

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

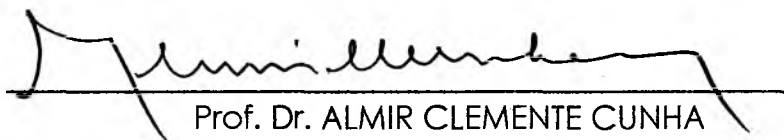
**CIMENTOS DE HIDRÓXIDO DE CÁLCIO:
ESTUDO DA SOLUBILIDADE E ALTERAÇÕES DE SUPERFÍCIE
PROVOCADAS PELO ÁCIDO FOSFÓRICO**

Dissertação apresentada ao curso de PÓS-GRADUAÇÃO em ODONTOLOGIA, OPÇÃO ODONTOPEDIATRIA, da Universidade Federal de Santa Catarina, para obtenção do título de Mestre em Odontologia, área de concentração em Odontopediatria.


ANDRÉA LUIZA SNEL

FLORIANÓPOLIS, 1992

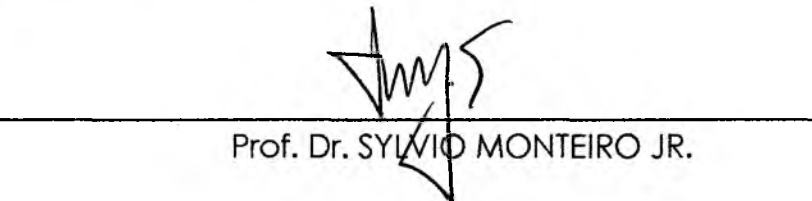
ESTA DISSERTAÇÃO FOI JULGADA ADEQUADA PARA A
OBTENÇÃO DO TÍTULO DE "MESTRE EM ODONTOLOGIA", ÁREA DE
CONCENTRAÇÃO EM ODONTOPEDIATRIA, APRESENTADA PERANTE
A BANCA EXAMINADORA COMPOSTA POR:



Prof. Dr. ALMIR CLEMENTE CUNHA
ORIENTADOR



Prof. Dr. ROGÉRIO HENRIQUE HILDEBRAND DA SILVA



Prof. Dr. SYLVIO MONTEIRO JR.



Prof. Dr. PAULO RENATO CORRÊA GLAVAM
- COORDENADOR DO CURSO -

"Gosto que haja dificuldades em minha vida,
pois quero e espero superá-las.
Sem obstáculos não haveria nem esforço,
nem luta e a vida seria insípida".

Kahlil Gibran.

Aos meus pais, com quem aprendi que

o estudo é um dos bens inalienáveis do ser humano,

dedico, com amor, este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu professor orientador, Dr. Almir Clemente Cunha, pela amizade e dedicação constantes, apoio e experiência transmitidos ao longo da elaboração deste trabalho.

Às firmas: Sybron Kerr, Caulk-Dentsply, S.S. White e Inodon, pelo fornecimento gratuito dos materiais utilizados na pesquisa.

Ao professor Washington Portela de Souza, pela colaboração na metodologia da parte experimental do trabalho.

Ao professor José Francisco Danilo de Guadalupe Corrêa Fletes, pela elaboração dos dados estatísticos do trabalho.

Ao professor Lúcio José Botelho, pelo esclarecimento de dados estatísticos.

À professora Liene Campos pela orientação e revisão da parte técnica do documento.

A todos os professores do curso de Pós-Graduação em Odontologia, opção Odontopediatria, pelo ensinamento e experiência transmitidos ao longo do curso.

Aos funcionários do Curso de Pós-Graduação em Odontologia, opção Odontopediatria, pela colaboração e amizade sempre demonstradas.

À funcionária Magda Lange Ramos, pela colaboração na localização de artigos e referências bibliográficas.

Ao professor Luís Henrique Prates, pela colaboração na confecção dos corpos de prova e "slides" utilizados na apresentação deste trabalho.

Ao professor Gilberto Arcari, pelo auxílio na confecção dos "slides" usados na apresentação deste trabalho.

Ao professor Sigurd Gernot Schinke, pela tradução de diversos artigos e datilografia do documento.

À professora Juliana Alles de Camargo de Souza, pela revisão do vernáculo.

