrão (EP) de solubilidade em $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , mostrando a seqüência dos CIVs testados .....	54
<b>TABELA 3</b>	Média e erro padrão (EP) de resistência à tração diametral em MPa, mostrando a seqüência dos CIVs testados .....	55



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>ADA</b>	American Dental Association
<b>ART</b>	Atraumatic Restorative Treatment (Tratamento Restaurador Atraumático)
<b>CIVMR</b>	Cimento de ionômero de vidro modificado por resina
<b>CIVMRs</b>	Cimentos de ionômero de vidro modificados por resina
<b>C</b>	ChemFlex Puro
<b>CE</b>	ChemFlex associado ao extrato etanólico de própolis a 50%
<b>CL</b>	ChemFlex associado à própolis liofilizada
<b>CIV</b>	Cimento de ionômero de vidro
<b>CIVs</b>	Cimentos de ionômero de vidro
<b>CLAE</b>	Cromatografia líquida de alta eficiência
<b>EEP</b>	Extrato etanólico de própolis
<b>ISO</b>	International Standard Organization
<b>KF</b>	Ketac-Fil Plus puro
<b>KFE</b>	Ketac-Fil Plus associado ao extrato etanólico de própolis a 50%
<b>KFL</b>	Ketac-Fil Plus associado à própolis liofilizada
<b>KM</b>	Ketac Molar Easymix puro
<b>KME</b>	Ketac Molar Easymix associado ao extrato etanólico de própolis a 50%
<b>KML</b>	Ketac Molar Easymix associado à própolis liofilizada
<b>OMS</b>	Organização Mundial da Saúde
<b>RTD</b>	Resistência à Tração Diametral
<b><i>S.mutans</i></b>	<i>Streptococcus mutans</i>

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>C</b>	Carga aplicada
<b>cm<sup>2</sup></b>	Centímetro quadrado
<b>D</b>	Diâmetro
<b>E</b>	Espessura
<b>g</b>	Gramas
<b>°C</b>	Graus Celsius
<b>Kgf</b>	Quilograma força
<b>π</b>	Pi, constante 3,14
<b>μg</b>	Micrograma
<b>m</b>	Massa
<b>mg</b>	Miligrama
<b>mL</b>	Mililitro
<b>mm</b>	Milímetro
<b>mm<sup>3</sup></b>	Milímetro cúbico
<b>MPa</b>	Mega pascal
<b>V</b>	Volume

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	18
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	20
2.1 CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO .....	20
2.2 ART E O CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO .....	23
2.3 PRÓPOLIS E O CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO .....	27
2.4 SORÇÃO E SOLUBILIDADE DO CIV EM ÁGUA .....	32
2.5 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL DO CIV .....	36
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	40
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	41
4.1 MATERIAL UTILIZADO .....	41
4.1.1 Própolis .....	41
4.1.2 Cimentos de Ionômero de Vidro .....	42
4.2 MÉTODOS .....	44
4.2.1 Confecção dos Corpos-de-prova .....	44
4.2.2 Teste de Sorção e Solubilidade em Água .....	45
4.2.3 Teste de Resistência à Tração Diametral .....	49
4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	51
<b>5 RESULTADOS</b> .....	52
5.1 TESTE DE SORÇÃO DE ÁGUA DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO .....	52
5.2 TESTE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO .....	53
5.3 TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO .....	55
<b>6 DISCUSSÃO</b> .....	57
<b>7 CONCLUSÕES</b> .....	73
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	74
<b>ANEXO</b> .....	82

## 1 INTRODUÇÃO

A Odontologia tem evoluído nas últimas décadas com o surgimento de uma nova abordagem de tratamento, que visa máxima prevenção e a mínima invasão aos tecidos dentários (FRENCKEN et al., 1996). Uma das principais preocupações é com o aumento da longevidade das restaurações já existentes e a manutenção das estruturas dentárias. Deste modo mudam-se os paradigmas que norteiam a Odontologia Restauradora, cuja filosofia enfatiza a saúde e não a doença.

A Odontologia que muitas comunidades conheciam era a da mutilação, determinada apenas pela exodontia. A abordagem do Tratamento Restaurador Atraumático (ART) surgiu da necessidade de se preservar os dentes, inicialmente em comunidades mais carentes, baseando-se na Filosofia Minimamente Invasiva.

A técnica do ART consiste na remoção do tecido cariado com instrumentos cortantes manuais e a restauração da cavidade com material que apresente bom selamento marginal, sendo o cimento de ionômero de vidro (CIV) o material de escolha (FRENCKEN et al., 1998).

Este tratamento se caracteriza pela remoção apenas da dentina infectada e manutenção da dentina afetada. No ART, há a possibilidade de permanecerem poucas bactérias na dentina afetada que ficam alojadas nos tecidos dentários, no interior dos túbulos dentinários. Portanto, deve-se tomar cuidado na remoção de tecido cariado, principalmente por haver questionamentos da viabilidade destas bactérias, que mesmo em pequena quantidade nos túbulos dentinários, poderiam favorecer o surgimento de cárie secundária (WEERHEIJM et al., 1999; PINHEIRO, SIMIONATO; ODA, 2003; FERREIRA; REGO, 2006).

O CIV é um material que apresenta vários benefícios em relação às suas propriedades, destacando-se a adesão aos substratos dentários, liberação de flúor, coeficiente de expansão térmica linear e biocompatibilidade. Estas propriedades tornaram-no um material de grande versatilidade e ampla aplicação na Odontologia como, por exemplo, na Dentística, Odontopediatria, Prótese, Endodontia, Ortodontia e Odontologia Social (MCLEAN, 1992a, 1992b; NAVARRO; PASCOTTO, 1998).

Há comprovações científicas de que o cimento de ionômero de vidro apresenta efeito antibacteriano sobre a microbiota cariogênica, especialmente aos *Streptococcus mutans*, em cavidades dentárias (VERMEERSCH et al., 2005).

Recentemente, encontramos alguns trabalhos que se propuseram a avaliar o efeito antimicrobiano de substâncias potencialmente eficazes, como a própolis e os antibióticos, associadas ao cimento de ionômero de vidro (PINHEIRO; SIMIONATO; ODA, 2003; FERREIRA; REGO, 2006). Em situações de maior necessidade deste efeito antimicrobiano, essa incorporação ao cimento ionomérico, teria grande contribuição, como em comunidades onde o ART é indicado. Portanto, nesta proposta a própolis por também apresentar poder inibitório sobre microrganismos e por ser natural, poderia ser uma alternativa muito interessante.

A própolis é uma substância resinosa elaborada pelas abelhas, que colhem as resinas presentes em plantas e as transformam, com uma enzima produzida por suas glândulas salivares, fornecendo-lhes ácidos graxos insaturados, que potencializam as propriedades terapêuticas das resinas vegetais (GHISALBERTI et al., 1979).

As plantas apresentam um eficiente poder protetor e ainda sintetizam produtos com características antimicrobianas e imunológicas. A defesa das plantas contra os microrganismos é o princípio que explica a natureza antimicrobiana da própolis.

Diversos estudos comprovaram o efeito antimicrobiano da própolis, especialmente sobre microrganismos orais (IKENO, S.; IKENO, T.; MIYAZAWA, 1991; MARCUCCI, 1995; MANARA et al., 1999; KOO et al., 2000a, 2002; DUARTE et al., 2003; FERREIRA et al., 2004; ALMEIDA et al., 2006; FERREIRA et al., 2007). Associada a esta propriedade, foi também observada a biocompatibilidade desta substância (BRETZ et al., 1998; AL-SHAHER et al., 2004), o que viabiliza o uso com segurança da própolis em Odontologia. Com tal ação, a sua incorporação ao cimento de ionômero de vidro poderia potencializar o efeito antimicrobiano deste material.

Apesar desta boa perspectiva, não se pode ignorar que as propriedades físico-mecânicas dos cimentos ionoméricos podem ser alteradas, uma vez que esta substância antimicrobiana associada ao cimento necessita de um veículo para sua incorporação, especialmente, na forma de extrato etanólico de própolis (EEP). Neste contexto torna-se necessário realizar esta avaliação científica sob o ponto de vista físico-mecânico. O trabalho científico em questão, tem por finalidade pesquisar, *in vitro*, se as propriedades do cimento de ionômero de vidro, como a sorção e a solubilidade em água, e a resistência à tração diametral são alteradas ou não, quando misturado à própolis.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

Na década de 70, Wilson e Kent (1971) observando os benefícios dos cimentos de silicato e de policarboxilato de zinco, desenvolveram e divulgaram o cimento de ionômero de vidro.

Os CIVs são materiais caracterizados por uma reação química ácido-base entre uma base de pó de vidro de fluoraluminossilicato de cálcio e uma solução aquosa de ácido polialcenóico, cujo resultado final é a formação de um sal. A reação tem início logo após a mistura do pó de vidro com a solução poliácida (VIEIRA, I. M. et al., 2006). São materiais hidrofílicos, ou seja, necessitam absorver água para que as reações químicas ácido-básicas possam ocorrer (MUSANJE; SHU; DARVELL, 2001).

Os CIVs comerciais são classificados em: cimentos de ionômero de vidro convencionais, cimentos anidros, cimentos reforçados com partículas metálicas, cimentos de ionômero de vidro modificados por resina e os cimentos de alta viscosidade indicados para o ART (HEWLETT; MOUNT, 2003).

A evolução deste material trouxe vantagens para a Odontologia, pois o CIV apresenta liberação de flúor, característica do cimento de silicato, a biocompatibilidade e a adesão físico-química ao esmalte, dentina e cemento, característica do cimento de policarboxilato de zinco (TERADA et al., 1998; BARATA et al., 2004). Por ser um material biocompatível, o CIV apresenta também baixa citotoxicidade (COIMBRA et al., 2006). O cimento ionomérico apresenta ainda mais uma propriedade importante, a compatibilidade térmica com o esmalte dental, devido ao seu baixo coeficiente de expansão térmica linear, próximo às estruturas dentais, o que possibilita estabilidade entre a restauração e o dente. Nenhum outro material dentário, a resina composta ou o amálgama, apresenta esta propriedade tão semelhante ao dente (MCLEAN, 1992a, 1992b; TYAS, 2006; DAVIDSON, 2006).

Outra propriedade que merece destaque é a contração volumétrica da reação de presa, inclusive para os cimentos de ionômero de vidro. A contração de polimerização em materiais poliméricos já é bem conhecida e é responsável por diversos problemas clínicos. Esta contração pode levar à separação do material

restaurador das paredes cavitárias, formação de fenda marginal, fratura da estrutura dental e até fratura da restauração. Nos CIVs convencionais este fenômeno ainda não é bem conhecido. Os cimentos ionoméricos não apresentam a contração de polimerização, por não serem materiais poliméricos, mas mesmo assim ocorre a contração volumétrica da reação de presa, na ausência da luz. Bryant e Mahler (2007) avaliaram diversos materiais dentários, CIV convencional, CIVMR, adesivo resinoso, resina composta e compômero. Concluíram que os CIVs convencionais, mesmo sendo livres de componentes resinosos em sua composição, apresentam contração volumétrica, com valores menores, mais lenta e em menor proporção que os materiais polimerizados pela luz. Mas, em pesquisa realizada pelos autores não houve diferença estatística significativa, com valores de contração volumétrica bem próximos, entre CIV convencional (2%), CIVMR (2,5%), resina composta (2,1%) e compômero (2,9%). Apenas os adesivos resinosos demonstraram valores maiores de contração.

Apesar de ser um material excelente em suas propriedades, o CIV apresenta limitações como a baixa resistência à abrasão, à compressão e à tração, comportamento estético insatisfatório, inferior à resina composta, solubilidade inicial crítica por ser muito sensível à umidade, principalmente em fases iniciais após a reação de presa, tempo de trabalho curto, mas quando há uma indicação bem planejada, estas desvantagens não são problemas para a utilização do cimento de ionômero de vidro (MCLEAN, 1992a, 1992b).

Apesar destas limitações, ainda é o material de maior ação contra a reincidência de cárie, que é um grande problema, por ser um dos principais motivos de substituição dos materiais restauradores, como também da perda dental. (WEERHEIJM et al., 1999; CALDAS JUNIOR; SILVEIRA; MARCENES, 2003). A propriedade anticariogênica do ionômero vem da sua capacidade de liberar flúor (DUQUE et al., 2005). Esta ação permite a diminuição ou até eliminação de bactérias residuais no interior da estrutura dentária e em regiões de microinfiltração. A liberação de flúor juntamente com um pH baixo que ocorre nas fases iniciais de presa do cimento ionomérico tem a capacidade de alterar o metabolismo dos *Streptococcus mutans*. O flúor tem efeito inibidor de várias enzimas e de atividades de fermentação que favorecem a sobrevivência destas bactérias (GARIB; ROSA; ROCHA, 1993; VERMEERSCH et al., 2005).

Estes aspectos das boas propriedades dos CIVs os tornam extremamente interessantes em situações de alto risco à cárie, principalmente devido à ação antimicrobiana. Esta característica define o CIV como um material potencialmente preventivo ao liberar flúor de imediato, em maior quantidade, em cimentos frescos e também por um longo período de tempo, em menor quantidade, nos cimentos após a presa (TERADA et al., 1998; DUQUE et al., 2005).

Outro aspecto preventivo do CIV é sua capacidade em aderir quimicamente às estruturas dentárias promovendo um selamento marginal da cavidade. O baixo pH do ionômero de vidro em fases iniciais da reação de presa e a presença de flúor em sua estrutura, permitindo uma liberação contínua, definem sua atividade antimicrobiana (YAMAN et al., 2004).

Vermeersch et al. (2005) concluíram em seu estudo que existe uma relação direta entre a acidez dos cimentos frescos de ionômero de vidro e a inibição do crescimento de *Streptococcus mutans*, sendo eficiente no pH de 4-8 ou menos. Observou-se que em materiais recém-espatulados, com a reação química em andamento, tiveram um efeito antibacteriano mais significativo quando comparado com os mesmos materiais na fase após a presa do cimento. Portanto, o baixo pH em fase inicial da reação química do cimento, contribui mais para o efeito anticariogênico que a liberação de flúor. Mas, ambas as condições, liberação de flúor e baixo pH, devem estar associadas para produzir um efeito ótimo antibacteriano, exceto se o pH estiver abaixo do limiar de tolerância dos microrganismos, especialmente aos *S. mutans*. Esta potencialização da propriedade antibacteriana em cimentos recém-espatulados é devido à sua maior solubilidade nas fases iniciais após a reação química.

Frente a esta realidade, a Odontologia tem evoluído e dado ênfase à prevenção. Novas técnicas têm surgido para preservar as estruturas dentais, um exemplo, é o Tratamento Restaurador Atraumático (ART).



## 2.2 ART E O CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

O Tratamento Restaurador Atraumático (ART) está baseado na Filosofia Minimamente Invasiva e é difundido e utilizado mundialmente, por ser uma técnica simples, de baixo custo e com excelentes resultados. A abordagem do ART enfatiza a mínima invasão aos tecidos dentários e a máxima prevenção, sendo este o conceito moderno da intervenção mínima (BRESCIANI, 2006). Esta técnica pode ser utilizada em pacientes com necessidades especiais, em crianças, gestantes, pessoas com dificuldade de locomoção, cardiopatas, adultos, idosos, pacientes acamados, comunidades carentes, lares e creches apresentando desta forma uma abrangência social muito grande (RABELLO, 2006; ZANATA, 2006).

A abordagem da intervenção mínima se baseia na remoção apenas do tecido desmineralizado do dente, a dentina infectada por microrganismos, não remineralizável, morta, insensível e com baixo conteúdo mineral. A região da dentina afetada apresenta invasão bacteriana mínima, remineralizável, viva, sensível, com alto conteúdo mineral e é mantida nesta técnica do ART (MJÖR; GORDAN, 1999; WEERHEIJM et al., 1999).

O ART foi desenvolvido pelo Dr. Frencken na década de 80, na Tanzânia (África) a pedido da Organização Mundial da Saúde (OMS), em países do continente africano, por serem países extremamente pobres e carentes de uma Odontologia convencional. **“A necessidade é a mãe da invenção”**. Esta abordagem consiste em um tratamento em que a remoção de cárie é realizada essencialmente com instrumentos cortantes manuais e o preparo cavitário é restaurado com um material adesivo com capacidade de vedamento marginal. É um procedimento de caráter definitivo. Esta técnica dispensa o uso de anestesia e a utilização de brocas, como em um tratamento convencional (FRENCKEN et al., 1996).

O material de escolha a princípio era o cimento de ionômero de vidro convencional, mas com a necessidade de se ter um material mais resistente aos esforços mastigatórios foram sendo desenvolvidos novos CIVs, como os cimentos ionoméricos indicados para o ART, de alta viscosidade, que substituíram os cimentos convencionais utilizados inicialmente (SOUZA et al., 2003). Estes CIVs por demonstrarem melhores propriedades mecânicas e por apresentarem uma tecnologia diferente sob o aspecto químico, em relação aos convencionais, permitem

maior tempo de vida desta restauração e conseqüentemente, sucesso maior para o ART (BRESCIANI et al., 2004).

Os cimentos de alta viscosidade como o Fuji IX GP, ChemFlex e o Ketac Molar devido a maior proporção de pó/líquido em sua composição, determina a característica de manipulação “condensável”. Estes são alguns dos exemplos dos cimentos ionoméricos indicados para ART. Podem ser utilizados em restaurações de Classe I, Classe V, como base em restaurações, em dentes decíduos, como restaurações temporárias de longo prazo e em reconstrução de núcleo (YAP; PEK, CHEANG, 2003; FERREIRA, F.D.E.M. et al., 2006).

Estes CIVs indicados para ART possuem propriedades melhoradas, superior resistência à compressão em relação aos convencionais e aos CIVMRs, resistência aumentada em comparação ao amálgama. As partículas desse cimento são menores e em maior número, devido à adição do ácido poliacrílico ao pó, permitindo grande incorporação de carga, conseqüentemente, ocorre o aumento de sua resistência (VIEIRA, I. M. et al., 2006; REIS; LOGUERCIO, 2007).

A maior dificuldade da utilização dos CIVs de alta viscosidade é na manipulação. O fato destes cimentos apresentarem uma quantidade maior de pó, faz com que sua manipulação seja mais difícil. Mas, para facilitar esta fase tão importante para obtenção de um resultado final bem sucedido, o cimento Ketac Molar, já amplamente difundido e utilizado no ART, sofreu mudanças em sua composição. Foi realizada uma nova formulação, surgindo o Ketac Molar Easymix, que apresenta maior facilidade e mais agilidade para o operador durante a manipulação. Esta mudança foi devido à inserção de componente do líquido no pó, que promoveu uma maior capacidade de molhamento do pó com o líquido, promovendo uma mistura com maior facilidade. Esta facilidade de manipulação foi devido às exclusivas partículas originadas por uma granulação mais fina (PEEZ; FRANK, 2006).

O cimento de ionômero de vidro é o material de eleição neste tratamento por apresentar além do vedamento marginal, baixo coeficiente de expansão térmica linear, adesão química ao esmalte, dentina e cimento, liberação de flúor, a biocompatibilidade com a polpa e a dentina que beneficiam o ART. A propriedade que permite a adesão aos tecidos dentários é extremamente vantajosa e permite maior sucesso da restauração, pelo fato do ionômero ser um material menos sensível às variações técnicas. Portanto, o CIV torna-se o material mais confiável em

procedimentos restauradores minimamente invasivos, por apresentar esta boa adesão aos tecidos dentários (DAVIDSON, 2006).

Além do desenvolvimento e melhorias do material proposto para este tratamento, a técnica simples também facilita a sua utilização. Nesta técnica as fóssulas e fissuras adjacentes ao preparo também são seladas preventivamente, através da “pressão digital”, favorecendo a remineralização da superfície oclusal (AMARAL; GUEDES-PINTO; CHEVITARESE, 2006; BEIRUTI; FRENCKEN; MULDER, 2006; VIEIRA, A. L. F. et al., 2006). Não são necessários equipamentos sofisticados, nem energia elétrica. Entretanto, um bom treinamento e domínio do operador durante a realização desta abordagem, são fatores imprescindíveis para a obtenção do sucesso clínico (FRENCKEN et al., 1998; MICKENAUTSCH; GROSSMAN, 2006).

O Tratamento Restaurador Atraumático foi desenvolvido devido à alta incidência de cárie e grande perda dental, em pessoas que vivem em países e comunidades que não são beneficiadas por uma Odontologia curativa e preventiva. A estas comunidades alheias ao tratamento convencional, lhes era oferecido apenas como único recurso curativo, a exodontia. Esta abordagem faz parte de um programa de saúde que consiste na educação individual ou em grupo. Este programa enfatiza a educação em relação à saúde bucal, o tratamento preventivo, como por exemplo, a aplicação de selantes em fóssulas e fissuras e ainda o tratamento restaurador que é o próprio ART (FRENCKEN et al., 1996; MJÖR; GORDAN, 1999).

Frencken et al. (1998) em um estudo com escolares, no Zimbábue, utilizaram a abordagem do ART, em superfícies dentais de uma face e selantes com o cimento de ionômero de vidro. Analisaram, após um período de três anos, a qualidade e a eficácia destes tratamentos. Concluíram que antes de iniciarem os tratamentos restauradores e preventivos, a perda dental por extração era muito grande e após a aplicação dos selantes e a utilização do Tratamento Restaurador Atraumático, houve mudança desta realidade. O retorno do trabalho realizado foi bastante animador, devido à sobrevivência das restaurações de uma face por volta de 85,3%. Ocorreu também certo fracasso após este período, mas com um índice surpreendentemente pequeno. As falhas relatadas foram os defeitos na margem das restaurações (8,1%), a perda total (6,1%) e desgaste excessivo (2,5%) do cimento ionomérico. Com relação aos selantes, foram aplicados com uma pressão digital, em

superfícies com cárie inicial em esmalte e quando em dentina com cárie pequena. Após três anos, 50,1% de todos os selantes e os parcialmente retidos, sobreviveram. A conclusão foi que mesmo o selante mantido de forma parcial, as superfícies seladas tiveram quatro vezes menos chance de desenvolver a cárie, em relação às superfícies não seladas com cárie inicial em esmalte.

Em 1999, Mjör e Gordan, representantes da FDI recomendaram uma avaliação das restaurações do ART. Havia a necessidade de uma comparação das restaurações realizadas na abordagem do ART com restaurações convencionais, como por exemplo, o amálgama. Deste modo, Frencken et al. (2004) realizaram uma meta-análise sobre este pedido da FDI. Foram analisados cinco estudos que investigaram a sobrevivência das restaurações após três anos. Estes estudos avaliaram as restaurações de uma face em amálgama e também de uma face na técnica do ART, em dentes permanentes. Concluíram que quando foi utilizado o cimento de ionômero de vidro de alta viscosidade, indicado para ART; quando os operadores passavam pelo treinamento da abordagem do ART e quando houve condicionamento prévio da dentina antes da inserção do ionômero, não houve diferença na sobrevivência das restaurações de uma face do ART com as restaurações em amálgama de uma face em dentes permanentes nos primeiros três anos.

Wang et al. (2004) avaliaram comunidade com alto risco de cárie e ao realizarem o tratamento restaurador atraumático nesta população, após três anos encontraram valores altos de preservação e manutenção dos dentes na cavidade bucal, pois alcançaram 94,7% de sucesso. Apesar de insucesso de algumas restaurações decorrentes da perda do material, cárie secundária na margem cavo superficial, baixa resistência ao desgaste do material, o objetivo do estudo de preservar o elemento dentário na cavidade bucal foi alcançado. O cimento ionomérico utilizado, o Ketac Molar, CIV de alta viscosidade, com indicação específica para esta abordagem de tratamento, demonstrou grande importância na preservação dos dentes altamente afetados pela cárie. Muitas exodontias puderam ser evitadas, no período do ART, como foi demonstrado pelo alto índice de permanência dos dentes após três anos de avaliação.

Cefaly et al. (2005) concluíram em seu estudo que em restaurações envolvendo duas ou mais superfícies dentárias realizadas pela técnica do ART obtiveram 98,3% de sucesso após seis meses. Os cimentos ionoméricos utilizados

foram o Ketac Molar, CIV de alta viscosidade indicado para ART e o Fuji VIII, ionômero modificado por resina. Estatisticamente não houve diferença entre os dois cimentos ionoméricos, mas o Ketac Molar demonstrou 96,6% de sucesso após seis meses de avaliação, ocorrendo fracasso em apenas uma restauração realizada com o Ketac Molar. Os resultados revelam um comportamento bastante promissor. Cefaly et al. (2006a) realizaram restaurações dentro da abordagem do tratamento restaurador atraumático em dentes anteriores permanentes e avaliaram a sobrevivência das restaurações de Classe III e V, após três anos. Concluíram que no total de 97 restaurações, 76 restaurações de Classe III e 21 restaurações de Classe V foram consideradas bem sucedidas ao utilizarem a técnica do ART, com resultados muito motivadores.

A abordagem inicialmente desenvolvida por Frencken, a técnica do ART, foi sendo aprimorada ao longo dos anos, a evolução tecnológica do material utilizado e o aperfeiçoamento técnico são uma realidade. As pesquisas sobre o ART têm apresentado resultados muito animadores. A cárie é uma doença impiedosa, mas hoje temos melhores recursos para controlá-la, como a combinação do CIV a substâncias potencialmente antimicrobianas seria de grande aplicabilidade no ART. O objetivo é o de potencializar a propriedade anticariogênica do cimento ionomérico. Desta forma, uma investigação desta associação do cimento de ionômero de vidro a diferentes produtos, como por exemplo, à própolis, seria de interesse direto.

### 2.3 PRÓPOLIS E O CIMENTO DE IONÔMERO DE VIDRO

A própolis é o termo genérico para denominar um produto elaborado na colméia, a partir de substâncias resinosas, gomosas e balsâmicas, coletadas pelas abelhas de brotos, flores, exsudatos de plantas, de árvores e de outras partes do tecido vegetal. Etimologicamente a palavra própolis, que tem sua origem no grego, significa pró: em defesa e polis: cidade, ou seja, é uma substância que faz a defesa da cidade das abelhas. É uma arma química das abelhas contra microrganismos patogênicos em defesa da colméia. Está presente na colméia de abelha, sendo responsável pela sua impermeabilização, isolamento térmico, vedação e tratamento anti-séptico (GHISALBERTI, 1979).

A própolis é conhecida há milênios pela medicina popular, em povos como os persas, gregos, romanos, incas e os egípcios. No Egito antigo a própolis era utilizada para embalsamar os mortos. Foi muito utilizada nas guerras durante a história, para tratar os ferimentos dos soldados, principalmente durante a 2ª Guerra Mundial, pela Ex-União Soviética (PEREIRA; SEIXAS; AQUINO NETO, 2002).

As características da própolis são muito variadas, como por exemplo, há uma grande variedade na consistência, cor, odor e sabor. A coloração da própolis depende de sua origem botânica, podendo variar do marrom escuro, passar por uma tonalidade esverdeada e chegar até ao marrom avermelhado. O odor é bem característico, mas pode variar de uma amostra para outra, também (SALATINO et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2005).

No Brasil existe uma diversidade de tipos de própolis com diferenças químicas significativas. Park, Alencar e Aguiar (2002) especificaram doze tipos de própolis brasileira, de acordo com a sua origem geográfica, composição química e a planta de origem. A própolis brasileira mais conhecida e bem estudada é a própolis verde, que apresenta uma composição química bastante complexa, cuja planta de origem é principalmente o alecrim. Seus compostos demonstram atividade antiinflamatória, antimicrobiana, hepatoprotetora, antioxidante e outras atividades farmacológicas (SALATINO et al., 2005; TEIXEIRA et al., 2005; FERREIRA, 2007). Tem sido também de grande interesse de estudo a própolis vermelha que é coletada na região norte do Brasil e demonstra em seus compostos químicos atividade antibacteriana e antioxidante (TRUSHEVA et al., 2006). Esta riqueza de variedade e complexidade dos tipos de própolis, com atividades farmacológicas diferentes é devido à grande biodiversidade de plantas existentes, principalmente no Brasil, devido ao clima tropical ou subtropical (FERNANDES JÚNIOR et al., 2006).

A própolis apresenta propriedades biológicas muito importantes, que vêm despertando maior interesse com o passar dos anos, da comunidade científica. É fundamental a realização de outros estudos sobre sua composição química, pois ainda não está totalmente elucidada. Portanto, o objetivo maior é aumentar sua utilização farmacológica, pois na medicina popular já é considerada um remédio, um antibiótico natural, que é utilizado de forma empírica e não científica (GRANGE; DAVEY, 1990). Sua composição varia muito devido à grande diversidade da flora existente em cada região, da forma como é coletada e pelos métodos de extração. Um grande problema é a contaminação da própolis, dificultando no controle da

qualidade da substância. É possível através de testes químicos realizar uma padronização da própolis, mas para que isto ocorra é necessário a evolução de testes mais precisos (MANARA et al., 1999; BANKOVA, 2005a, 2005b).

Esta substância resinosa apresenta ação antiinflamatória, antibacteriana, antiviral, antifúngica, antiprotozoária, anticárie, antioxidante, anticancerígena, cicatrizante, anestésica, hepatoprotetora e desintoxicante, imunomodulatória, preventiva de úlceras estomacais, protetora contra irradiação, hipotensiva, entre outras vantagens biológicas (MARCUCCI et al., 1995; ALMEIDA; MENEZES, 2002; FERREIRA et al., 2007).

A composição química da própolis é muito complexa e varia de acordo com a origem botânica dos exsudatos coletados pelas abelhas. Esta complexidade é devido à presença de compostos diversos como os álcoois, aldeídos, ácidos alifáticos, ésteres alifáticos, aminoácidos, ácidos aromáticos, ésteres aromáticos, flavonóides, ésteres hidrocarboidratos, éter, ácidos graxos, cetonas, terpenóides, esteróides e açúcares (MARCUCCI et al., 1995; PARK; ALENCAR; AGUIAR, 2002; GARCIA et al., 2004; PARK et al., 2004).

Os componentes fenólicos flavonóides, ácidos aromáticos e ésteres são os que atribuem o poder antimicrobiano; a ação bactericida é dada pela presença do ácido ferúlico e ésteres do ácido caféico (ácido fenólico); a ação antiviral é devido aos flavonóides e derivados de ácidos aromáticos (KOO et al., 2002; DUARTE et al., 2003).

A própolis por ser uma substância natural e apresentar benefícios desperta o interesse da sua utilização nas doenças bucais. Numa revisão de literatura alguns estudos avaliaram os benefícios da própolis na Endodontia, Cariologia, Cirurgia Oral, Periodontia e Patologia Oral e em todos os experimentos realizados, a atuação positiva da própolis foi comprovada na reorganização tecidual em nível superficial, ação antiinflamatória e ação antibacteriana. O uso da própolis na medicina e na odontologia apresenta benefícios pelo seu poder antibacteriano, antiviral, anestésico e antiinflamatório (IKENO, K.; IKENO, T.; MIYAZAWA, 1991; MARCUCCI, 1995; MIRZOEVA; GRISHANIN; CALDER, 1997; PARK et al., 1998; MANARA et al., 1999; KOO et al., 2000a, 2000b, 2002; SWERTS et al., 2002; DUARTE et al., 2003; FERREIRA et al., 2004; LEITÃO et al., 2004; VARGAS et al., 2004; SABIR et al., 2005; ALMEIDA et al., 2006; REZENDE; PIMENTA; COSTA, 2006; FERREIRA et al., 2007; SAMET et al., 2007).

A forma mais comum de utilização da própolis é na forma de extrato etanólico de própolis, cujo veículo é o etanol, que é um solvente que facilita sua utilização e permite uma maior solubilidade de seus compostos bioativos (GARCIA et al., 2004; VARGAS et al., 2004; REZENDE; PIMENTA; COSTA, 2006; TRUSHEVA et al., 2006). A própolis na forma bruta é difícil de ser utilizada pelo fato de ser uma substância rica em compostos resinosos, balsâmicos, conter também ceras, óleos e pólen, tornando-a bastante pegajosa. Sosnowski (1983) desenvolveu nova forma de extração da própolis e patenteou sua invenção no United States Patent. Ele desenvolveu um novo e útil método de extração da própolis em estado natural, ou seja, da própolis bruta e limpa, e obteve o pó de própolis seca. Esta forma de própolis além de outras propriedades biológicas demonstra também ação bactericida, virucida, analgésica e regeneradora.

Bretz et al. (1998) avaliaram a ação da própolis sobre a polpa dental de ratos em comparação com a ação do hidróxido de cálcio. Na resposta pulpar não houve diferença significativa entre a aplicação da própolis e do hidróxido de cálcio. Após cinco dias a própolis foi superior em relação ao hidróxido de cálcio devido à ausência de reação inflamatória inicial, presença de fibroblastos, ausência de contaminação da polpa por bactérias e formação de dentina reparadora. Na utilização destes materiais para capeamento pulpar, em relação à reorganização e vascularização normal da polpa, a própolis demonstrou melhor resposta após sete e dez dias, exceto para deposição de dentina reparadora. Após quatorze dias o hidróxido de cálcio demonstrou-se ligeiramente superior, mas não de forma significativa, em relação à manutenção de uma baixa resposta inflamatória. Em relação à formação de pontes de dentina e reorganização de tecido mole a própolis foi superior.

A ação da própolis sobre a cárie foi constatada em um estudo realizado por S. Ikeno, T. Ikeno e Miyazawa (1991). Estes pesquisadores sugeriram a eficácia da própolis devido à sua ação antibacteriana sobre a microbiota cariogênica, como em *S. sobrinus*, *S. mutans*, *S. cricetus in vitro*, além de inibir a atividade da glicosiltransferase e a síntese de glucano insolúvel em água. Na cavidade bucal de ratos foi inoculado o *S. sobrinus* e após a utilização desta substância houve redução drástica da atividade cariogênica. Concluíram que a cárie dental diminuiu muito devido às ações da própolis e nenhum efeito tóxico foi observado em ratos. Avaliaram a própolis através da técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) e constataram que os compostos bioativos, ácido caféico e ácido cinâmico,



estariam relacionados com a ação anti-estreptococos, ou seja, com a atividade anticariogênica da própolis.

Almeida et al. (2006) desenvolveram um experimento com quinze crianças, cárie-ativas, utilizando soluções de bochecho de efeito antimicrobiano. Foram utilizadas duas soluções, clorexidina a 0,12% como solução controle e a própolis a 6,25% como solução de estudo. Concluíram que a solução de bochecho de própolis a 6,25% reduziu significativamente os níveis de *S. mutans*. Houve também ação sobre as condições de doença gengival e no acúmulo de biofilme, melhorando as condições bucais. Concluíram que a ação da própolis foi semelhante à ação da clorexidina, sendo esta a substância padrão na avaliação de eficácia antimicrobiana.

A associação da própolis ao cimento de ionômero de vidro no Tratamento Restaurador Atraumático pode ser muito benéfica, devido à sua propriedade biológica antimicrobiana e conseqüentemente anticariogênica. Tozzo (2006) avaliou a ação antimicrobiana de CIVs puros e acrescidos de extrato etanólico de própolis a 50% ou antibiótico (amoxicilina). Os microrganismos avaliados foram os envolvidos com a doença cárie, *Streptococcus mutans* e *Lactobacillus casei*. Os cimentos testados foram o Ketac Molar, Fuji IX e o Vitremer, sendo este último o que demonstrou maior efeito antimicrobiano. A inserção da própolis ao cimento de ionômero de vidro promoveu halos inibitórios, principalmente sobre *Streptococcus mutans*, que apresentou sensibilidade superior àquela do *Lactobacillus casei*, para os ionômeros avaliados. Portanto, concluiu-se que houve uma potencialização do efeito antimicrobiano do cimento de ionômero de vidro associado à própolis.

A partir das perspectivas favoráveis destas associações no campo microbiológico, a própolis passou a ser um alvo de investigação de grande interesse. Fatores como o baixo custo e a facilidade de obtenção desse produto natural no Brasil reforçam a sua aplicação.

Na Odontologia Restauradora, entretanto, qualquer associação deve também considerar aspectos de ordem físico-mecânica, uma vez que estes materiais restauradores estarão expostos em meio bucal. Esta condição os torna suscetíveis à dinâmica deste meio, em que situações adversas são freqüentes.

Os CIVs apresentam de uma forma geral, menor resistência mecânica comparada ao amálgama e à resina composta e por isto, classicamente não é indicado para áreas sujeitas a maiores cargas. Na técnica do ART, houve a necessidade do desenvolvimento de CIVs mais reforçados, pela mudança,

principalmente, no componente de carga, com o objetivo de suprir esta desvantagem. O fato de incorporar uma substância como a própolis, mesmo com o benefício de melhorar sua ação antimicrobiana, não deveria alterar sua resistência mecânica já considerada frágil. Alguns poucos trabalhos já verificaram esta preocupação, porém ainda com necessidade de maiores investigações (PINHEIRO; SIMIONATO; ODA, 2003; FERREIRA; REGO, 2006; TOZZO, 2006). Outra propriedade bastante importante para os ionômeros refere-se à sorção e solubilidade em água.

#### 2.4 SORÇÃO E SOLUBILIDADE DO CIV EM ÁGUA

Os materiais restauradores devem apresentar características bastante resistentes em relação às adversidades do meio bucal. A saliva é um fluido produzido pelo organismo, rica em diversas substâncias orgânicas e inorgânicas e contém ainda numerosa e complexa microbiota. Sob o ponto de vista clínico, os materiais restauradores devem apresentar importantes propriedades físicas, como a sorção e solubilidade em água (MORTIER et al., 2004).

A sorção de água é uma das propriedades físicas mais interessantes dos cimentos de ionômero de vidro e é também uma propriedade bastante crítica. A sorção de água promove aumento volumétrico do CIV, a conhecida expansão higroscópica, que é benéfica, pois permite uma maior aproximação do material à margem do dente, favorecendo um melhor selamento marginal. Quando ocorre sorção exagerada de água pelo ionômero, pode ocorrer alteração de suas propriedades físico-mecânicas, provocando a diminuição da resistência flexural, redução no módulo de elasticidade, redução da dureza, diminuição da resistência ao desgaste, alteração da cor e afetar a qualidade da integridade marginal. Por isso, a sorção apesar de ser importante para o desenvolvimento das propriedades do cimento ionomérico, deve ser controlada nas fases iniciais da reação química (CATTANI-LORENTE et al., 1999; CEFALY et al., 2003). A água tem um papel importante no desenvolvimento das propriedades físico-mecânicas dos cimentos ionoméricos (CATTANI-LORENTE; GODIN; MEYER, 1994; MUSANJE; SHU; DARVELL, 2001).