LISTA DE TABELAS

1 - MATERIAIS PESQUISADOS.....	25
2 - RESULTADOS DA PESAGEM DOS C.P.....	31
3 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE STUDENT PARA AS MÉDIAS DE PESAGEM DOS MATERIAIS ANTES E APÓS A AÇÃO DO ÁCIDO FOSFÓRICO A 37 %, POR UM MINUTO	32
4 - CONTRASTES DE MÉDIAS DE PESAGEM ENTRE MATERIAIS (C.P.) APÓS O ATAQUE ÁCIDO.....	33
5 - MÉDIA DE PESO E PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO DOS CIMENTOS ESTUDADOS.....	34
6 - MÉDIAS DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL DOS C.P.....	35
7 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE STUDENT ENTRE MÉDIAS DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL INICIAL E FINAL DOS C.P. DOS MATERIAIS PESQUISADOS.....	36
8 - CONTRASTE DE MÉDIAS DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE MATERIAIS, APÓS O EFEITO ÁCIDO.....	37
9 - PORCENTAGEM DE CÁLCIO ENCONTRADA NOS C.P. ANTES DO ATAQUE ÁCIDO - CONDIÇÃO A.....	38
10 - PORCENTAGEM DE CÁLCIO DETECTADO NA SOLUÇÃO ÁCIDA APÓS UM MINUTO - CONDIÇÃO B.....	38
11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS DADOS DE PORCENTAGEM DE PERDA DE CÁLCIO DOS CIMENTOS TESTADOS.....	39
12 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE TUCKEY (5 %) ENTRE AS MÉDIAS DOS MATERIAIS TESTADOS	40

RESUMO

Foram avaliadas a solubilidade e as alterações de superfície de seis cimentos à base de hidróxido de cálcio quando atacados por solução de ácido fosfórico a 37 % pelo tempo de um minuto pelos métodos: diferença de peso, rugosidade superficial e através da espectrofotometria por absorção atômica. Todos os materiais testados sofreram perda de substância estatisticamente significativa após o tratamento com o ácido e a dissolução dos materiais variou de 0,05 % para o material que menos se desintegrou até 5,71 % para o que sofreu a maior desintegração. A rugosidade observada na superfície dos materiais não foi significativa para o cimento **Renew Light** e foi estatisticamente significativa, em ordem crescente, para os cimentos **Hydro C**, **Dycal F.A. II**, **Protocal**, **Pickav** e **Life**. Os resultados das análises com o espectrofotômetro revelaram que a quantidade de cálcio presente nos cimentos examinados variou de 4,90 % a 18,0 % e que a ação do ácido provocou solubilidade de cálcio na ordem de 0,0043 % até 0,026 % para os mesmos materiais. O cimento **Protocal** apresentou, em proporção, a menor perda de cálcio, seguido dos produtos **Hydro C**, **Dycal F.A. II**, **Life**, **Renew Light** e **Pickav**. Os três métodos de análise utilizados permitiram avaliar a ação do ácido fosfórico sobre a superfície dos cimentos à base de hidróxido de cálcio testados.

ABSTRACT

The solubility and surface alterations of six cements based on calcium hydroxide were evaluated after the attack by phosphoric acid solutions at 37 % during one minute by the following methods : weight difference , surface rugosity and by atomic absorption spectro-photometry. All tested materials suffered statistically significant losses of material after acid treatment and the dissolution of material varied from 0.05 % for the less attacked up to 5.71 % for the most desintegrated. The observed surface rugosity was not significant for the cement **Renew Light** and was statistically significant , in growing order for the cements **Hydro C**, **Dycal F.A.II** , **Protocal**, **Pickav** and **Life** . The spectro-photometric analyses revealed that the calcium quantity present in the examined cements varied from 4.9 % up to 18 % and that the action of the acid triggered calcium solubilities in the order of 0.0043 % up to 0.026 % for the same materials. **Protocal** cement presented the smallest calcium loss , in proportion , followed by the products **Hydro C**, **Dycal F.A.II** , **Life** , **Renew Light** and **Pickav**. The three methods used allowed to evaluate the action of phosphoric acid on cement surfaces, based on calcium hydroxide.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Löslichkeit und die Oberflächenveränderungen von sechs Zementen auf Kalziumhydroxydbasis unter dem Angriff von 37% Phosphorsäure während einer Minute wurden untersucht mit den Methoden: Gewichts-differenz, Oberflächenrauhigkeit und durch atomische Absorptionsspektrophotometrie. Alle untersuchten Materialien erlitten einen statistisch bedeutsamen Substanzverlust nach der Säurebehandlung. Der Schwund ergab Werte von 0,05 % für das am wenigsten angegriffene Material bis zu einem Höchstwert von 5,71 % . Die Oberflächenrauhigkeit war unbedeutend für den Zement **Renew Light** und war statistisch bedeutend , in wachsender Ordnung, für die Zemente **Hydro C**, **Dycal F.A.II**, **Protocal**, **Pickav** und **Life**. Die spektrophotometrischen Analysen ergaben einen Kalziumanteil, der von 4,9% bis 18 % schwankte. Der Säureangriff ergab eine Kalziumlöslichkeit von 0,0043 % bis 0,026 % für dieselben Materialien. Der Zement **Protocal** zeigte, im Verhältnis , den geringsten Kalziumverlust, gefolgt von den Produkten **Hydro C**, **Dycal F.A.II**, **Life**, **Renew Light** und **Pickav**. Die drei Methoden erlaubten den Phosphorsäureangriff der Oberfläche der getesteten Zemente auf Basis von Kalziumhydroxyd zu bewerten.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	vii
ABSTRACT/ZUSAMMENFASSUNG	viii