Quando o cimento de ionômero de vidro é manipulado e ocorre a mistura do pó e do líquido, inicia-se uma reação química ácido-base, formando a matriz de polissais. Ao inserir na cavidade dental o cimento manipulado, ocorre uma segunda reação que é liderada pela fase da deposição da sílica, que contribui para o aumento gradual da resistência do material com o passar do tempo. A dentina apresenta a característica de ser permeável pela água. Yiu et al. (2004), avaliaram a sorção de água pelo cimento ionomérico, presente na dentina. Observaram a formação de corpos esféricos dentro de bolhas de ar no CIV, que são formados devido à sorção de água pelo cimento. Estes corpos esféricos estão presentes na microestrutura do ionômero e são formados por uma cápsula cuja composição é rica em sílica e dentro deles há água armazenada. Estes são os representantes da segunda fase da reação química do ionômero. Segundo os autores, esta fase que é representada pela abundância de sílica é provavelmente formada como resultado da difusão de água da interface de união CIV e dentina. Este fenômeno permite o início da reação química tardia do ionômero, que ocorre durante a fase de maturação do material, favorecendo o aumento da resistência com o tempo. O gradiente osmótico formado na camada intermediária entre material e dentina, devido à riqueza de íons da matriz, facilita a permeabilidade da água e desta forma inicia-se a reação secundária do CIV. Esta reação adicional ácido-base, uma fase rica em sílica representada pelos corpos esféricos, tem a importante função de fortalecer o ionômero na região da interface CIV e dentina. Os autores demonstraram através deste estudo a importância da sorção de água no ionômero para o desenvolvimento das propriedades físico-mecânicas do material.

Outra propriedade física que se destaca no ionômero de vidro é a solubilidade e é um dos fatores mais importantes na avaliação da qualidade de um material dentário (GEMALMAZ et al., 1998). Através deste fenômeno os íons de flúor são liberados do material e promovem o processo de remineralização do esmalte. O resultado é o efeito cariostático, prevenindo a cárie e preservando as estruturas dentárias. Mas, quando os valores de solubilidade são muito altos devido à contaminação precoce pela saliva, podem ocorrer alterações no material durante a reação de presa que prejudicaria as propriedades do CIV, afetando seu potencial físico-mecânico, ocorrendo a perda de massa, dissolvendo os componentes do cimento e deixando o material mais frágil (MORTIER et al., 2004).

A solubilidade do CIV pode contribuir ainda para a deterioração da integridade marginal, perda da estética e finalmente o fracasso da restauração. Ao avaliarem a solubilidade de vários materiais dentários na presença do ácido láctico, Bapna e Mueller (1999), concluíram que os cimentos ionoméricos convencionais apresentam menor resistência à erosão, ou seja, solubilidade maior que os CIVs modificados por resina.

Outro estudo avaliou cinco materiais dentários; três compômeros, um CIV MR e uma resina composta, que ficaram imersos em quatro meios; coca-cola, suco de laranja, bebida alcoólica (whiskey) e em água deionizada por sessenta dias. Concluíram que os materiais imersos em soluções com pH baixo (meio ácido), sofriam aumento da solubilidade. Em relação à integridade da superfície, os corpos-de-prova imersos em solução alcoólica e com baixo pH sofreram alterações na textura da superfície, como perda de massa, perda do brilho, formação de fendas e rachaduras. Portanto, diversas alterações físico-mecânicas ocorreram e devido ao aumento da solubilidade, favoreceu a deterioração da superfície. Os materiais imersos em água deionizada sofreram alterações insignificantes, devido à baixa solubilidade. Portanto, quando o material restaurador fica imerso em meio ácido, com pH baixo, aumenta a solubilidade, conseqüentemente ocorre a erosão do material (ABU-BAKR et al., 2000).

Os materiais restauradores dentários em contato com a água podem sofrer degradação, gerando danos irreversíveis. Geralmente suas propriedades físico-mecânicas são afetadas, ocorrendo diminuição do potencial do material. Não somente o cimento de ionômero de vidro sofre danos em suas propriedades pela presença da água. Medeiros et al. (2007) destacam neste trabalho que a presença da água e outras soluções ácidas, também podem degradar outros materiais dentários, como a resina composta. Ocorre diminuição da resistência mecânica e aumento da solubilidade do material, principalmente em pH baixo, pela ação da erosão.

A água é responsável pelo transporte de cátions de cálcio e de alumínio, que reagem com o poliácido, formando a matriz de poliacrilato (matriz de hidrogel). Se ocorrer perda de água, as reações químicas param e devido à desidratação, surgem rachaduras na superfície do material (MCLEAN, 1992a, 1992b). Já a contaminação precoce do cimento ionomérico pela água, leva à perda de substância, reduzindo o potencial das propriedades físicas e a translucência do material, inclusive alterando

a estabilidade da cor. Valores altos de sorção de água podem provocar várias alterações indesejáveis. Na solubilidade pelo fato do cimento ser hidrofílico, a contaminação precoce pela saliva, resulta na união das moléculas de água com o ácido poliacrílico e o íon lixiviável de vidro. Este processo interrompe a reação química que estava ocorrendo, favorecendo a diminuição da dureza do material e como consequência da absorção de água, resulta no início da degradação do material (GEMALMAZ et al., 1998). Portanto, a água tem o papel primordial, de favorecer ou impedir, todo o potencial físico-mecânico do cimento ionomérico, desde que seu contato seja evitado nas fases iniciais da reação química, momento em que o material é mais crítico (CEFALY et al., 2003).

O cimento de ionômero de vidro convencional é um material extremamente sensível em relação à umidade. O controle da sorção e solubilidade em água é importante para o sucesso do CIV como material restaurador, por ser um material fortemente hidrofílico e ter grande facilidade em sofrer desidratação quando exposto ao ar. A fase mais crítica é no início da reação, logo após a mistura do pó e líquido. As restaurações de ionômero de vidro ganham e perdem água com muita facilidade, portanto é imprescindível a proteção superficial do CIV, para não ocorrer danos irreversíveis ao material (NAVARRO et al., 2004).

Os CIVs modificados por resina, quando em contato com a água, também sofrem alterações indesejáveis em suas propriedades físico-mecânicas. O ionômero de vidro é um sal, resultado da reação ácido-base e apresenta a característica hidrofílica. Em sua composição está presente o 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA) no líquido do ionômero, que também demonstra a natureza hidrofílica. Portanto, assim como os cimentos convencionais, os CIVMRs também devem ser protegidos superficialmente já nas reações iniciais de presa. Os ionômeros modificados por resina oferecem propriedades físico-mecânicas com melhores características que os convencionais (NICHOLSON; MCLEAN, 1992).

Um cimento de ionômero de vidro convencional de alta viscosidade, ChemFlex, foi pesquisado por Musanje, Shu e Darvell (2001) em relação à propriedade física, sorção e solubilidade em água. Concluíram que o ChemFlex apresentou maiores valores de sorção de água em saliva artificial (6-7%) que em meio com vapor de água. Provavelmente, por ficar imerso na presença física da água ou devido à composição química da saliva artificial, houve um aumento nos valores de sorção de água. O ChemFlex demonstrou propriedade de resistência

diminuída dramaticamente, apresentando uma marcante deterioração da superfície devido à grande dissolução, ou seja, solubilidade da massa. É importante lembrar que a matriz apresenta um alto potencial osmótico, favorecendo uma grande absorção de água. O CIV é um material hidrofílico, portanto é natural absorver água, mas quando ocorre sorção em excesso, pode levar a alterações das propriedades do material, perdendo seus benefícios já tão conhecidos.

Após o advento do ART, a Odontologia tem investido em pesquisas, para obter avanços dentro desta abordagem de tratamento. Nos últimos anos os resultados têm sido muito satisfatórios e promissores, devido à evolução da técnica e o aperfeiçoamento dos materiais. Novos investimentos são realizados em pesquisas para avaliação e a busca por melhores resultados dos cimentos de alta viscosidade, que são os CIVs indicados para o ART. Peez e Frank (2006), em seu trabalho avaliaram os cimentos Ketac Molar Easymix, Fuji IX, Vitro Molar, Vidrion R e Ionofil Molar. O Ketac Molar Easymix apresentou desempenho físico-mecânico superior a todos os outros materiais nas propriedades testadas. O bom desempenho foi na resistência à compressão e resistência à flexão, com valores mais altos; na solubilidade em água e suscetibilidade ao ataque ácido, também com resultados muito bons, com valores mais baixos que os outros cimentos ionoméricos.

Em pesquisas, *in vitro*, realizadas com amostras de CIVs imersos em água destilada, observa-se a sorção ou a solubilidade aumentadas. Este fenômeno provavelmente seria minimizado pela presença de sais e proteínas presentes na saliva em meio bucal (GEMALMAZ et al., 1998; CATTANI-LORENTE et al., 1999).

A sorção e a solubilidade em água devem ser baixas e controladas, para que as propriedades mecânicas, como por exemplo, a resistência à tração diametral do cimento ionomérico seja minimamente alterada (CEFALY et al., 2003).

## 2.5 RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL DO CIV

As restaurações na cavidade bucal sofrem estresses oriundos da ação mastigatória, que são provocados por forças complexas e tendem a deformar os materiais dentários (REIS; LOGUERCIO, 2007).

Estas forças podem incidir sobre os dentes e materiais provocando alterações que podem trazer conseqüências com o passar do tempo, inclusive interferir na longevidade dos materiais utilizados como restauradores. Quando uma força é incidida sobre o dente ou um material restaurador, uma reação de mesma intensidade e com direção oposta é reproduzida, resultando numa tensão interna. Esta tensão pode favorecer a origem de alterações na microestrutura do material restaurador. Portanto, tensão é a relação entre a alteração da dimensão original do material ou do dente, que resulta em deformação. O corpo responde a esta tensão de forma uniforme em qualquer camada ou região seguindo o princípio da uniformidade (WANG et al., 2003).

Os cimentos de ionômero de vidro falham por sofrerem uma força de tração, que é uma tensão incidida sobre o material, levando a uma rachadura que se propaga em sua microestrutura, ocasionando a fratura do material. O insucesso do material ionomérico ocorre mais pela carga de tração, que pela força de compressão incidida ao cimento (XIE et al., 2000). Apesar do CIV ser um material mais frágil, não perde seu valor por apresentar vantagens e benefícios amplamente conhecidos. Muito se tem realizado na tentativa de melhorar as propriedades mecânicas destes materiais.

A avaliação da tensão de estresse de um material é extremamente importante, para se saber qual é o seu comportamento mecânico dentro de uma determinada situação. Cada material apresenta uma tensão de estresse individual. Quando uma carga é incidida ao material além do seu limite de proporcionalidade, ou seja, além de sua resistência à deformação, ocorre deformação definitiva, uma deformação plástica, ocasionando uma ruptura ou fratura do material. O valor que é obtido no momento da fratura é o valor máximo da força incidida (WANG et al., 2003; REIS; LOGUERCIO, 2007).

Forças diversas e complexas são incididas no meio bucal através da mastigação, como por exemplo, força de tração, compressão, cisalhamento e flexão (WANG et al., 2003).

De forma concreta, Xie et al. (2000) concluíram que em restaurações de cimento de ionômero de vidro, altos valores de resistência flexural e módulo de resiliência, estabelecem maior resistência à deformação e à fratura em lascas.

As principais propriedades mecânicas dos cimentos de ionômero de vidro são: resistência à compressão e à flexão, como também a microdureza e o módulo

de elasticidade que são menores, quando comparados à resina composta. Os CIVs apresentam melhora em suas propriedades mecânicas ao longo do tempo, e esta melhora ocorre devido à contínua reação de presa do material. O policarboxilato de cálcio é formado nos primeiros 5 a 7 minutos após a mistura, mas o policarboxilato de alumínio que é mais estável e melhora as propriedades mecânicas do cimento ionomérico demora em média 24h para ser formado (CEFALY et al., 2001; REIS; LOGUERCIO, 2007). Os CIVs modificados por resina apresentam melhores propriedades mecânicas sendo mais resistentes, quando comparados aos cimentos ionoméricos convencionais, mas há variações nas diversas marcas comerciais (XIE et al., 2000; CEFALY et al., 2001).

Os CIVs modificados por resina apresentam uma resistência à compressão maior e a resistência à tração diametral em torno de 60% também maior, em relação aos cimentos ionoméricos convencionais. Quando a microestrutura do CIV apresenta menores partículas de vidro unindo-se à matriz polimérica, resulta em alto valor de resistência flexural, resistência à tração diametral e resistência ao desgaste (XIE et al., 2000).

Pesquisas têm sido realizadas para avaliar as propriedades mecânicas dos ionômeros e sua microestrutura, desta forma, Xie et al. (2000) concluíram que uma textura de superfície mais densa, menos e menores lacunas, e ainda partículas menores, resultam em aumento da resistência à compressão e à tração diametral, como por exemplo, no grupo dos cimentos convencionais, com o grupo do Ketac (Ketac-Bond, Ketac-Silver, Ketac-Fil, Ketac-Molar).

A resistência à fratura de um material restaurador é determinada por um estresse de fratura, sendo caracterizado como a força do material. A propriedade de coesão do material influencia na carga necessária incidida ao cimento, para produzir uma fratura, independente dos valores de deformação. A resistência à compressão é maior que a resistência à tração do material (YAP; CHEANG; CHAY, 2002; YAP; PEK; CHEANG, 2003).

A resistência à compressão e à tração diametral são testes comuns para avaliação do cimento ionomérico em relação às propriedades mecânicas de resistência e força do material (BRESCIANI et al., 2004).

A resistência à compressão está relacionada com a força do material à mastigação. Quando há alteração na proporção pó/líquido, com a diminuição de pó ou o aumento do líquido em cimentos de ionômero de vidro modificados por resina,



por exemplo, ocorre uma diminuição da resistência à compressão deste material dentário (ARATANI et al., 2005).

Já a resistência à tração está relacionada com a tensão de estresse do material, quando clinicamente ocorre fracasso devido à fratura.

O teste de RTD é um teste muito importante e relativamente simples de ser realizado. Avalia a força de coesão, pois quanto mais frágil o material, mais rápida será a fratura. Não é possível medir diretamente a resistência à tração de materiais frágeis, como os cimentos ionoméricos, por ocorrer fratura com muita facilidade (GERDULLO et al., 1995). Este teste foi adotado pela “British Standards Institution” e é confirmado pela especificação da American Dental Association (ADA) número 27 de 04/02/1977 (ADA, 1977). O teste de RTD consiste na aplicação de uma força compressiva no sentido vertical, no diâmetro do espécime, através da compressão de duas plataformas da máquina de ensaio universal. Enquanto o estresse na região de contato com o corpo-de-prova é indeterminado, há evidência de um componente compressivo que favorece a propagação da rachadura de tração. Grande força de estresse no local da compressão pode induzir à falha, antes da falha de tração, no centro do espécime (YAP; CHEANG; CHAY, 2002; YAP; PEK; CHEANG, 2003).

Este teste evidencia a resistência de uma restauração pelas forças laterais geradas durante a mastigação. Quando ocorre a fratura no centro da amostra, dividindo-a em duas partes iguais significa que o corpo-de-prova foi bem manipulado e não houve formação de bolhas em seu interior (CEFALY et al., 2001, 2003).

Ferreira e Rego (2006) desenvolveram um experimento que associou substâncias comprovadamente antimicrobianas, como antibióticos e própolis, ao cimento de ionômero de vidro. Utilizaram dois tipos de CIV, um convencional (Vidrion) e outro indicado para o ART (Vitro Molar). Concluíram que o ionômero convencional que teve a adição de antibióticos em sua composição obteve a resistência ao desgaste diminuída, quando comparado ao grupo controle. O CIV indicado para ART, associado aos antibióticos, obteve aumento da liberação de flúor, quando comparado ao grupo controle. O Vidrion, ionômero convencional, associado aos antibióticos e à própolis demonstrou resistência à compressão diminuída quando comparado ao grupo controle.

Diante deste cenário apresentado, a combinação do CIV a substâncias antimicrobianas, apesar de promissora ainda requer maiores investigações a fim de se indicar clinicamente o seu uso.

### 3 PROPOSIÇÃO

Este trabalho teve como objetivo geral, avaliar o efeito da incorporação da própolis, na forma de extrato etanólico ou liofilizada (pó), a um cimento de ionômero de vidro convencional e dois utilizados em ART, considerando os seus aspectos físico-mecânicos.

As hipóteses nulas ( $H_0$ ) testadas foram de que:

- 1- Não há diferença na sorção (S) de água dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis;
- 2- Não há diferença na solubilidade (SB) em água dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis;
- 3- Não há diferença na resistência à tração diametral (RTD) dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho desenvolvido foi um estudo do tipo *experimental in vitro*.

### 4.1 MATERIAL UTILIZADO

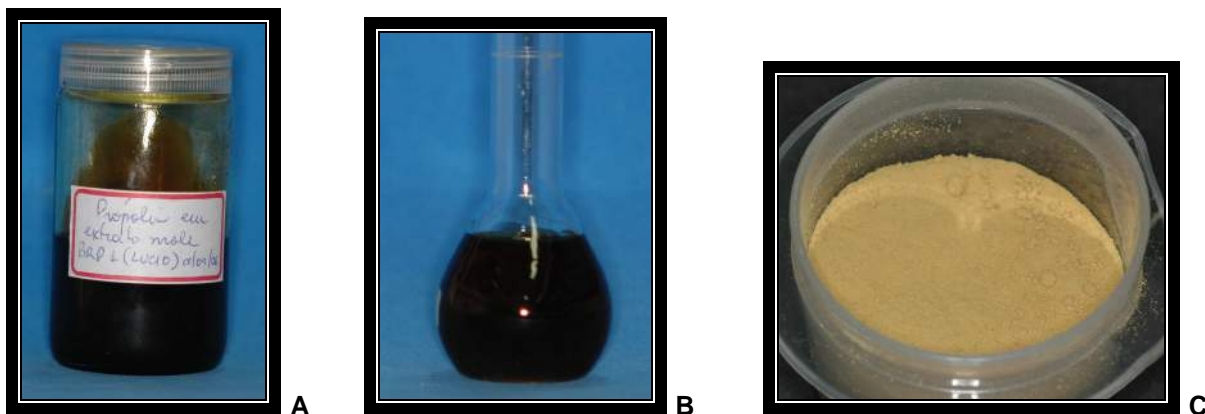
#### 4.1.1 Própolis

A própolis utilizada neste experimento foi obtida a partir do extrato mole puro de própolis verde (Fotografia 1A). Uma análise química dos componentes desta própolis foi obtida em associação com o Laboratório da Universidade Bandeirante em São Paulo. A própolis selecionada passou pelo processo de tipificação, que é a identificação de seus compostos bioativos nas amostras padronizadas, através de métodos como a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) (Anexo A). Somente desta forma é possível trabalhar com este composto de origem variada e complexa (MARCUCCI, 2000).