CAPÍTULO I

1 - INTRODUÇÃO	1
-----------------------------	---

CAPÍTULO II

2 - REVISÃO DA LITERATURA	7
--	---

CAPÍTULO III

3 - PROPOSIÇÃO	24
-----------------------------	----

CAPÍTULO IV

4 - MATERIAIS, DISPOSITIVOS, APARELHOS E MÉTODOS DE TRABALHO	25
4.1 - MATERIAIS.....	25
4.2 - DISPOSITIVOS.....	26
4.3 - APARELHOS.....	26
4.4 - MÉTODOS DE TRABALHO.....	27
4.4.1 - Confeção dos corpos de prova.....	27
4.4.2 - Pesagem inicial e rugosidade superficial inicial dos C.P.....	28
4.4.3 - Ataque ácido e pesagem final.....	28
4.4.4 - Verificação da rugosidade superficial final.....	29
4.4.5 - Análise das soluções ácidas.....	29
4.4.6 - Amostragem dos C.P. e planejamento do trabalho.....	30

CAPÍTULO V

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5.1 - RESULTADOS.....	31
5.1.1 - Resultados dos testes de solubilidade por diferença de peso.....	31
5.1.2 - Resultados dos testes de rugosidade superficial.....	35
5.1.3 - Resultados dos testes de detecção de cálcio por espectrofotometria por absorção atômica.....	37
5.2 - DISCUSSÃO.....	40

CAPÍTULO VI

6-CONCLUSÕES.....	45
6.1 - Em relação aos métodos estudados.....	45
6.2 - Em relação ao método de perda de peso.....	45
6.3 -Em relação às alterações de superfície.....	46
6.4 - Em relação à detecção de cálcio por espectrofotometria por absorção atômica.....	46

CAPÍTULO VII

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
--	-----------

ANEXOS.....	55
--------------------	-----------

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

1- INTRODUÇÃO

O hidróxido de cálcio é hoje usado em quase todas as clínicas odontológicas e nas mais diversas modalidades de tratamento e o seu aproveitamento terapêutico é considerado uma das inovações no campo da Odontologia de nosso século . Muitas vezes, encontra-se na literatura a menção de que o hidróxido de cálcio foi introduzido na Odontologia por B.W. Herrmann , no ano de 1930 ^{1, 57, 84}. De acordo com STAEHLE e KINDLER ⁷⁸, já há muito tempo o "cal" e seu efeito cáustico alcalinizante é conhecido e usado na Medicina e Odontologia para fins terapêuticos. A matéria-prima, o carbonato de cálcio , é um componente essencial da crosta terrestre que aparece muito freqüentemente na natureza como componente principal em cascas de ovo , conchas , casulos de caracóis e corais e já servia como ponto de partida para a obtenção do hidróxido de cálcio desde os tempos antigos . O forno de cal mais antigo de que se tem conhecimento é da época da Babilônia , ao redor de 2450 A.C. Para fins de Medicina Dentária, o hidróxido de cálcio já vem sendo usado por cerca de 2000 anos , mas foi a partir do século XVIII , com a independência da Odontologia , que começou a ser usado com finalidade terapêutica e, antes do século XX, já era usado para o tratamento da sensibilidade dentinária e para restaurações temporárias quando misturado a outros componentes . Para STAEHLE e KINDLER ⁷⁸, a afirmação de que o hidróxido de cálcio teria sido introduzido na Odontologia por Herrmann , em 1930 , só é válida com restrições . O que Herrmann fez foi utilizar o hidróxido de cálcio, pela primeira vez, na **Endodontia** e os resultados de seu trabalho foram tão positivos que o levaram a uma série de pesquisas sobre a maneira de agir e as possibilidades das aplicações do produto .

As composições à base de hidróxido de cálcio constituem um grupo de materiais especialmente heterogêneo , o que faz com que sejam divididas em vários sub-grupos quimicamente definidos facilitando a compreensão de suas propriedades . As **suspensões** de hidróxido de cálcio em água são as composições mais simples do produto , que não toma presa e, quando em contato com a dentina ou o tecido mole , forma um sal . As combinações do hidróxido de cálcio com **verniz** tomam presa às custas da evaporação do solvente do produto e já as **pastas** consistem na combinação de hidróxido de cálcio com óleos , sendo a presa obtida quando , na presença de água , íons de OH^- quebram ligações duplas não saturadas dos óleos. Esse processo é chamado saponificação . Composições à base de hidróxido de cálcio contendo ácidos (como os ésteres salicilato que agem como doadores de prótons) tomam presa devido a uma reação ácido-base que resulta na formação de um sal , constituindo os conhecidos **cimentos** . Finalmente, o hidróxido de cálcio pode ser usado como carga a ser adicionada às resinas e a presa resultando da polimerização da matriz 69,74 .

Os cimentos à base de hidróxido de cálcio surgiram no início de 1960 , da necessidade de que o material tivesse uma maior resistência mecânica após a presa 19 .

Uma das razões mais importantes para se usar forradores à base de hidróxido de cálcio é o seu pH alcalino, responsável por sua atividade biológica 1,70 . Em ambiente aquoso, ocorre a dissociação do hidróxido de cálcio em Ca^{+2} e OH^- . Os íons hidroxila, que com isto entram em solução, são responsáveis pela forte reação alcalina e pelo valor de pH de 12 a 13 . Devido ao seu elevado grau de dissociação , pequenas quantidades de hidróxido de cálcio já podem produzir um meio fortemente básico 78 . Segundo diversos autores , são as suspensões aquosas os produtos à base de hidróxido de cálcio que maior liberação de íons apresentam em contato com líquidos 70,80,81,82 .

Os efeitos alcalinos dos produtos à base de hidróxido de cálcio são os responsáveis diretos por sua ação bacteriostática e pela sua capacidade em estimular o aparecimento de dentina esclerosada e secundária⁹¹. GUIMARÃES e ALLE⁴⁰ relacionaram a presença de fosfatase alcalina ao mecanismo biológico de calcificação induzido pelo hidróxido de cálcio.

A incapacidade da dentina de proteger a polpa contra agentes nocivos é conhecida há tempo^{7,13,20,52,62,63,64,65}. A atividade bacteriana sob o material restaurador pode resultar em sensibilidade aumentada da polpa, inflamação pulpar e cáries secundárias^{9,10,13,15,54}. Até mesmo a placa dental humana em contato com a dentina exposta normal pode provocar reações vasculares e migração de leucócitos no tecido pulpar, na entrada dos túbulos expostos, indicando que a dentina normal, mas com canalículos expostos, não é capaz de proteger a polpa contra agentes nocivos⁸. BERGENHOLTZ e REIT¹⁰ concluíram, a partir de um experimento em macacos, que o tratamento da dentina com hidróxido de cálcio diminui a possibilidade dos componentes bacterianos causarem dano ao tecido pulpar.

Diversos estudos sobre a atividade antimicrobiana do hidróxido de cálcio sobre os estreptococos da dentina cariada têm sido realizados, comprovando a eficácia desses materiais em reduzir a quantidade de microorganismos na dentina infectada^{12,25,27,50,67,80}.

A biocompatibilidade e o grau de proteção que fornecem à polpa, protegendo-a contra estímulos lesivos e atuando como isolantes químicos, elétricos e térmicos são também propriedades importantíssimas dos produtos à base de hidróxido de cálcio, em especial dos cimentos^{19,36,45}. De acordo com STANLEY, GOING e CHAUNCEY⁸³, quando a espessura da dentina remanescente for menor ou igual a 1 mm, é altamente recomendável o uso de uma base de hidróxido de cálcio.