A própolis foi inserida ao cimento de ionômero de vidro nas formas de extrato etanólico de própolis a 50% (Fotografia 1B), cujo veículo é o etanol e a própolis liofilizada (Fotografia 1C).

Antes dos testes definitivos, foram realizados vários testes-piloto, para avaliação das formas de inserção da própolis ao cimento ionomérico e as respectivas proporções.

Independente do teste realizado, foram acrescentadas aos CIVs, duas diferentes formas de própolis. A primeira, o extrato etanólico de própolis a 50%, foi adicionado ao líquido do ionômero, com ajuda de pipeta (Gilson, França), resultando em uma concentração final de 1% de própolis no cimento ionomérico (PINHEIRO; SIMIONATO; ODA, 2003). A segunda, a própolis liofilizada a 100%, adicionada ao pó do cimento ionomérico, resultou na concentração final de 2% de própolis no cimento de ionômero de vidro.



**FOTOGRAFIA 1** – Diferentes formas de Própolis: extrato mole puro de própolis verde (A), extrato etanólico de própolis a 50% (B) e própolis liofilizada (C).

#### 4.1.2 Cimentos de Ionômero de Vidro

Foram realizadas duas análises de propriedades físico-mecânicas, o teste de sorção e solubilidade em água e o teste de resistência à tração diametral, dos cimentos de ionômero de vidro. Foram testados dois CIVs de alta viscosidade indicados para ART comparativamente a um CIV convencional (controle) (Quadro 1).

Cimentos	Fabricante	Composição	Classificação	Lote/ Validade	Proporção em massa P/L
Ketac Molar Easymix (cor A3)	3M ESPE	<b>Pó:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vidro de fluorsilicato</li> <li>Estrôncio</li> <li>Lantânio</li> </ul> <b>Líquido:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Água</li> <li>Ácido tartárico</li> <li>Ácido policarbonico</li> </ul>	CIV de alta viscosidade  Indicado para ART	<b>Pó: 12,5g</b> 223626 (04/2007)  <b>Líquido:</b> <b>8,5mL</b> 212425 (06/2007)	<b>2.9 : 1.0</b>
ChemFlex (cor A3)	DENTSPLY	<b>Pó:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vidro de fluoralumínio silicato de estrôncio</li> <li>Ácido poliacrílico</li> <li>Ácido tartárico</li> <li>Pigmentos</li> </ul> <b>Líquido:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ácido poliacrílico</li> </ul>	CIV de alta viscosidade  Indicado para ART	<b>Pó: 15g</b> 0503001430 (03/2008)  <b>Líquido:</b> <b>6mL</b> 0412000907 (10/2007)	<b>3.8 : 1.0</b>
Ketac-Fil Plus (cor A3)	3M ESPE	<b>Pó:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Vidro de fluorsilicato de alumínio lantânio e estrôncio</li> <li>Vidro de fluorsilicato de alumínio e cálcio</li> <li>Pigmentos</li> </ul> <b>Líquido:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Água</li> <li>Ácido tartárico</li> <li>Ácido benzóico</li> <li>Copolímero de ácido acrílico e maleico</li> </ul>	Convencional	<b>Pó: 10g</b> 254776 (06/2009)  <b>Líquido:</b> <b>8,3mL</b> 255496 (07/2009)	<b>3.2 : 1.0</b>

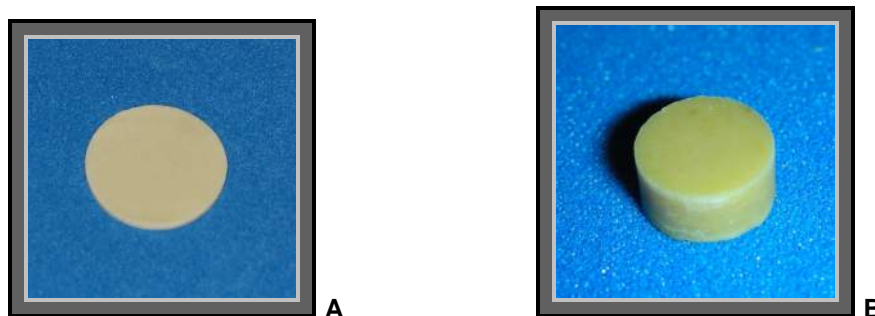
**QUADRO 1** - Características dos cimentos de ionômero de vidro utilizados.\*

\* Dados fornecidos pelos fabricantes.

## 4.2 MÉTODOS

### 4.2.1 Confeção dos Corpos-de-prova

Antes da confecção dos corpos-de-prova foi realizado um estudo prévio para avaliar a quantidade necessária de pó e líquido para o preenchimento das matrizes de aço inoxidável, para os testes de sorção e solubilidade em água (Fotografia 2A) e o de resistência à tração diametral (Fotografia 2B). O cálculo para obtenção do peso final do pó e do líquido para confecção das amostras foi realizado através de uma regra de três simples, de acordo com as especificações dos fabricantes (Quadro 1).



**FOTOGRAFIA 2** - Corpo-de-prova obtido para o teste de sorção e solubilidade em água (A) e teste de resistência à tração diametral (B) dos cimentos de ionômero de vidro.

Desta forma, os espécimes foram divididos conforme quadro abaixo:

Cimentos	Grupos	Abreviaturas
Ketac Molar Easymix	Puro	KM
	Com 2% de própolis liofilizada a 100%	KML
	Com 1% de extrato etanólico de própolis a 50%	KME
ChemFlex	Puro	C
	Com 2% de própolis liofilizada a 100%	CL
	Com 1% de extrato etanólico de própolis a 50%	CE
Ketac-Fil Plus	Puro	KF
	Com 2% de própolis liofilizada a 100%	KFL
	Com 1% de extrato etanólico de própolis a 50%	KFE

**QUADRO 2** – Distribuição dos grupos dos CIVs\*.

\* n = 16 para cada grupo sendo 8 para o teste de sorção/solubilidade e 8 para o teste de RTD, totalizando 144 corpos-de-prova.

#### 4.2.2 Teste de Sorção e Solubilidade em Água

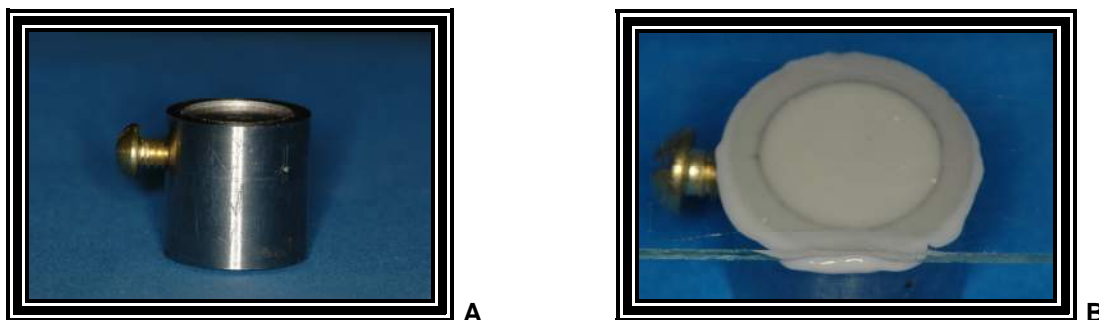
Foram confeccionados 8 corpos-de-prova para cada grupo de cimento ionomérico, totalizando em 72 amostras para o teste de sorção (S) e solubilidade (SB) em água de acordo com as especificações da ISO 4049: 1988 (E) (ISO, 1988). As proporções de pó e líquido foram respeitadas utilizando-se uma balança analítica com  $10^{-4}$ g de precisão (Electronic Balance - modelo Bel Mark 205).

Durante a manipulação do cimento ionomérico, alguns cuidados foram tomados como a homogeneização do frasco do pó do CIV, antes da sua retirada para a mistura com o líquido. Uma espátula plástica, para se evitar contaminação do material com o metal, foi utilizada durante a manipulação.

O material era depositado em um papel impermeável do próprio kit do CIV e em seguida o pó era dividido em duas partes iguais. Em relação ao líquido, sempre a primeira gota era dispensada e o frasco do líquido virado para vertical com muito cuidado, para não ocorrer inserção de bolhas, o que prejudicaria o resultado final do ionômero. O cimento era manipulado imediatamente após a pesagem, para minimizar perda ou ganho de umidade.

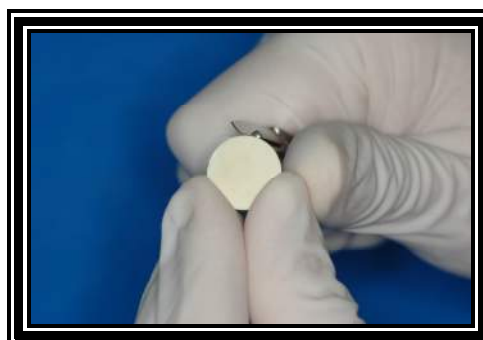
Após a mistura do pó e líquido, o cimento era colocado em cápsulas descartáveis e injetado com a ajuda de uma seringa Centrix (Seringa Centrix, DFL). O CIV era inserido lentamente nas matrizes para não ocorrer formação de bolhas no interior do material, no que poderia prejudicar suas propriedades. O material era inserido em matriz de aço inoxidável de  $15 \pm 1$ mm de diâmetro por  $0,5 \pm 0,1$ mm de espessura (Fotografia 3A), previamente lubrificada com vaselina sólida (Rioquímica, 90g) por um pincel descartável.

Foi utilizado papel celofane sobre o corpo-de-prova, protegendo assim sua extremidade. Logo em seguida, foi incidida sobre o material uma leve pressão, inicialmente digital para espalhar o cimento e em seguida, por um período de vinte segundos, por uma lâmina de vidro (Fotografia 3B). O material era extravasado pelo topo da matriz devido à pressão.



**FOTOGRAFIA 3** - Matriz para o teste de S e SB em água (A) e com extravasamento do CIV no topo da matriz, após pressão com lâmina de vidro (B).

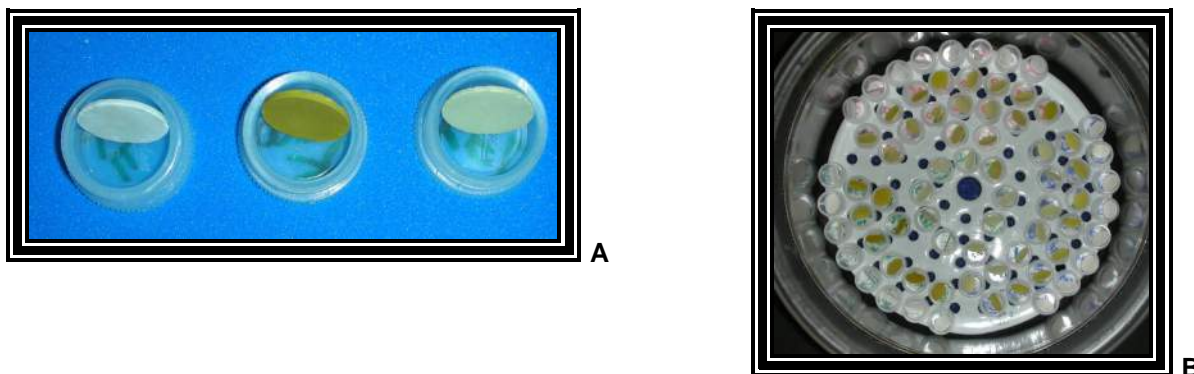
Após a espera do tempo de presa, em torno de quinze minutos, os corpos-de-prova eram retirados da matriz e os excessos removidos com lâmina de bisturi nº.15 (BD), principalmente nas laterais dos espécimes (Fotografia 4).



**FOTOGRAFIA 4** - Remoção de excessos do corpo-de-prova com lâmina de bisturi nº15.

Os espécimes foram submetidos inicialmente à ciclagem de desidratação de forma que ficaram armazenados em uma dessecadora, que era constituída por uma cubeta de vidro fechada e no fundo continha sílica em gel. Esta dessecadora era mantida em estufa (Quimis) a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Os corpos-de-prova eram colocados em tampas de frascos plásticos de referência J10, devidamente identificados e eram armazenados dentro da dessecadora (Fotografia 5 - A e B).





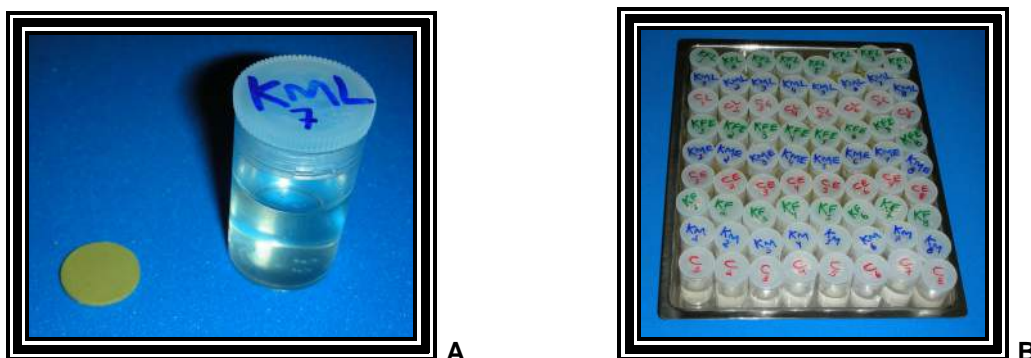
**FOTOGRAFIA 5** - Amostras em tampas de frascos plásticos (A), em cubeta dessecadora (B).

A pesagem dos corpos-de-prova era diária em balança analítica com  $10^{-4}$ g de precisão (Electronic Balance – modelo Bel Mark 205) até obtenção de uma massa estável ( $m_1$ ).

Após a estabilização da massa, depois de aproximadamente dez dias, os mesmos foram submetidos à ciclagem de hidratação, sendo imersos em 10mL de água deionizada, em recipientes plásticos J10 (Fotografia 6A) devidamente identificados e também mantidos em estufa (Quimis) a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$  (Fotografia 6B).

Após aproximadamente treze dias de ciclagem de hidratação, foi obtida a  $m_2$  dos espécimes. Diariamente foi realizada a pesagem dos corpos-de-prova até obtenção de uma massa estável, após o ganho de água.

Em uma última fase, uma nova ciclagem de desidratação foi realizada e os corpos-de-prova foram armazenados novamente em dessecadora e mantida em estufa a  $37 \pm 1^\circ\text{C}$ . Neste terceiro ciclo, foi registrada a perda de massa dos corpos-de-prova obtendo-se a  $m_3$ . Este período levou dezessete dias até estabilizar a massa e novamente pesagem diária foi realizada em balança analítica.



**FOTOGRAFIA 6** - Frasco plástico identificado, com 10mL de água deionizada (A) e amostras imersas em água deionizada, obtendo o total de 72 (B).

Sempre antes da pesagem dos corpos-de-prova, o papel que servia de forro para a amostra era zerado na balança, ou seja, calibrava-se a balança com tara zero antes da pesagem, para que o peso do papel não fosse acrescido ao peso do espécime, podendo alterar o resultado final.

Um relatório diário foi realizado das rotinas de laboratório, como o registro da umidade relativa do ar, da temperatura ambiente, data e horário. A umidade relativa do ar apresentou média de 65% e a temperatura ambiente com média de 23°C. A pesagem era feita sempre no mesmo horário. Durante todo o processo, o contato com as mãos foi evitado para minimizar a contaminação, sendo utilizada luva de procedimento (Satari) e pinça clínica curva (Duflex) para a manipulação dos corpos-de-prova. Antes de cada pesagem, um tempo de dez minutos sempre era aguardado, para que fosse atingida a temperatura do ambiente.

No período de ciclagem de hidratação para obtenção da massa  $m_2$ , um cuidado adicional foi tomado em relação à padronização da secagem dos corpos-de-prova. Um papel absorvente (Guardanapo de papel de folha dupla - Lips 33,5cm x 30,0cm) de camada dupla foi utilizado e a amostra era seca de ambos os lados sem pressão, durante cinco segundos.

A mudança para cada ciclo só foi possível após a estabilização das massas  $m_1$ ,  $m_2$  e  $m_3$  do cimento ionomérico, quando houve perda ou ganho de peso de no máximo  $2 \times 10^{-4}$ g em um período de 24h.

O teste de sorção e solubilidade em água demorou um período de quarenta e um dias até ser concluído, ao passar pelas três fases de ciclagem.

Após esta estabilização da massa do cimento ionomérico foram colhidas três medidas de espessura em milímetros, de cada corpo-de-prova, em três pontos diferentes utilizando um paquímetro digital (Messen), representado pela Fotografia 7. Após este procedimento, foi realizada uma média visando à obtenção de apenas um único valor de espessura em milímetros de cada amostra, para o cálculo do volume (V) da amostra em milímetros cúbicos.



**FOTOGRAFIA 7** - Paquímetro digital realizando a medição da espessura em mm de uma região do corpo-de-prova.

Após a estabilização da massa  $m_3$  obtida no último ciclo, na ciclagem de desidratação, os valores de sorção (S) e solubilidade (SB) em água foram calculados para cada espécime e obtidos em  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  por meio das seguintes fórmulas:

$$S = (M_2 - M_3 / V)$$

$$SB = (M_1 - M_3 / V)$$

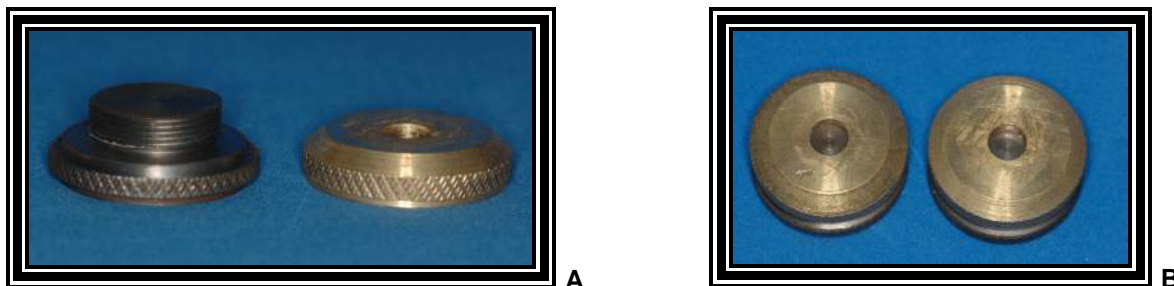
Onde:

- $m_1$  é a massa obtida após o primeiro ciclo de desidratação, antes da imersão em água deionizada [ $\mu\text{g}$ ]
- $m_2$  é a massa obtida após a imersão em água deionizada [ $\mu\text{g}$ ]
- $m_3$  é a massa obtida após o segundo ciclo de desidratação [ $\mu\text{g}$ ]
- $V$  é o volume da amostra [ $\text{mm}^3$ ]

#### 4.2.3 Teste de Resistência à Tração Diametral

Foram confeccionados 8 corpos-de-prova para cada grupo de cimento ionomérico, totalizando em 72 amostras para o teste de RTD. Os corpos-de-prova

para o teste foram obtidos da mesma forma descrita para o teste de S e SB, porém uma diferença foi a matriz com dimensões de  $6 \pm 0,5\text{mm}$  de diâmetro por  $3 \pm 0,5\text{mm}$  de espessura (Fotografia 8 - A e B) de acordo com as especificações da ADA número 27 de 04/02/1977 (ADA, 1977).