Algumas desvantagens são também encontradas nos cimentos à base de hidróxido de cálcio, quais sejam: apresentam baixa resistência mecânica, sofrem deformação plástica, são enfraquecidos quando expostos à umidade e dissolvem-se em meio ácido ou no caso de ocorrer infiltração marginal¹⁹. Algumas formulações mais recentes, fotoativadas, apresentam maior resistência à compressão, insolubilidade em ácidos e mínima solubilidade em água^{76,84}, contudo, podem aderir-se à resina composta durante a contração de polimerização desta, ocasionando o surgimento de fendas entre o forrador e a dentina⁵⁷.

Os cimentos à base de hidróxido de cálcio estão indicados no capeamento pulpar direto e indireto e no forramento de cavidades médias ou profundas a serem restauradas com silicato, resina composta ou amálgama^{19,70,75}. Alguns autores também sugerem o uso de cimentos de hidróxido de cálcio para cavidades profundas a serem restauradas com ionômero de vidro^{11,70,85}.

Os materiais restauradores permanentes apresentam algumas deficiências, tais como: desidratação da dentina pela retirada de água durante seu endurecimento, penetração na dentina de componentes seus irritantes à polpa e infiltrações em torno da restauração devido à falta de adaptação ou contração de polimerização da resina composta^{22,70}. Para proteger a polpa dessas agressões, um material de base intermediário com boas propriedades seladoras deve ser usado^{22,36,39,68}. A compatibilidade biológica dos cimentos à base de óxido de zinco e eugenol e à base de hidróxido de cálcio em relação à polpa, aliada à sua capacidade de neutralizar agentes tóxicos dos materiais restauradores, tornam-nos preferidos em relação ao cimento de fosfato de zinco³⁶. Bases de óxido de zinco e eugenol, contudo, não devem ser usadas sob resina composta, pois o eugenol é um inibidor da reação de polimerização^{36,38}. Quanto aos cimentos de ionômero de vidro, embora sejam recomendados como materiais de proteção para o complexo dentino-pulpar com nítidas vantagens citadas por alguns autores, como possuir ação bacteriostática por liberar flúor^{21,33,59}, promover união química com esmalte e dentina²¹,

apresentar coeficiente de expansão térmica semelhante ao do dente ²¹ , apresentar elevada resistência à compressão ¹¹ , possuir resistência ao ataque de ácidos fracos ⁵⁹ , ainda assim não superam a principal vantagem dos cimentos de hidróxido de cálcio , que é a biocompatibilidade.

Nos procedimentos restauradores com resina composta, emprega-se , rotineiramente , a técnica do condicionamento ácido do esmalte introduzida por BUONOCORE, em 1955 ¹⁶ . A técnica é amplamente utilizada atualmente e visa a aumentar a retenção do material restaurador à estrutura dental e melhorar as propriedades de selamento marginal das resinas compostas através da formação de microporosidades no esmalte dental ^{4,11,24} . O ácido fosfórico é o mais indicado e largamente usado para o condicionamento do esmalte ⁴ e sua concentração pode variar de 30 a 50 % , tendo sido utilizado por inúmeros autores de forma eficaz ^{4,26,49,63} . Segundo SILVERSTONE ⁶⁶ , o grau de dano na superfície do esmalte aumenta quando diminui a concentração do ácido fosfórico, embora ótima retenção possa ser obtida após tratamento com soluções ácidas cujas concentrações variam de 20 a 50 % , sendo a solução a 30 % o agente mais efetivo entre todas as soluções testadas . Esse menor dano à superfície dental, após tratamento com soluções mais fortes de ácido fosfórico, pode estar relacionado à maior formação de fosfatos de cálcio em função da interação dos produtos de dissolução do esmalte com íons fosfato da solução ácida, inibindo o ataque continuado do ácido ²⁴ .

De acordo com a maioria dos pesquisadores , o tempo de condicionamento ácido do esmalte deverá ser de um minuto ^{26,34,35,49,56} , embora outros autores ⁵³ justifiquem o tempo de dois minutos como ideal , por produzir um padrão de condicionamento mais confiável , mais uniforme .

Diversos autores ^{52,65} provaram , à base de estudos histológicos , que a aplicação de ácido fosfórico sobre a dentina conduz à irritação da polpa , o que é rebatido , atualmente , em outros estudos ^{37,46,48} . Contudo, outros pesquisadores ^{2,58,63,94} comprovaram o aumento na permeabilidade dentinária após a técnica do ataque ácido e as implicações que daí decorrem.

Este trabalho não objetiva, contudo, avaliar os efeitos que o ácido acarreta na dentina nem as conseqüências deste procedimento sobre a polpa. Tais informações foram apenas incluídas em função das declarações conflitantes da literatura a respeito da necessidade do uso do forrador cavitário.

O ácido proveniente da técnica do condicionamento do esmalte freqüentemente atinge o cimento forrador, uma vez que é difícil confinar o ácido apenas nas paredes de esmalte da cavidade.

A ação do ácido fosfórico sobre o cimento de hidróxido de cálcio varia desde alterações mínimas provocadas em sua superfície, como as descritas por AZIM, JUBACH e KATORA ³ e HAUWERS e HAUWERS ⁴², até a formação de fissuras e ranhuras narradas por STAEHLE ⁷² e a perda de peso descrita por outros pesquisadores ^{17, 44, 51}.

A alteração e deterioração da superfície dos cimentos forradores pelo ataque ácido podem levar ao enfraquecimento da base, tornando-a permeável a irritantes químicos dos materiais restauradores ³, além de diminuir a barreira à passagem de microorganismos através da dentina, o que acarretaria uma série de injúrias para a polpa, como já mencionado anteriormente.

CAPÍTULO II
REVISÃO DA LITERATURA

2 - REVISÃO DA LITERATURA

ABBASI e BARKHORDAR¹ realizaram um estudo para determinar o pH de cinco cimentos à base de hidróxido de cálcio : Dycal Fórmula Avançada , NU-CAP , Life , Dycal e Reolite . As amostras dos materiais foram divididas em dois grupos : as amostras do grupo 1 foram colocadas em frascos com 5 ml de solução salina e o pH da solução foi medido após intervalos de 30 minutos , 6 e 24 horas , num total de quatorze dias . As amostras do grupo 2 foram também colocadas em solução salina , porém esta foi substituída por uma nova nos mesmos intervalos e no mesmo período descritos para o grupo 1 . Todos os cimentos testados foram capazes de tornar a solução salina normal fortemente alcalina nos intervalos testados. O Dycal Fórmula Avançada apresentou os efeitos alcalinos mais fortes. A substituição da solução salina nos intervalos descritos foi uma tentativa de simular o efeito "in vivo" do intercâmbio de líquido tissular com a interface do cimento . Para o grupo 2 , todos os materiais testados tiveram pH semelhante após uma semana .

AIDA, MATSUI , HIRAI et al.² investigaram os efeitos clínicos e patológicos na polpa de cento e vinte dentes permanentes saudáveis , quando da aplicação de soluções de ácido fosfórico a 10% , 20 % , 30 % , 50 % e 70 % em cavidades classe I de Black , sem proteção pulpar . Os dentes foram observados clinicamente em vários intervalos de tempo, que variaram de 1 a 342 dias . Após a observação clínica , os dentes foram extraídos e observados histopatologicamente . Cada grupo testado apresentou alguns sintomas clínicos e muitas alterações patológicas . Essas manifestações foram tanto mais severas quanto menor a concentração do ácido utilizada .

AZIM, JUBACH e KATORA³ avaliaram o efeito da técnica do ataque ácido sobre os cimentos forradores e determinaram as alterações estruturais de superfície após o ataque, no microscópio eletrônico de varredura. Foram estudados os efeitos do ácido fosfórico a 50 % por dois minutos num cimento de policarboxilato (Durelon), num cimento de fosfato de zinco (Teledyne Dental) e num cimento de hidróxido de cálcio (Dycal). Após o ataque ácido, a superfície do Dycal mostrou-se composta por esferas de 5 a 30 micra (μ) de diâmetro e com porosidades irregularmente formadas, variando de 5 a 15 micra (μ) de diâmetro que compreendiam uma superfície muito irregular com cristas e sulcos. O cimento de hidróxido de cálcio mostrou-se o mais afetado pelo ataque ácido entre os cimentos testados. Não foram observadas alterações visualmente perceptíveis nos cimentos antes e depois do ataque. A alteração e deterioração de superfície observadas nos cimentos forradores pelo ataque ácido podem levar ao enfraquecimento da base, tornando-a permeável a irritantes químicos dos materiais restauradores. Os autores sugeriram que o ataque ácido fosse realizado cuidadosamente para não sobreexpor o cimento causando sua deterioração e possível perda do efeito protetor sobre a polpa.