**FOTOGRAFIA 8** - Matriz para confecção de corpos-de-prova para o teste de resistência à tração diametral. A - Matriz aberta B - Matriz fechada

Houve um tempo de espera em média de quinze minutos, após a manipulação do material para a realização da reação de presa. Os espécimes foram retirados da matriz e imersos em água deionizada, em recipientes plásticos de referência J10, devidamente identificados. O período de armazenamento foi de 24h, até a realização do teste de resistência à tração diametral.

O teste foi realizado em Máquina de Ensaio Universal (Kratos) a uma velocidade de deslocamento de  $0,5\text{mm}/\text{min}$  e cuja célula de carga era de  $500\text{kgf}$  (Fotografia 9A).

Os corpos-de-prova foram colocados na máquina no sentido vertical, na posição do seu diâmetro, entre as plataformas, que desciam lentamente em direção à amostra com uma carga incidindo forças sobre ela e conseqüentemente, gerando esforços de tração diametral, até ocorrer a fratura (Fotografia 9B).

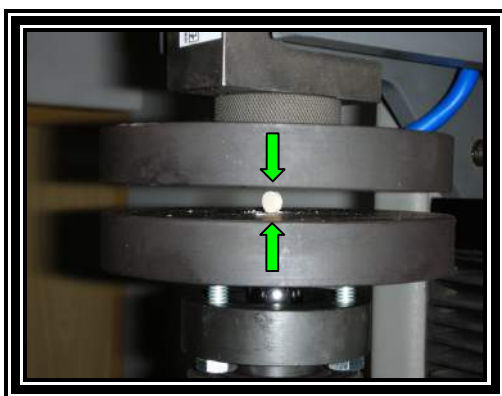
Todos os corpos-de-prova fraturaram ao meio, ao receber a carga da Máquina de Ensaio Universal.

A resistência à tração diametral (RTD) [ $\text{kgf}/\text{cm}^2$ ] foi calculada pela fórmula:

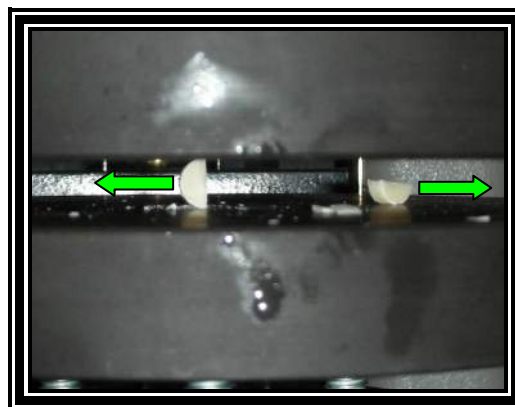
$$RTD = 2C/\pi DE$$

Onde:

- **C** = carga aplicada [kgf]
- **$\pi$**  = constante 3,14
- **D** = diâmetro da amostra [cm]
- **E** = espessura da amostra [cm]



A



B

**FOTOGRAFIA 9** - Máquina de Ensaio Universal com o corpo-de-prova entre as plataformas antes da fratura (A) e após a fratura (B).

#### 4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos dos testes de sorção e solubilidade, resistência à tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro testados, foram submetidos à Análise de Variância a um critério (ANOVA) e as diferenças entre os grupos, complementado pelo Teste de Tukey para múltiplas comparações, estabelecendo-se  $p < 0,05$ . Foi utilizado o programa Graph Prism 4.0.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 TESTE DE SORÇÃO DE ÁGUA DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO

No teste de sorção de água (S) dos cimentos de ionômero de vidro testados foram obtidos os resultados apresentados no Gráfico 1 e Tabela 1.

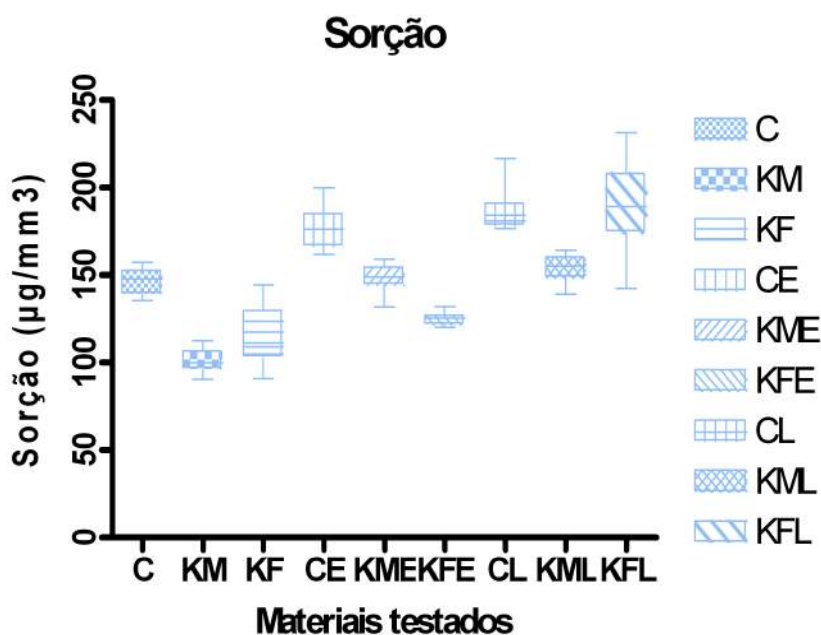


GRÁFICO 1 - Média e erro-padrão de sorção dos CIVs testados.

TABELA 1 - Média e erro padrão (EP) de sorção em  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , mostrando a seqüência dos CIVs testados.

Material	Média de Sorção (EP)	Teste de Tukey
KFL	189,6 (9,75)	A
CL	186,6 (4,81)	A
CE	177,0 (4,60)	A
KML	153,8 (2,93)	B
KME	148,3 (3,09)	B
C	146,4 (2,78)	B C
KFE	125,0 (1,40)	C
KF	114,8 (6,50)	D
KM	101,0 (2,55)	D

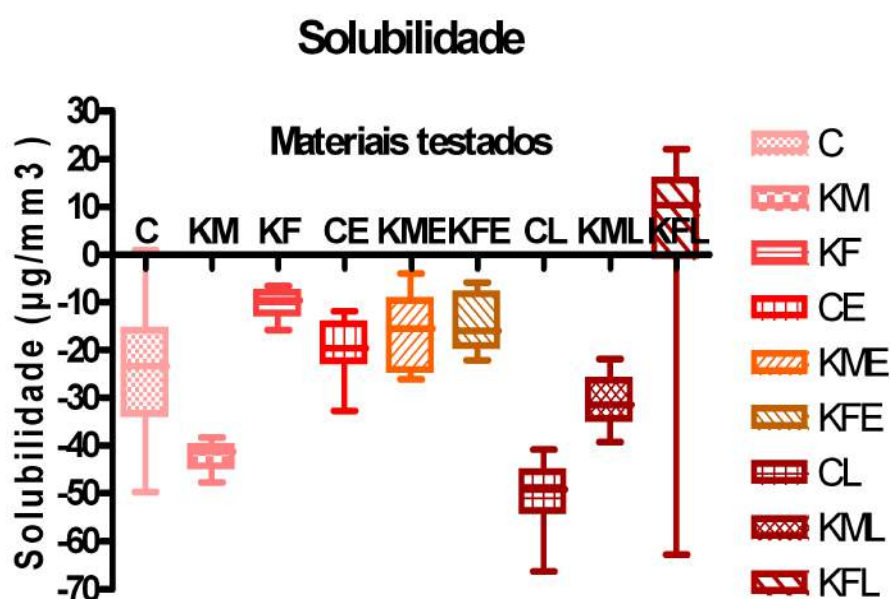
\* Letras diferentes significam que os materiais diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

O KFL apresentou a maior média na sorção de água e o KM a menor média, variando de 189,6 a 101,0  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , conforme apresentado na Tabela 1. Os CIVs associados à própolis liofilizada ou ao extrato etanólico de própolis a 50%, apresentaram maiores médias de sorção de água, quando comparados com seus respectivos grupos controles ( $p < 0,05$ ). A associação com a própolis liofilizada provocou maior sorção em comparação com seu respectivo grupo etanólico. O grupo controle convencional KF demonstrou menor sorção de água comparativamente ao C e sem diferença com KM, ambos indicados para o ART.

Desta forma, a hipótese nula ( $H_0$ ) testada, de que não há diferença na sorção de água dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis, foi rejeitada.

## 5.2 TESTE DE SOLUBILIDADE EM ÁGUA DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO

No teste de solubilidade em água (SB) dos cimentos de ionômero de vidro testados foram obtidos os resultados apresentados no Gráfico 2 e Tabela 2.



**GRÁFICO 2** - Média e erro-padrão de solubilidade dos CIVs testados.

**TABELA 2** - Média e erro padrão (EP) de solubilidade em  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , mostrando a seqüência dos CIVs testados.

Material	Média de Solubilidade (EP)	Teste de Tukey						
KFL	1,25 (9,61)	A						
KF	-10,32 (1,15)	A	B					
KFE	-14,39 (2,24)	A	B	C				
KME	-16,13 (3,03)	A	B	C	D			
CE	- 19,74 (2,35)		B	C	D	E		
C	-24,31 (5,44)		B	C	D	E	F	
KML	- 30,76 (2,05)			C	D	E	F	
KM	-42,28 (1,15)						F	G
CL	- 50,56 (2,85)							G

\* Letras diferentes significam que os materiais diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

O KFL apresentou a maior média de solubilidade em água e o CL a menor média, variando de 1,25 a  $-50,56 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ , conforme apresentado na tabela 2. Todos os cimentos ionoméricos com exceção do KFL, apresentaram valores negativos das médias de solubilidade.

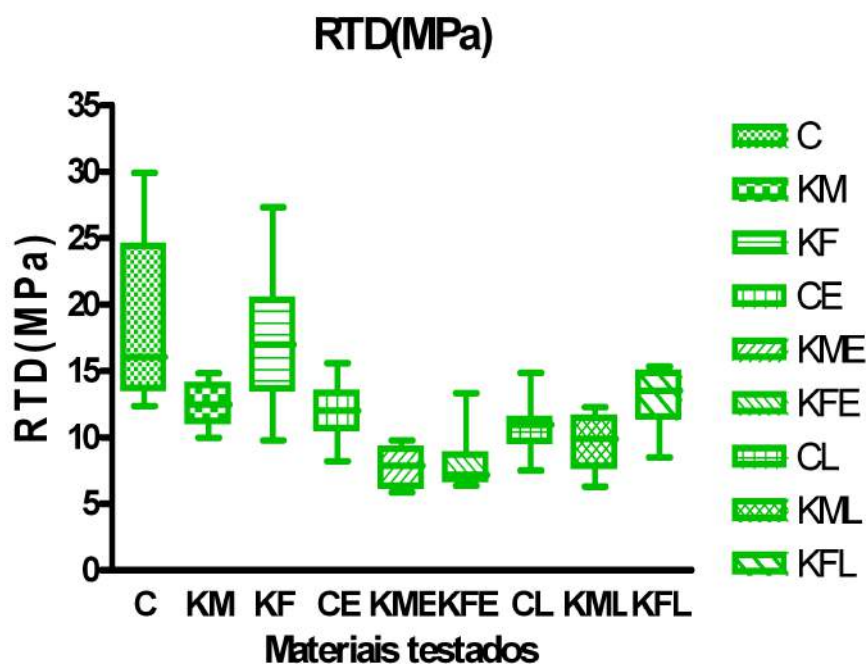
O grupo puro e associado do KF apesar do resultado positivo e negativo, não foram estatisticamente diferentes. Para os grupos KML e KME, ambos apresentaram solubilidade maior em relação ao grupo controle KM, entretanto sem diferença significativa entre KM e KML, entre KME e KML. No grupo do CIV de alta viscosidade, CE e C apresentaram maior solubilidade que CL, estatisticamente significativa. O grupo controle convencional KF demonstrou maior solubilidade de água comparativamente com C e o KM, ambos indicados para o ART. Os resultados revelam comportamentos distintos entre os diferentes CIVs, sendo a solubilidade material-dependente.

Desta forma, a hipótese nula ( $H_0$ ) testada, de que não há diferença na solubilidade em água dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis, foi parcialmente aceita.



### 5.3 TESTE DE RESISTÊNCIA À TRAÇÃO DIAMETRAL DOS CIMENTOS DE IONÔMERO DE VIDRO

No teste de resistência à tração diametral (RTD) dos cimentos de ionômero de vidro testados foram obtidos os resultados apresentados no Gráfico 3 e Tabela 3.



**GRÁFICO 3** - Média e erro-padrão de resistência à tração diametral dos CIVs testados.

**TABELA 3** - Média e erro padrão (EP) de resistência à tração diametral em MPa, mostrando a seqüência dos CIVs testados.

Material	Resistência à Tração Diametral (EP)	Teste de Tukey	
C	18,77 (2,34)	A	
KF	17,33 (1,97)	A	B
KFL	12,90 (0,85)	B	
KM	12,46 (0,62)	B	
CE	11,94 (0,82)	B	
CL	10,76 (0,76)	B	
KML	9,57 (0,76)	B	
KFE	8,10 (0,82)	B	
KME	7,74 (0,56)	B	

\* Letras diferentes significam que os materiais diferem estatisticamente ( $p < 0,05$ ).

O C apresentou a maior média de RTD e o KME a menor média, variando de 18,77 a 7,74 MPa, conforme apresentado na tabela 3. Os materiais puros de uma forma geral obtiveram maiores valores de RTD. O C obteve a maior média estatisticamente significativa em relação a todos os demais materiais e associações testadas, com exceção do KF, que obteve a segunda maior média, mas sem diferença estatística com os demais cimentos ionoméricos. Entretanto, o KM foi inferior ao grupo associado KFL, sendo que este apresentou a terceira maior média. Apenas o C foi superior aos seus respectivos grupos associados à própolis. Os demais materiais parecem não ter sido afetados. O grupo controle convencional KF demonstrou média de RTD sem diferença com C, que foram as mais altas e com diferença com KM, ambos indicados para o ART. A diferença da forma da própolis parece não ter influência no comportamento da RTD dos CIVs testados. O efeito desta adição parece ser dependente do material analisado.

Desta forma, a hipótese nula ( $H_0$ ) testada, de que não há diferença na resistência à tração diametral dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis é parcialmente aceita.

## 6 DISCUSSÃO

O Tratamento Restaurador Atraumático (ART) é uma técnica amplamente difundida e reconhecida, inclusive pela Organização Mundial da Saúde, pela capacidade em preservar a estrutura dentária. Comunidades que sofriam com a falta de recursos podem se beneficiar do tratamento odontológico através do ART. Esta abordagem apresenta também a possibilidade de integração ao tratamento odontológico, de pessoas que poderiam ficar excluídas, como pacientes com dificuldade de locomoção, idosos, crianças, gestantes, deficientes mentais e físicos (FRENCKEN et al., 1996, 1998; WANG et al., 2004).

Com a utilização do cimento de ionômero de vidro, o ART, tornou-se uma técnica extremamente eficiente no controle da doença cárie. O poder antimicrobiano produzido pela liberação de flúor do CIV e a capacidade de selamento marginal são algumas de suas principais vantagens (WILSON; KENT, 1971; MCLEAN, 1992a, 1992b; TERADA et al., 1998; BARATA et al., 2004).

A abordagem do ART surgiu na década de 80 e evoluiu com o passar dos anos. Com o objetivo de aumentar a resistência à mastigação, estes ionômeros passaram por alterações em sua composição. Portanto, foram desenvolvidos cimentos ionoméricos específicos, indicados para a técnica do ART, sendo os CIVs de alta viscosidade (MJÖR; GORDAN, 1999; XIE et al., 2000; CEFALY et al., 2003; BRESCIANI, 2006; PEEZ; FRANK, 2006).

O presente trabalho almejou avaliar algumas das propriedades físico-mecânicas do CIV após a adição da própolis, substância resinosa conhecida pela sua capacidade antimicrobiana (GHISALBERTI, 1979; IKENO, S.; IKENO, T.; MIYAZAWA, 1991; MARCUCCI, 1995; FERREIRA et al., 2007).

O cimento de ionômero de vidro convencional é um material extremamente sensível à umidade e apresenta uma característica muito bem definida, a capacidade de ser fortemente hidrofílico (MORTIER et al., 2004; NAVARRO et al., 2004). A água tem um papel importante no desenvolvimento das propriedades dos cimentos ionoméricos. Após a sua absorção pelo cimento, a água favorece a reação ácido-base, que é um processo fundamental para o desenvolvimento das propriedades físico-mecânicas (CATTANI-LORENTE; GODIN; MEYER, 1994; MUSANJE; SHU; DARVELL, 2001). A fase mais crítica do CIV é no início da reação,

logo após a mistura do pó e líquido. As restaurações de ionômero de vidro ganham e perdem água com muita facilidade, portanto é imprescindível a proteção superficial do material (CEFALY et al., 2003). Em nosso trabalho não foi realizada esta proteção superficial, para que se pudesse avaliar todo o potencial de sorção de água que o material seria capaz.

No teste de sorção, os valores variaram entre 101,0 e 189,6  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ . Estes valores estão de acordo com o que é relatado na literatura (CATTANI-LORENTE et al., 1999; CEFALY et al., 2003; MORTIER et al., 2004; CEFALY et al., 2006b).

Cefaly et al. (2003) ao avaliarem a sorção de água de CIVs para ART demonstraram valores médios de 137,66  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  para o Fuji IX e 100,97  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  para o Ketac Molar. Avaliaram ainda a sorção para o ionômero convencional Ketac Fil cuja média foi de 120,34  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ , condizendo com o encontrado em nosso trabalho.

Em pesquisa realizada por Cattani-Lorente et al. (1999) ao avaliarem o cimento convencional ChemFil, cujo corpo-de-prova era de 9mm de diâmetro e 2mm de espessura, obteve o valor médio de sorção, após 7 dias de imersão em água destilada, de 68,5  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$  e após 15 dias 70,7  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ . Os valores foram menores que o demonstrado em nosso trabalho, provavelmente pela diferença de tamanho das amostras, cuja amostra em nossa pesquisa era de 15mm de diâmetro e 0,5mm de espessura. A diferença de diâmetro determina áreas diferentes para a absorção da água, que é fortemente dependente desta dimensão, sendo que em nosso estudo a área correspondente é de 176,63 $\text{mm}^2$  e a do estudo de Cattani-Lorente et al. (1999), de 63,59  $\text{mm}^2$ . Malacarne et al. (2006) explicam o mecanismo de distribuição de água no interior de um material, em que em uma primeira etapa, ocorre a absorção pela superfície e esta água se distribui no volume interno livre (teoria do volume livre). Posteriormente, por ligações iônicas, estabelecem uma distribuição por ligações (teoria da polaridade). Embora estas explicações ocorram para materiais poliméricos, o mesmo raciocínio também pode ser explicado no material ionomérico. Sendo assim, o volume também apresenta influência na capacidade de absorção por aprisionar a água, mas na análise de sorção, a área é o fator mais crítico e que determina maior efeito para a propriedade analisada em nosso estudo.

O cimento de ionômero de vidro modificado por resina (CIVMR) apresenta uma maior sorção de água em comparação com os convencionais (MORTIER et al.,

2004). Este fenômeno é devido à sua natureza hidrofílica e pela presença do 2-hidroxietilmetacrilato (HEMA) no líquido do ionômero, que também apresenta a característica hidrofílica. Mortier et al. (2004) avaliaram a sorção de água do CIVMR Fuji II LC e encontraram média para sorção de  $167,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ . Em nosso trabalho não foram avaliados os CIVMRs, mas a média de sorção encontrada por Mortier et al. demonstra que é superior à média encontrada nos CIVs puros e em alguns dos CIVs associados à própolis, avaliados em nosso estudo. Deste modo, os resultados confirmam que os cimentos ionoméricos convencionais apresentam valores menores de sorção comparados aos CIVMRs. Estes resultados demonstram que mesmo havendo alteração da sorção de água com a presença da própolis, não ocorreu aumento da sorção para todos os CIVs associados, pois o KML, KME e KFE demonstraram valores menores que o CIVMR Fuji II LC (MORTIER et al., 2004). No trabalho de Cefaly et al. (2006b) foi demonstrado o mesmo para o Fuji II LC Improved, cujo valor de sorção foi  $152,37 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  e para o CIVMR Vitremer  $169,53 \mu\text{g}/\text{mm}^3$ , também apresentaram, na maioria dos CIVs testados, valores maiores que os demonstrados em nosso trabalho.

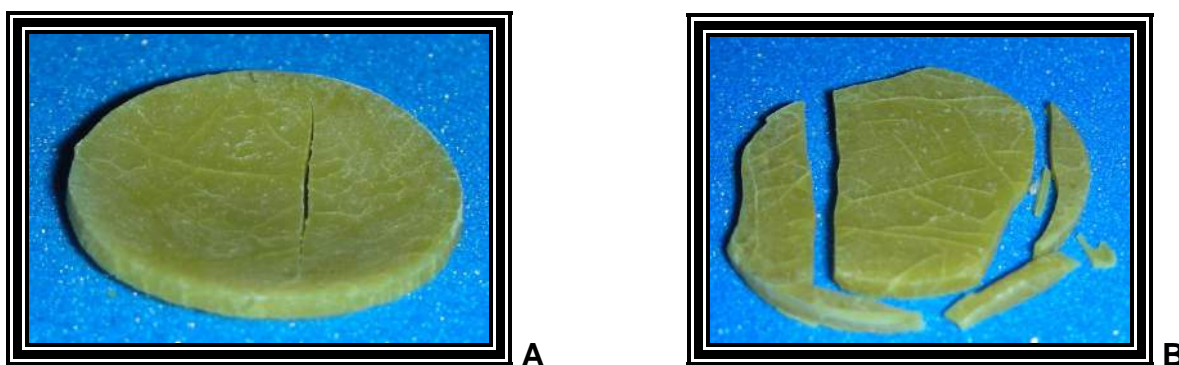
Através da avaliação por grupos, os CIVs puros apresentaram as menores médias de sorção de água. Verificamos que os grupos com as diferentes formas de própolis apresentaram sorção aumentada. As maiores médias de sorção de água foram para o grupo liofilizado, em seguida para o etanólico, quando comparados aos seus controles. Esta explicação provavelmente seja devido à presença da própolis, independente da forma de inserção, na composição do cimento ionomérico.

A forma de inserção líquida (EEP) provocou também maior grau de sorção, porém menor que na forma em pó (liofilizada). Independente da forma de inserção, ambos os aditivos, provavelmente provocaram maior saturação do CIV, levando-o a um material que em ambiente aquoso, se torna mais ávido pela água. Pela diferença de ambiente osmótico com este meio, os aditivos tornam o CIV mais hipertônico, tendendo a absorver mais água, já que o ionômero é um sal (GEMALMAZ et al., 1998).

No processo de liofilização a própolis sofreu perda de água em sua composição. Portanto, verificamos que em contato com a água durante o teste de sorção, há uma condição favorável para maior absorção. Concluímos que a própolis liofilizada potencializou a sorção de água pelo cimento ionomérico, o que é constatado pela análise estatística.

Em laboratório, o C e o CL, apresentaram alterações visíveis nos corpos-de-prova. As amostras demonstraram alterações estruturais, com envergamento, trincas e até mesmo fraturas (Fotografia 10). Estas alterações no C puro também foram relatadas por Musanje, Shu e Darvell (2001), ao avaliarem o material em saliva artificial, este CIV apresentou grande sorção de água e conseqüentemente a sua superfície passou a sofrer deterioração. Com a imersão deste CIV em saliva artificial houve grande perda de resistência, dissolução e perda de massa. O amplo potencial osmótico da matriz liderou a grande absorção de água, segundo os autores.

Dos representantes dos grupos controles, o C foi o material que apresentou maior sorção de água. Já no grupo associado ao EEP a 50%, o CE obteve também a maior média de sorção comparado aos outros CIVs deste grupo. Os resultados encontrados em nosso trabalho também são confirmados por Musanje, Shu e Darvell (2001), ao demonstrarem a maior sorção de água pelo C, quando comparado com outros materiais.



**FOTOGRAFIA 10** – Corpo-de-prova do CL com alterações estruturais visíveis como envergamento e trincas (A), fratura e perda da massa (B).

Os cimentos indicados para ART, C e o KM, apresentaram maiores médias de sorção, tanto na versão liofilizada como na etanólica, quando comparados com seus respectivos controles. Já o CIV convencional KFL, em sua versão liofilizada apresentou a maior média de sorção em relação a todos os demais materiais, mas na versão etanólica KFE obteve sorção menor, próxima ao seu controle KF.

O grupo controle convencional KF demonstrou menor sorção de água comparativamente ao C e sem diferença com KM, ambos indicados para o ART.

Clinicamente não é interessante que o cimento de ionômero de vidro apresente grande sorção de água, pois as alterações estruturais que ocorrem podem inviabilizar sua utilização (MUSANJE; SHU; DARVELL, 2001). Apesar dos materiais ionoméricos testados sofrerem alterações nesta propriedade tão importante, ao ocorrer diferença na sorção de água dos cimentos de ionômero de vidro com ou sem própolis, em nosso estudo o KML, KME e o KFE não apresentaram diferença estatística significativa com o C puro, e as médias de sorção ficaram próximas aos seus controles. Em laboratório, os ionômeros KML, KME e KFE apresentaram aspectos visíveis favoráveis. Portanto, baseado nos resultados estatísticos e laboratoriais acredita-se que o uso clínico do C, KML, KME e do convencional KFE, com a adição da própolis favoreceria o ART, ao potencializar o efeito antimicrobiano do CIV. Mas, ainda são necessários estudos de outras propriedades do material ionomérico, inclusive *in vivo*, para verificar suas alterações ou não, antes de indicar seu uso clínico.

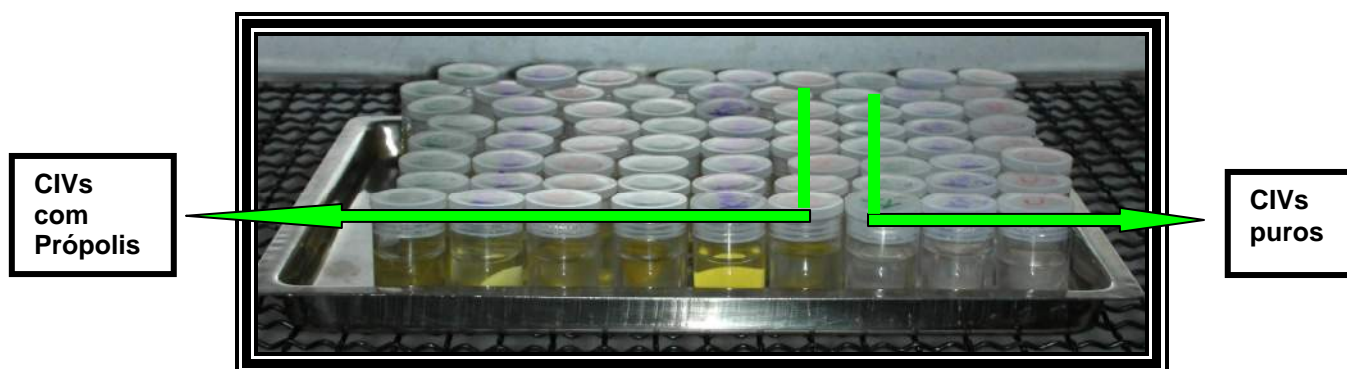
A solubilidade é uma propriedade relevante clinicamente, uma vez que qualquer material solúvel pode atingir a polpa devido à distribuição estrutural do complexo dentinopulpar e suas características biológicas. Se o material for benéfico, pode agir como um componente favorável, e por outro lado, caso o material apresente ingrediente tóxico poderá comprometer a estrutura biológica dentária (VERMEERSCH et al., 2005; COIMBRA et al., 2006).

No teste de solubilidade, os valores variaram entre 1,25 e -50,56  $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ . Existem diferentes formas de se avaliar a capacidade de solubilidade do material, bem como os parâmetros em que os dados são apresentados (GEMALMAZ et al., 1998; BAPNA; MUELLER, 1999; ABU-BAKR et al., 2000; ÖRTENGREN et al., 2001a, 2001b; MORTIER et al., 2004; PEEZ; FRANK, 2006). Estas diferenças acabam dificultando uma análise comparativa direta com outros trabalhos relatados na literatura com os dados encontrados em nosso trabalho.

Mortier et al. (2004) demonstraram em sua pesquisa que os cimentos ionoméricos modificados por resina apresentaram sorção e solubilidade maiores que a resina composta. A presença do HEMA (hidrofílico) no CIV e ainda a característica do próprio ionômero de ser naturalmente hidrofílico, favorece este comportamento com valores maiores para sorção e solubilidade em água, como já mencionado anteriormente. Este trabalho é importante, pois sugere que um aumento na sorção pode estar associado ao aumento da solubilidade. Uma vez que, com exceção de

um dos ionômeros analisados em nosso trabalho, todos os demais apresentaram solubilidade negativa, isto pode ser um indicativo de que os CIVs testados apresentaram sorção exacerbada dado ao aspecto hidrofílico de sua natureza, bem como da potencialização quando associado (diferença osmótica). Esta sorção resulta em um mascaramento da real quantidade de solubilidade ocorrida por estes materiais.

Apesar da literatura apresentar diferentes formas de análise de solubilidade, a utilizada neste estudo confere com a de alguns autores, como os trabalhos de Mortier et al. (2004) e Fabre et al. (2007). Isto se deve ao aproveitamento dos ciclos que permitem uma averiguação especulativa desta propriedade, entretanto não é a mais utilizada. O que nos auxilia na complementação das análises laboratoriais foram as evidências visuais. A solubilidade dos ionômeros testados foi verificada visualmente, pela alteração da coloração da água deionizada. O KFL apresentou, *in vitro*, a cor da água deionizada, com aspecto amarelo mais forte, em seguida o KML e por último o KME. Mas, todos os demais cimentos adicionados da própolis, apresentaram alguma alteração na cor da água, variando apenas a intensidade amarelada (Fotografia 11). O cimento ionomérico que apresentou o maior valor de solubilidade, pela análise estatística, foi o KFL, confirmando inclusive com a maior alteração da cor da água, com intensidade mais forte, observada em laboratório.



**FOTOGRAFIA 11** - Alteração da cor da água deionizada, devido à diferença de solubilidade das amostras.

Em pesquisa realizada por Peez e Frank (2006), demonstraram valores de solubilidade para o Ketac Molar Easymix e Fuji IX de 0,074% e 0,069%, respectivamente, após 7 dias de imersão em água destilada a 36 °C. Estes valores estão bem abaixo do limite de 0,7% para o padrão ouro da ISO 7849, específica



para restaurações de ionômero de vidro. Mesmo apresentando parâmetros diferentes em relação aos valores demonstrados em nosso trabalho, o KM e o Fuji IX, que são materiais indicados para o ART, já demonstraram por estudo prévio, que apresentam solubilidade baixa desejável, independente do método de investigação, o que os tornam como um parâmetro.

Os cimentos de ionômero de vidro indicados para cimentação apresentam maior sensibilidade à umidade, principalmente nas fases iniciais da reação de presa, após a mistura do pó e líquido, podendo ocorrer maior dissolução da massa. Quando os CIVs para cimentação são comparados com as outras formas de apresentação dos cimentos ionoméricos, estes apresentam valores de solubilidade maiores. Gemalmaz et al. (1998), avaliaram cimentos de ionômero de vidro para cimentação e obtiveram valores para solubilidade de  $4,9\text{mg/cm}^2$ ,  $4,7\text{mg/cm}^2$ ,  $2,9\text{mg/cm}^2$  e  $1,7\text{mg/cm}^2$ . Os valores encontrados em nosso trabalho demonstraram médias de solubilidade bem menores que os ionômeros para cimentação, confirmando que a solubilidade para os CIVs convencionais são realmente menores que as médias para os ionômeros indicados para cimentação.

O KF juntamente com suas versões liofilizada e etanólica, apresentaram maiores médias de solubilidade em relação aos demais materiais. Estes valores maiores para o grupo KF é um aumento desejável, pois a solubilidade é importante para a liberação de flúor na prevenção da cárie, devido ao efeito cariostático promovido. O controle KF não apresenta diferença estatística com o KFL e KFE, sugerindo que a presença da própolis não alterou a solubilidade destes materiais, favorecendo sua utilização nas formas associadas também.

Para os grupos KME e KML, ambos apresentaram solubilidade aumentada quando comparados ao seu controle KM, entretanto sem diferença significativa entre KM e KML, entre KML e KME. Verificamos que o KML apresentou solubilidade próxima ao seu controle e são estatisticamente iguais. O KM foi um dos cimentos ionoméricos que demonstrou solubilidade das mais baixas, apenas o CL apresentou menor média que o KM. O resultado encontrado em nosso trabalho é confirmado por Peez e Frank (2006), ao observarem que o Ketac Molar Easymix também demonstrou os menores valores para solubilidade quando comparado com todos os outros materiais testados em sua pesquisa.

O CE e C apresentaram maior solubilidade que CL, estatisticamente significante. O grupo com EEP a 50%, o CE demonstrou a maior solubilidade, assim

como a versão etanólica KME, comparativamente com seus respectivos controles, provavelmente devido a esta forma de inserção. O etanol é o veículo utilizado para a inserção da própolis, por ser muito pegajosa na forma de extrato mole puro de própolis verde (Fotografia 1A). Este solvente facilita a utilização da própolis e sua inserção ao ionômero, na forma de extrato etanólico de própolis. De alguma forma a presença do etanol favorece valores maiores para a solubilidade dos CIVs testados.

O grupo liofilizado demonstrou menores valores de solubilidade, com exceção do KFL que apresentou a maior média. Os cimentos indicados para o ART, KML e CL, obtiveram valores mais baixos que as versões com EEP a 50%. Como já citado anteriormente em estudo prévio, o KM já apresenta o padrão de solubilidade baixa, comprovando que a forma liofilizada KML não alterou esta propriedade do material.

O grupo controle convencional KF demonstrou maior solubilidade em água comparativamente com C e o KM, ambos indicados para o ART.

A propriedade do CIV, solubilidade em água é uma importante característica do material ionomérico, pois é através dela que o flúor é liberado. Os benefícios conhecidos pela ação do flúor são amplamente reconhecidos (BARATA et al., 2004). Mas, não é desejável que os valores para solubilidade sejam muito altos, pois prejuízos e danos irreversíveis podem ocorrer ao material ionomérico. Em nosso estudo a solubilidade apresentou valores dentro dos citados pela literatura e os resultados revelaram comportamentos distintos entre os diferentes CIVs, sendo a solubilidade material-dependente.

Quando as estruturas dentárias se apresentam com a forma e a função normais e saudáveis, a ação de cortar, triturar e amassar os alimentos é realizada com muita eficiência. As forças que incidem sobre os dentes e as restaurações, durante o processo da mastigação, podem provocar estresses, que são caracterizados por forças complexas e diversas que tendem a deformar os dentes e materiais dentários (REIS; LOGUERCIO, 2007). Sabe-se que estas forças quando ocorrem sobre as estruturas duras na cavidade bucal, podem provocar alterações, as conseqüências surgem com o passar do tempo, como a diminuição da longevidade dos materiais restauradores (WANG et al., 2003). Em nosso trabalho foi realizado teste específico para avaliar a resistência à tração dos cimentos ionoméricos. Com os resultados obtidos verificou-se a força máxima incidida sobre os cimentos, conseqüentemente gerando estresse suficiente para ocorrer fratura.

Esta é uma forma de avaliação do cimento ionomérico e da sua resistência aos esforços mastigatórios gerados na cavidade bucal durante a mastigação.

No teste de RTD, os valores de resistência variaram entre 7,74 a 18,77MPa. Estes valores estão de acordo com o que é relatado na literatura (KERBY; KNOBLOCH, 1992; WILLIAMS; BILLINGTON; PEARSON, 1992; YAP; CHEANG; CHAY, 2002; CEFALY et al., 2003; YAP; PEK; CHEANG, 2003; BRESCIANI et al., 2004).

Bresciani et al. (2004) ao avaliarem a RTD, de cimentos de ionômero de vidro indicados para ART, Fuji IX, Vitro Molar e Bioglass R, demonstraram valores médios, após 24h, de 6,58MPa a 11,96MPa. O cimento de alta viscosidade, o Fuji IX, apresentou a média de 11,96MPa (24h).

Cefaly et al. (2003) encontraram valores médios para a RTD de cimentos de ionômero de vidro de alta viscosidade, cuja média foi de 11,54MPa para o Fuji IX e 11,63MPa para o Ketac Molar, e para o convencional Ketac-Fil 9,79MPa após 24h.

Yap, Pek e Cheang (2003) ao pesquisarem dois cimentos ionoméricos de alta viscosidade, Fuji IX GP e Fuji IX GP Fast, CIV de presa muito rápida, demonstraram valores de RTD de 12,27MPa e 10,55MPa, respectivamente, após 24h.

Yap, Cheang e Chay (2002) avaliaram a propriedade mecânica, RTD, em dois cimentos de ionômero de vidro, um CIV para ART (Fuji IX GP) e outro reforçado por partículas de prata (Miracle Mix). Demonstraram em seu estudo valores médios, após armazenagem em água destilada, de 6,31MPa(1 dia), 7,07MPa(1 semana) e 7,32MPa(1 mês) para o Miracle Mix, e para o Fuji IX GP valores médios de 11,87MPa(1 dia), 12,49MPa(1 semana) e de 13,07MPa(1 mês). Mas é importante ainda ressaltar que os resultados demonstrados em nosso trabalho foram obtidos valores apenas após armazenagem das amostras em água deionizada, pelo período de 24h. Sabe-se que quanto mais tempo passa após a manipulação inicial, é melhor para o CIV, para que ocorra a maturação do material, pois a reação de presa continua ainda por um tempo. Deste modo, o cimento de ionômero de vidro aumenta sua resistência, melhorando suas propriedades mecânicas ao longo do tempo (YAP; CHEANG; CHAY, 2002; BRESCIANI et al., 2004).

Em nosso trabalho os CIVs puros, apresentaram maiores médias de RTD, quando comparados aos mesmos cimentos associados às duas diferentes formas de própolis.

De todos os materiais e associações realizadas, apenas o cimento C apresentou diferença significativa em relação a todos os outros materiais, apresentando a maior média de RTD. Ferreira e Rego (2006) em seu estudo também demonstraram valores de resistência à compressão maiores no CIV convencional representante do grupo controle em comparação com os ionômeros associados à própolis ou aos antibióticos. Estes apresentaram valores de resistência à compressão menores.

Vale ressaltar que o KFL apresentou uma média bastante significativa, sendo a terceira maior média após o C e o KF, e ainda média maior que o KM. Portanto, o KFL apresentou um resultado diferenciado em relação ao grupo dos CIVs associados e próximo aos puros. Em pesquisa realizada por Corrêa e Ogasawara (2006), ao avaliarem alguns cimentos convencionais, abordaram em sua análise as propriedades mecânicas de cinco ionômeros, sua composição química e a distribuição de tamanho das partículas de vidro. O melhor resultado pertence ao Ketac-Fil, que foi o material que demonstrou os melhores resultados mecânicos, com a maior média para resistência à compressão. Vale destacar que o Ketac-Fil Plus, foi o CIV utilizado em nosso trabalho e apresenta características mais aperfeiçoadas que o KF simplesmente. Suas partículas apresentam granulação menor do pó, favorecendo a capacidade de molhamento do pó com o líquido durante a manipulação, melhorando assim suas propriedades mecânicas, por isso foi escolhido como controle para comparar com os CIVs de alta viscosidade estudados.

Este comportamento dos CIVs associados é interessante por demonstrar a possibilidade de uma melhora na ação antimicrobiana sem haver perda de resistência significativa, uma vez que esta ação tem se mostrado benéfica (PINHEIRO; SIMIONATO; ODA, 2003; TOZZO, 2006). Em situações de maior necessidade deste efeito, onde a ação antimicrobiana deva ser mais eficiente, esta propriedade aliada à resistência, parecem oferecer melhorias gerais na indicação deste material no ART.

Outro aspecto interessante de ser abordado é que a resistência do KM e KF não apresentaram diferenças, demonstrando que mesmo o CIV convencional, KF tem se mostrado mais resistente que o KM, que é indicado para o ART e sendo de alta viscosidade. O fato é explicado pelas suas características e parece determinar este comportamento. Xie et al. (2000) demonstram em seu estudo valores médios de RTD, para o CIV convencional, Ketac-Fil de 25,5MPa, para o Ketac Molar, indicado

para o ART de 23,8MPa. Concluíram, como em nosso trabalho, valor de RTD maior para o Ketac-Fil em relação ao Ketac Molar (KERBY; KNOBLOCH, 1992; XIE et al., 2000; FERREIRA; REGO, 2006).

Apesar de não ocorrer diferenças, a versão da própolis liofilizada revelou valores mais próximos ao do grupo controle (puro) de cada CIV, quando comparado à forma de extrato etanólico. A forma da própolis liofilizada, por ser em pó, parece que favoreceu o ionômero convencional e os de alta viscosidade, aumentando ligeiramente sua resistência, provavelmente devido à alteração da proporção pó/líquido do CIV. Estes materiais apresentam características diferentes, como a proporção maior de pó (ARATANI et al., 2005).

No grupo associado à própolis liofilizada, o CIV que apresentou maior resistência foi o KFL, em seguida o CL e por último o KML. Os cimentos associados ao EEP a 50%, o CIV que apresentou maior resistência foi o CE, em seguida o KFE e por último o KME. Portanto, os materiais associados que apresentaram resistências maiores foram o ionômero convencional KF e o de alta viscosidade C. Apesar do KM ser indicado para o ART, apresentou a menor resistência, tanto puro quanto nas versões liofilizada ou etanólica.

No grupo dos cimentos indicados para o ART, C e KM, observou-se que o C, CE e CL apresentaram maiores médias de RTD, quando comparados ao KM, KME e KML. Mas, o destaque é para o KF e suas associações, mesmo sendo um ionômero convencional, apresentou melhor desempenho, com melhores médias, quando comparado ao KM e suas associações. O grupo controle convencional KF demonstrou média de RTD sem diferença com C, que foram as médias mais altas e com diferença com KM, ambos indicados para o ART. A diferença da forma da própolis parece não ter influência no comportamento da RTD dos CIVs testados.

O presente trabalho objetivou avaliar se a adição da própolis nas duas formas apresentadas, etanólica e liofilizada, poderiam alterar as propriedades físico-mecânicas do cimento de ionômero de vidro. A literatura relata comumente o uso do extrato etanólico de própolis, sendo o etanol, o solvente mais utilizado. Esta versão é geralmente empregada de forma direta e com bons resultados pelo seu poder antimicrobiano (GARCIA et al., 2004; VARGAS et al., 2004; REZENDE; PIMENTA; COSTA, 2006; FERREIRA et al., 2007). Poucos trabalhos relatam a utilização da própolis na versão de extrato etanólico associado ao cimento de ionômero de vidro (PINHEIRO; SIMIONATO; ODA, 2003; FERREIRA; REGO, 2006; TOZZO, 2006).

Como na literatura existem poucos experimentos com esta forma de associação ao CIV e ainda pouquíssimos relatos sobre as alterações possíveis das propriedades físico-mecânicas do material, despertou grande interesse de estudo pelo extrato etanólico de própolis associado ao CIV.

Neste estudo, 1% de extrato etanólico de própolis a 50% foi adicionado ao cimento de ionômero de vidro e durante a sua manipulação ocorreu a evaporação de parte do etanol. Nesta associação o cimento ficou menos consistente ao ser manipulado, devido ao aumento da porção líquida, facilitando a mistura pó e líquido. Nossa preocupação era que o solvente, por ser uma solução, poderia alterar o comportamento do cimento ionomérico, como a ocorrência de modificações de suas propriedades, após a reação de presa.

Dentro deste contexto, considerou-se a utilização da própolis liofilizada, por não ter a presença da água em sua composição, que desta forma, poderia diminuir a possibilidade de alterações das propriedades físico-mecânicas do ionômero. Ao buscarmos informações na literatura a respeito desta forma de associação ao CIV, concluímos que não há relatos da utilização da própolis liofilizada acrescida ao cimento ionomérico, despertando interesse de estudo com esta associação.

Foram realizados testes específicos para averiguar possíveis alterações no CIV após a associação das duas formas de própolis, os testes de sorção e solubilidade em água, e o de resistência à tração diametral. Os resultados demonstrados em nosso trabalho foram muito encorajadores, trazendo esperança na utilização clínica da própolis, por ser um ótimo antimicrobiano. A associação ao CIV, em tratamento onde é exigido um poder antibacteriano mais potente, como no ART, desperta o interesse ainda maior pela própolis.

Em relação à sorção de água, as amostras com a própolis liofilizada apresentaram maior absorção. O excesso de água não seria vantajoso para o CIV, pois clinicamente poderia prejudicar seu bom desempenho, alterando suas propriedades físico-mecânicas. Mas, os resultados nos evidenciaram que o grupo com a própolis na versão etanólica apresentou valores menores de sorção, mais próximos aos grupos controles, trazendo uma possibilidade em sua utilização clínica.

A solubilidade é uma das propriedades dos CIVs de grande importância clínica, pois os produtos liberados pelos materiais podem prejudicar ou beneficiar tanto a polpa quanto outras estruturas dentárias. Através da solubilidade é que o flúor é liberado, e consegue desempenhar ações como a remineralização das

estruturas dentárias, promovendo a prevenção da cárie, pelo efeito cariostático. Os ionômeros testados em nosso trabalho apresentaram bom desempenho laboratorial ao demonstrarem valores baixos, condizendo com os demonstrados pela literatura e ainda alguns representantes associados à própolis apresentaram média de solubilidade próxima aos seus respectivos controles. Os resultados demonstrados revelam a possibilidade de sua utilização em caráter clínico.

Os CIVs associados à própolis apresentaram solubilidade visível pela alteração da coloração da água deionizada, apresentando várias intensidades de amarelo, revelando que a própolis foi liberada pelo cimento ionomérico e com quantidades diferentes, ao demonstrar intensidades variadas de cor. Este fenômeno é importante que aconteça também em situações clínicas, pois esta liberação favoreceria o combate às bactérias cariogênicas. Clinicamente, os benefícios da própolis seriam de grande interesse, por ser uma substância biocompatível. A solubilidade desta substância em regiões próximas à polpa, poderia ser muito benéfica, pois alguns de seus efeitos como a ação antiinflamatória e antimicrobiana seria interessante em estruturas dentárias afetadas pela cárie, principalmente em situações críticas como no tratamento restaurador atraumático.

No aspecto de resistência à tração diametral, há possibilidade de utilização do CIV associado com a própolis, pois todos os CIVs puros e associados, não apresentaram diferenças, exceto com o C. Esta adição não afetou a resistência dos cimentos ionoméricos, trazendo grandes vantagens nesta associação com a própolis no controle da cárie.

A adição da própolis liofilizada nos testes realizados dificultou bastante a manipulação do ionômero, devido ao aumento de pó, na proporção pó/líquido do material. Em relação à consistência, o grupo com EEP apresentou uma consistência mais fluida e manipulação mais fácil de realizar em comparação com o grupo adicionado da própolis liofilizada. Apesar do grupo etanólico demonstrar valores menores e ser ligeiramente menos resistente (RTD) que o grupo liofilizado, não houve diferença estatística significativa, favorecendo a forma etanólica devido à sua manipulação facilitada.

Mas, mesmo com certo grau de dificuldade durante a manipulação, o resultado com a própolis liofilizada foi ligeiramente melhor em relação à RTD e ainda os resultados se aproximaram aos dos grupos controles. Clinicamente as duas formas de própolis poderiam ser utilizadas sob tal avaliação.

Os cimentos que tiveram a adição da própolis nas versões liofilizada ou etanólica apresentaram alterações de cor visíveis. Houve mudança da coloração do cimento ionomérico durante sua manipulação, que se manteve após a reação de presa. Todos os corpos-de-prova dos ionômeros testados que foram adicionados, em sua composição, as duas diferentes formas de própolis, apresentaram aspecto amarelado. O grupo com própolis liofilizada apresentou alteração de cor, com intensidade mais escura de amarelo; já o grupo com EEP apresentou coloração com aspecto menos intenso de amarelo, sendo mais claro que no liofilizado. Sob o aspecto estético, esta alteração de cor, a princípio não seria interessante clinicamente, mas se o material fosse utilizado como forramento ou base de restaurações diretas, desta forma teria uma boa indicação. Mas, pelo bom desempenho clínico do cimento ionomérico, devido às suas propriedades já amplamente citadas e reconhecidas pela literatura científica; potencializado pela ação antimicrobiana da própolis, este material associado, também poderia ser indicado em dentes posteriores e áreas onde a estética não é fundamental, ou seja, onde a exigência estética é bem menor.

O cimento convencional KF, foi utilizado como controle em nosso experimento e avaliado nas três propriedades estudadas.

O KF demonstrou uma das menores médias de sorção o que demonstra maior estabilidade. Em comparação aos CIVs para ART puros apresentou-se de forma similar ao KM e inferior ao C. Quando associado à própolis, independente da forma, apresentou maior sorção tal qual aos demais CIVs. Este comportamento reflete que a inserção da própolis, nas formas avaliadas, contribui no aumento da sorção que, se controlada, não limita sua indicação.

Na solubilidade o KF demonstrou média alta, bem como sua associação às duas formas de própolis avaliadas, em comparação a todos os demais materiais e associações. Sendo assim, este material parece ser menos favorável quando indicado comparativamente aos CIVs indicados para ART estudados neste trabalho.

Na análise de Resistência à Tração Diametral, o KF juntamente com C, apresentou-se com a maior resistência, o que é um bom indicativo. Não apresentou nenhuma diferença aos demais grupos, puros ou associados, o que indica uma boa expectativa de sua utilização.

Portanto, concluímos que os CIVs indicados para o tratamento restaurador atraumático, demonstraram na propriedade de sorção, representado pelo KM,



desempenho igual ao controle KF; na solubilidade o KM e C foram menos solúveis que o controle; na RTD o C demonstrou média igual ao KF e este controle, média igual ao KM. Nas associações com a própolis o KFE demonstrou maior proximidade com KF na sorção; o KFL, KFE, KME, CE, maior proximidade com KF e sem diferença estatística na solubilidade; na RTD todos os cimentos associados são iguais estatisticamente com KF. Com base nestes resultados, verificamos a possibilidade de utilização no aspecto clínico, dos cimentos ionoméricos na forma pura e adicionada da própolis.

Portanto, a adição da própolis ao cimento de ionômero de vidro nos traz uma grande esperança, como mais um recurso, no controle da doença cárie, na preservação de estruturas dentárias, na inclusão de populações que estão distantes das soluções disponíveis pela Odontologia, por carência econômica ou por limitações físicas, mentais ou até territoriais.

A própolis utilizada em nosso trabalho foi a própolis verde, que passou por análise química apurada em sua composição, pelo processo de tipificação, que é a identificação de seus compostos bioativos nas amostras padronizadas (MARCUCCI, 2000). A própolis apresenta origem variada e composição muito complexa devido à grande diversidade da flora brasileira que é refletida na riqueza de compostos (PARK; ALENCAR; AGUIAR, 2002; TEIXEIRA et al., 2005). Somente após sua tipificação é que sua utilização se torna possível. Esta análise é realizada através de métodos específicos, como a técnica de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). É de fundamental importância que a própolis bruta seja tipificada, porque é desta forma que são revelados seus compostos em sua composição (MARCUCCI, 1995, 2000). Como a própolis demonstra propriedades biológicas diversas, como ação antimicrobiana, antiinflamatória, anestésica, cicatrizante e outras, sabe-se que estas ações são representadas por compostos bem específicos. Estes componentes são diversos e apresentam funções variadas, variam em qualidade e quantidade, para cada amostra bruta de própolis. É importante conhecer quais compostos estão presentes na amostra natural da própolis, para que a ação desejada dentro da indicação específica, traga resultados esperados.

Diante dos resultados apresentados, a combinação do cimento de ionômero de vidro à própolis, apesar de promissora, ainda requer maiores investigações em relação à adesão, liberação de flúor, resistência à compressão, dureza, resistência ao desgaste, porosidade, resistência à fratura, tempo de presa, como também

avaliação de outras propriedades inerentes aos cimentos ionoméricos e ainda os experimentos *in vivo*, seriam extremamente importantes. Somente após este investimento em novas análises clínicas e laboratoriais é que seria possível sua utilização clínica. Há uma expectativa positiva para que em um breve espaço de tempo, este recurso tão simples e eficiente seja uma realidade a todos.

## 7 CONCLUSÕES

Com base nos resultados desta pesquisa e de acordo com a metodologia utilizada, pode-se concluir que:

1. Os CIVs associados à própolis apresentaram maiores médias de **sorção** quando comparados com seus respectivos grupos controles ( $p < 0,05$ ). Portanto, rejeita-se  $H_0$ .
2. O efeito da adição da própolis aos diferentes CIVs foi material-dependente, afetando o ChemFlex e o Ketac Molar Easymix na **solubilidade**. Portanto, aceita-se  $H_0$ , parcialmente.
3. O efeito da adição da própolis aos diferentes CIVs foi material-dependente, afetando apenas o ChemFlex de forma a reduzir a **RTD**. Portanto, aceita-se  $H_0$ , parcialmente.

## REFERÊNCIAS

- ABU-BAKR, N. et al. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 84, n. 4, p. 444-452, Oct. 2000.
- ALMEIDA, E. C. D. E.; MENEZES, H. Anti-inflammatory activity of propolis extracts: a review. **Journal of Venomous Animals and Toxins**, Botucatu, v. 8, n. 2, p. 191-212, 2002.
- ALMEIDA, R. V. D. et al. Efeito clínico de solução anti-septica à base de própolis em crianças cáries ativas. **Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada**, João Pessoa, v. 6, n. 1, p. 87-92, jan./abr. 2006.
- AL-SHAHER, A. et al. Effect of propolis on human fibroblasts from the pulp and periodontal ligament. **Journal of Endodontics**, Baltimore, v. 30, n. 5, p. 359-361, May 2004.
- AMARAL, M. T.; GUEDES-PINTO, A. C.; CHEVITARESE, O. Effects of a glass-ionomer cement on the remineralization of occlusal caries – an *in situ* study. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 20, n. 2, p. 91-96, Apr./June 2006.
- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION (ADA). Council on Dental Material. Specification nº 27 for direct filling resins. **Journal of the American Dental Association**, Chicago, v. 94, n. 6, p. 1191-1194, June 1977.
- ARATANI, M. et al. Compressive strength of resin-modified glass ionomer restorative material: effect of p/l ratio and storage time. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 13, n. 4, p. 1-8, Oct./Dec. 2005.
- BANKOVA V. Recent trends and important developments in propolis research. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 29-32, Mar. 2005a.
- BANKOVA V. Chemical diversity of propolis and the problem of standardization. **Journal of Ethnopharmacology**, Lausanne, v. 100, n. 1/2, p. 114-117, Aug. 2005b.
- BAPNA, M. S.; MUELLER, H. J. Relative solubilities of hybrid ionomers and compomers by acid impingement. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 26, n. 10, p. 786-790, Oct. 1999.
- BARATA, T. H. E. et al. Influence of different storage solutions on fluoride release from glass ionomer cements. **Salusvita**, Bauru, v. 23, n. 3, p. 453-464, 2004.
- BEIRUTI, N.; FRENCKEN, J. E.; MULDER, J. Comparison between two glass-ionomer sealants placed using finger pressure (ART approach) and a ball burnisher. **American Journal of Dentistry**, San Antonio, v. 19, n. 3, p. 159-162, June 2006.

BRESCIANI, E. Clinical trials with atraumatic restorative treatment (ART) in deciduous and permanent teeth. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. spe., p. 14-19, 2006.

BRESCIANI, E. et al. Compressive and diametral tensile strength of glass ionomer cements. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 12, n. 4, p. 344-8, Oct./Dec. 2004.

BRETZ, W. A. et al. Preliminary report on the effects of propolis on wound healing in the dental pulp. **Zeitschrift für Naturforschung**, Tübingen, v. 53, n. 11/12, p. 1045-1048, Nov./Dec. 1998.

BRYANT, R. W.; MAHLER, D. B. Volumetric contraction in some tooth-coloured restorative materials. **Australian Dental Journal**, Sydney, v. 52, n. 2, p. 112-117, June 2007.

CALDAS JÚNIOR, A. F.; SILVEIRA, R. C. J.; MARCENES, W. The impact of restorative treatment on tooth loss prevention. **Pesquisa Odontológica Brasileira**, v. 17, n. 2, p. 166-170, Apr./June 2003.

CATTANI-LORENTE, M. A. et al. Effect of water on the physical properties of resin-modified glass ionomer cements. **Dental Materials**, Kidlington, v. 15, n. 1, p. 71-78, Jan. 1999.

CATTANI-LORENTE, M. A.; GODIN, C.; MEYER, J. M. Mechanical behavior of glass ionomer cements affected by long-term storage in water. **Dental Materials**, Kidlington, v. 10, n. 1, p. 37-44, Jan. 1994.

CEFALY, D. F. G. et al. Effect of Time on the Diametral Tensile Strength of Resin-Modified Restorative Glass Ionomer Cements and Compomer. **Brazilian Dental Journal**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 201-204, 2001.

CEFALY, D. F. G. et al. Diametral tensile strength and water sorption of glass-ionomer cements used in Atraumatic Restorative Treatment. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 11, n. 2, p. 96-101, Apr./June 2003.

CEFALY, D. F. G. et al. Clinical evaluation of multisurface ART restorations. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 13, n. 1, p. 15-19, Jan./Mar. 2005.

CEFALY, D. F. G. et al. Three-year evaluation of the ART approach in class III and V restorations in permanent anterior teeth. **Caries Research**, Basel, v. 40, n. 5, p. 389-392, 2006a.

CEFALY, D. F. G. et al. Water sorption of resin-modified glass-ionomer cements photoactivated with LED. **Brazilian Oral Research**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 342-6, Oct./Dec. 2006b.

COIMBRA, L. R. et al. Citotoxicidade de cimentos de ionômero de vidro restauradores sobre células de linhagem odontoblástica. **Revista Odonto Ciência**, Porto Alegre, v. 21, n. 54, p. 338-345, out./dez. 2006.

CORRÊA, L. G. P.; OGASAWARA, T. Estudos comparativos de alguns cimentos ionoméricos convencionais. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 3, p. 297-305, jul./set. 2006.

DAVIDSON, C. L. Advances in glass-ionomer cements. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. spe., p. 3-9, 2006.

DUARTE, S. et al. Effect of a novel type of propolis and its chemical fractions on glucosyltransferases and on growth and adherence of mutans streptococci. **Biological and Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 26, n. 4, p. 527-531, Apr. 2003.

DUQUE, C. et al. Inhibitory activity of glass-ionomer cements on cariogenic bacteria. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 30, n. 5, p. 636-640, Sept./Oct. 2005.

FABRE, H. S. C. et al. Water sorption and solubility of dentin bonding agents light-cured with different light sources. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 35, n. 3, p. 253-258, Mar. 2007.

FERNANDES JÚNIOR, A. et al. Antimicrobial activity of *Apis mellifera* propolis from three regions of Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p. 294-297, jan./fev. 2006.

FERREIRA, F. B. A. et al. Antimicrobial evaluation of endodontic treatment in dog's teeth. **Journal of Dental Research**, Chicago, v. 83, n. spe., 2004. CD-ROM

FERREIRA, F. B. A. et al. Antimicrobial effect of propolis and other substances against selected endodontic pathogens. **Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontics**, St. Louis, 2007 (*in press*).

FERREIRA, F. D. E. M. et al. Performance of brazilian and imported glass ionomer cements used in atraumatic restorative treatment (ART) regarding microleakage in primary molars. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. 5, p. 312-8, Sept./Oct. 2006.

FERREIRA, H. C.; REGO, M. A. Avaliação *in vitro* de propriedades físico-químicas de cimentos de ionômero de vidro convencionais, após adição de própolis e antibióticos. **Ciência Odontológica Brasileira**, São José dos Campos, v. 9, n. 1, p. 38-46, jan./mar. 2006.

FRENCKEN, J. E. et al. Atraumatic Restorative Treatment (ART): rationale, technique, and development. **Journal of Public Health Dentistry**, v. 56, n. 3, p. 135-140, Sept. 1996.

FRENCKEN, J. E. et al. Three-year survival of one-surface ART restorations and glass-ionomer sealants in a school oral health programme in Zimbabwe. **Caries Research**, Basel, v. 32, n. 2, p. 119-126, 1998.

FRENCKEN, J. E. et al. Effectiveness of single-surface ART restorations in the permanent dentition: a meta-analysis. **Journal of Dental Research**, Alexandria, v. 83, n. 2, p. 120-123, Feb. 2004.

- GARCIA, R. C. et al. Efeito do extrato alcoólico de própolis sobre a *Pasteurella multocida* "in vitro" e em coelhos. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**, Maringá, v. 26, n. 1, p. 69-77, 2004.
- GARIB, T. M.; ROSA, O. P. S.; ROCHA, R. S. S. Ação antimicrobiana de ionômeros de vidro restauradores. **Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru**, Bauru, v. 1, n. 1/4, p. 1-5, jan./dez. 1993.
- GEMALMAZ, D. et al. Effect of early water contact on solubility of glass ionomer luting cements. **Journal of Prosthetic Dentistry**, St. Louis, v. 80, n. 4, p. 474-478, Oct. 1998.
- GERDULLO, M. L. et al. Compressive and diametral tensile strength of three glass ionomer luting cements. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 9, n. 1, p. 17-22, jan./mar. 1995.
- GHISALBERTI, E. L. Propolis: a review. **Bee World**, Cardiff, v. 60, n. 2, p. 59-84, 1979.
- GRANGE, J. M.; DAVEY, R. W. Antibacterial properties of propolis (bee glue). **Journal of the Royal Society of Medicine**, London, v. 83, n. 3, p. 159-160, Mar. 1990.
- HEWLETT, E. R.; MOUNT, G. J. Glass ionomers in contemporary restorative dentistry – a clinical update. **Journal of the California Dental Association**, San Francisco, v. 31, n. 6, p. 483-492, June 2003.
- IKENO, K.; IKENO, T.; MIYAZAWA, C. Effects of propolis on dental caries in rats. **Caries Research**, Basel, v. 25, n. 5, p. 347-351, 1991.
- INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION (ISO). **Dentistry-resin based filling materials - ISO 4049**: 1988 (E). Geneva, 1988.
- KERBY, R. E.; KNOBLOCH, L. Strength characteristics of glass-ionomer cements. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 17, n. 5, p. 170-174, Sept./Oct. 1992.
- KOO, H. et al. In vitro antimicrobial activity of propolis and *Arnica montana* against oral pathogens. **Archives of Oral Biology**, Oxford, v. 45, n. 2, p. 141-148, Feb. 2000a.
- KOO, H. et al. Effect of a new variety of *Apis mellifera* propolis on mutans streptococci. **Current Microbiology**, New York, v. 41, n. 3, p. 192-196, Sept. 2000b.
- KOO, H. et al. Effects of compounds found in propolis on streptococcus mutans growth and on glucosyltransferase activity. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, Washington, v. 46, n. 5, p. 1302-1309, May 2002.
- LEITÃO, D. P. D. A. S. et al. Comparative evaluation of *in-vitro* effects of brazilian green propolis and *Baccharis dracunculifolia* extracts on cariogenic factors of *Streptococcus mutans*. **Biological & Pharmaceutical Bulletin**, Tokyo, v. 27, n. 11, p. 1834-1839, Nov. 2004.

MALACARNE, J. et al. Water sorption/solubility of dental adhesive resins. **Dental Materials**, Kidlington, v. 22, n. 10, p. 973-980, Oct. 2006.

MANARA, L. R. B. et al. Utilização da própolis em Odontologia. **Revista da Faculdade de Odontologia de Bauru**, Bauru, v. 7, n. 3/4, 15-20, jul./dez. 1999.

MARCUCCI, M. C. Propolis: chemical composition, biological properties and therapeutic activity. **Apidologie**, Les Ulis, v. 26, n. 2, p. 83-99, 1995.

MARCUCCI, M. C. **Processo de identificação de tipagens da própolis brasileira**. INPI n. PI 0006272-3, 22 dez. 2000 (Depósito), 16 ago. 2002 (Concessão).

MCLEAN, J. W. Clinical applications of glass-ionomer cements. **Operative Dentistry**, Seattle, suppl. 5, p. 184-190, 1992a.

MCLEAN, J. W. The clinical use of glass-ionomer cements. **Dental Clinics of North America**, Philadelphia, v. 36, n. 3, p. 693-711, Jul. 1992b.

MEDEIROS, I. S. et al. Diametral tensile strength and Vickers hardness of a composite after storage in different solutions. **Journal of Oral Science**, Tokyo, v. 49, n. 1, p. 61-66, Mar. 2007.

MICKENAUTSCH, S.; GROSSMAN, E. Atraumatic restorative treatment (ART) – factors affecting success. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. spe., p. 34-36, 2006.

MIRZOEVA, O. K.; GRISHANIN, R. N.; CALDER, P. C. Antimicrobial action of propolis and some of its components: the effects on growth, membrane potential and motility of bacteria. **Microbiological Research**, Jena, v. 152, n. 3, p. 239-246, Sept. 1997.

MJÖR, I. A.; GORDAN, V. V. A review of atraumatic restorative treatment (ART). **International Dental Journal**, London, v. 49, p. 127-131, June 1999.

MORTIER, E. et al. Importance of water sorption and solubility studies for couple bonding agent – resin-based filling material. **Operative Dentistry**, Seattle, v. 29, n. 6, p. 669-676, Nov./Dec. 2004.

MUSANJE, L.; SHU, M.; DARVELL, B. W. Water sorption and mechanical behavior of cosmetic direct restorative materials in artificial saliva. **Dental Materials**, Kidlington, v. 17, n. 5, p. 394-401, Sept. 2001.

NAVARRO, M. F. L. et al. Tratamento restaurador atraumático (ART) e o Programa de Saúde da Família. **Biodonto**, v. 2, n. 4, p. 9-99, jul./ago. 2004.

NAVARRO, M. F. L.; PASCOTTO, R. C. **Cimentos de ionômero de vidro: aplicações clínicas em Odontologia**. São Paulo: Artes Médicas, 1998.

NICHOLSON, J. W.; MCLEAN, J. W. A preliminary report on the effect of storage in water on the properties of commercial light-cured glass-ionomer cements. **British Dental Journal**, London, v. 173, n. 3, p. 98-101, Aug. 1992.



ÖRTENGREN, U. et al. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 28, n. 12, p. 1106-1115, Dec. 2001a.

ÖRTENGREN, U. et al. Influence of pH and storage time on the sorption and solubility behaviour of three composite resin materials. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 29, n. 1, p. 35-41, Jan. 2001b.

PARK, Y. K. et al. Antimicrobial activity of propolis on oral microorganisms. **Current Microbiology**, New York, v. 36, n. 1, p. 24-28, Jan. 1998.

PARK, Y. K. et al. Chemical constituents in *Baccharis dracunculifolia* as the main botanical origin of southeastern brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 5, p. 1100-1103, Mar. 2004.

PARK, Y. K.; ALENCAR, S. M.; AGUIAR, C. L. Botanical origin and chemical composition of brazilian propolis. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, n. 9, p. 2502-2506, Apr. 2002.

PEEZ, R.; FRANK, S. The physical-mechanical performance of the new Ketac Molar Easy mix compared to commercially available glass ionomer restoratives. **Journal of Dentistry**, Bristol, v. 34, n. 8, p. 582-587, Sept. 2006.

PEREIRA, A. S.; SEIXAS, F. R. M. S.; AQUINO NETO, F. R. Própolis: 100 anos de pesquisa e suas perspectivas futuras. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 321-326, abr./maio 2002.

PINHEIRO, S. L.; SIMIONATO, M. R. L.; ODA, M. Atividade antimicrobiana *in vitro* dos cimentos de ionômeros de vidro associados à própolis ou antibióticos. **Revista da Associação Paulista de Cirurgiões Dentista**, São Paulo, v. 57, n. 3, p. 215-219, 2003.

RABELLO, T. Research proposal: evaluation of the ART approach in elderly patients. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. spe., p. 30-3, 2006.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. Princípios básicos para a caracterização dos materiais. In: \_\_\_\_\_. **Materiais dentários restauradores diretos: dos fundamentos à aplicação clínica**. São Paulo: Santos, 2007. Cap. 1, p. 1-32.

REIS, A.; LOGUERCIO, A. D. Cimento de ionômero de vida convencional 8 - materiais híbridos. In: \_\_\_\_\_. **Materiais dentários restauradores diretos: dos fundamentos à aplicação clínica**. São Paulo: Santos, 2007. Cap. 7, p. 217-251.

REZENDE, G. P. da S. R. de; PIMENTA, F. C.; COSTA, L. R. de R. S. da. Antimicrobial activity of two brazilian commercial propolis extracts. **Brazilian Journal of Oral Science**, Piracicaba, v. 5, n. 16, p. 967-970, 2006.

SABIR, A. et al. Histological analysis of rat dental pulp tissue capped with propolis. **Journal of Oral Science**, Tokyo, v. 47, n. 3, p. 135-138, Sept. 2005.

SALATINO, A. et al. Origin and chemical variation of brazilian propolis. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 33-38, Mar. 2005.

SAMET, N. et al. The effect of bee propolis on recurrent aphthous stomatitis: a pilot study. **Clinical Oral Investigations**, Berlin, v. 11, n. 2, p 143-147, June 2007.

SOSNOWSKI, Z. M. **Method for extracting propolis and water soluble dry propolis powder**. US Patent nº 4382886. 13 April 1981, 10 May 1983.

SOUZA, E. M. et al. Clinical evaluation of the ART technique using high density and resin-modified glass ionomer cements. **Oral Health & Preventive Dentistry**, New Malden, v. 1, n. 3, p. 201-7, 2003.

SWERTS, M. S. O. et al. Atividade antimicrobiana da própolis sobre bactérias bucais. **JBE - Jornal Brasileiro de Endo/Perio**, Curitiba, v. 3, n. 10, p. 256-261, 2002.

TEIXEIRA, É. W. et al. Plant origin of green propolis: bee behavior, plant anatomy and chemistry. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 2, n. 1, p. 85-92, Mar. 2005.

TERADA, R. S. S. et al. *In vitro* fluoride release from glass-ionomer cements and other materials. **Revista de Odontologia da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 12, n. 1, p. 81-89, jan./mar. 1998.

TOZZO, A. C. **Avaliação da efetividade antimicrobiana de cimentos de ionômero de vidro acrescidos de própolis**. 2006. Dissertação (Mestrado em Odontologia) – Universidade Norte do Paraná, Londrina.

TRUSHEVA, B. et al. Bioactive constituents of brazilian red propolis. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, Oxford, v. 3, n. 2, p. 249-254, June 2006.

TYAS, M. J. Clinical evaluation of glass-ionomer cement restorations. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. spe., p. 10-3, 2006.

VARGAS, A. C. D. E. et al. Atividade antimicrobiana “in Vitro” de extrato alcoólico de própolis. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 1, p. 159-163, jan./fev. 2004.

VERMEERSCH, G. et al. Antibacterial activity of glass-ionomer cements, compomers and resin composites: relationship between acidity and material setting phase. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 32, n. 5, p. 368-374, May 2005.

VIEIRA, A. L. F. et al. Evaluation of glass ionomer sealants placed according to the ART approach in a community with high caries experience: 1-year follow-up. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, n. 4, p. 270-275, July/Aug. 2006.

VIEIRA, I. M. et al. The glass ionomer cement in dentistry. **Revista Saúde.com**, Jequié, v. 2, n. 1, p. 75-84, 2006.

WANG, L. et al. Mechanical properties of dental restorative materials: relative contribution of laboratory tests. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 162-7, July/Sept. 2003.

WANG, L. et al. Evaluation of class I ART restorations in brazilian schoolchildren: three-year results. **Special Care in Dentistry**, Chicago, v. 24, n. 1, p. 28-33, Jan./Feb. 2004.

WEERHEIJM, K. L. et al. Bacterial counts in carious dentine under restorations: 2-year *in vivo* effects. **Caries Research**, Basel, v. 33, n. 2, p. 130-134, 1999.

WILLIAMS, J. A.; BILLINGTON, R. W.; PEARSON, G. J. The comparative strengths of commercial glass-ionomer cements with and without metal additions. **Dental Materials**, Kidlington, v. 172, n. 7, p. 279-282, Apr. 1992.

WILSON, A. D.; KENT, B. E. The glass-ionomer cement, a new translucent dental filling material. **Journal of Applied Chemistry and Biotechnology**, London, v. 21, p. 313, Nov. 1971.

XIE, D. et al. Mechanical properties and microstructures of glass-ionomer cements. **Dental Materials**, Kidlington, v. 16, n. 2, p. 129-138, Mar. 2000.

YAMAN, S. D. et al. *In vitro* inhibition of caries-like lesions with fluoride-releasing materials. **Journal of Oral Science**, Tokyo, v. 46, n. 1, p. 45-50, Mar. 2004.

YAP, A. U. J.; CHEANG, P. H. N.; CHAY, P. L. Mechanical properties of two restorative reinforced glass-ionomer cements. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 29, n. 7, p. 682-688, July 2002.

YAP, A. U. J.; PEK, Y. S.; CHEANG, P. Physico-mechanical properties of a fast-set highly viscous GIC restorative. **Journal of Oral Rehabilitation**, Oxford, v. 30, n.1, p. 1-8, Jan. 2003.

YIU, C. K. Y. et al. Interaction of glass-ionomer cements with moist dentin. **Journal of Dental Research**, Alexandria, v. 83, n. 4, p. 283-289, Apr. 2004.

ZANATA, R. L. Research proposal: evaluation of ART in adult patients. **Journal of Applied Oral Science**, Bauru, v. 14, p. spe., p. 25-9, 2006.

## **ANEXO**

## ANEXO A

Quantidade em mg/g de cada composto identificado por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) da própolis bruta estudada.

No.	Composto	Amostra BRP1
1	Ácido 2,2-dimetil-8-prenil-2H-1-benzopiran-6-propenóico	12,61
2	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico (ARTEPILLIN C®)	29,50
3	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 1)	0,94
4	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 2)	2,52
5	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 3)	1,21
6	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 4)	0,98
7	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 5)	1,34
8	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 6)	1,37
9	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 7)	6,37
10	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 8)	3,55
11	Ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico* (derivado 9)	0,41
12	Ácido 3-prenil-4-hidroxicinâmico	6,51
13	Ácido cafeico	1,70
14	Ácido cafeoilquínico 1**	2,58
15	Ácido cafeoilquínico 1**	1,05
16	Ácido cafeoilquínico 1**	10,16
17	Ácido cafeoilquínico 1**	16,34
18	Ácido cafeoilquínico 1**	0,83
19	Ácido cinâmico*** (derivado 1)	9,33
20	Ácido cinâmico*** (derivado 1)	2,35
21	Ácido cinâmico*** (derivado 1)	65,05
22	Ácido p-cumárico	14,56
23	Canferide	21,88
24	Canferol	2,51
25	Pinobanksina	33,21
<b>Total (em mg/g de própolis bruta)</b>		<b>254,57</b>
<b>Total (%) (m/m)</b>		<b>25,46</b>

\* Mesmo espectro UV do ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico, com diferentes tempos de retenção. Expresso em ácido 3,5-diprenil-4-hidroxicinâmico.

\*\* Mesmo espectro UV do ácido cafeico, com diferentes tempos de retenção. Expresso em ácido cafeico.

\*\*\* Mesmo espectro UV do ácido cinâmico, com diferentes tempos de retenção. Expresso em ácido cinâmico.

**Fonte:** Marcucci (2000).