BARKHORDAR e MEYER⁵ compararam a eficácia do Dycal, Life, Dycal Fórmula Avançada, NU-CAP e Reolite frente à penetração da solução ácida (S.S. WHITE). Foi usado papel indicador de pH e a penetração do ácido foi avaliada a intervalos de 1, 2, 3, 5, 10, 15, 30 e 60 minutos. Não foi registrada penetração de ácido nas amostras de Dycal Fórmula Avançada no período de teste. Uma amostra de NU-CAP, duas de Life, três de Dycal e sete de Reolite mostraram penetração ácida durante a primeira hora.

BARNES e KIDD⁶ relataram quatro casos de perda de Dycal sob restaurações adequadamente seladas, causadas pela solubilidade do material e absorção do produto em direção à polpa.

BRÄNNSTRÖM¹³ abordou aspectos relacionados com a sensibilidade pós-operatória e sua prevenção e afirmou que, uma vez estando a

dentina exposta , os túbulos subjacentes são passíveis não apenas a estímulos dolorosos produtores de dor , como aos produtos tóxicos elaborados pelas bactérias . Esses produtos podem facilmente difundir-se internamente e gerar uma reação inflamatória na polpa , aumentando sua sensibilidade . Os autores sugeriram a aplicação de um material forrador antibacteriano às paredes do preparo para prevenir que bactérias localizadas na junção amelo-dentinária invadam as paredes laterais da cavidade e para proteger a dentina de agentes agressores.

BURKE e WATTS ¹⁷ submeteram quatro cimentos à base de hidróxido de cálcio à ação do ácido fosfórico a 37 % por um minuto . Os corpos de prova foram pesados antes e após o ataque ácido e a diferença entre as duas tomadas correspondeu à perda de massa de cada material testado . O Dycal apresentou a maior perda de material (14,40 %) , seguido do Procal (3,17 %) , Life (2,90 %) e MPC (1,95 %) . Para os autores , a explicação para a variação na solubilidade dos materiais pode estar na sua composição . Todos são essencialmente hidróxido de cálcio e um éster do ácido salicílico, mas o Dycal usa o dissalicilato-1-metil-trimetileno como éster , enquanto que Procal e MPC usam salicilatos de isobutil e o Life uma resina de salicilato de metila e formaldeído . O plastificante também varia : orto- e para-N-etil-tolueno sulfonamida para o Dycal e Procal , óleo de parafina para o MPC e dietil-p-tolueno sulfonamida para o Life.

CHAN e SWIFT JR. ¹⁸ encontraram que o Prisma VLC Dycal e o Life apresentam graus semelhantes de selamento marginal .

DIPPEL , BORGGREVEN e HOPPENBROUWERS ²² investigaram as propriedades seladoras de vernizes e cimentos aplicados "in vitro" na dentina através do grau de permeabilidade de cada material frente ao sorbitol 3H . Todos os cimentos testados (inclusive aqueles à base de hidróxido de cálcio : Dycal , Hydrex , MPC e Procal) apresentaram propriedades de selamento satisfatórias e superiores às dos vernizes à base de hidróxido de cálcio .

DRISCOLL, WOOLSEY , REDDY et al. ²³ mediram a solubilidade de quatro cimentos odontológicos em água destilada e num líquido simulando o fluido dentinário . Foram testados os cimentos Fynal e Cavitec (à base de óxido de zinco e eugenol) e Dycal e Life (à base de hidróxido de cálcio) . Os cimentos de óxido de zinco e eugenol foram significativamente mais solúveis no fluido dentinário simulado do que na água destilada , enquanto que com aqueles à base de hidróxido de cálcio ocorreu o inverso . Além disso , os cimentos de óxido de zinco e eugenol dissolveram-se até o primeiro mês da pesquisa e então permaneceram relativamente estáveis . Já os produtos à base de hidróxido de cálcio continuaram dissolvendo-se durante os três meses do experimento . O Dycal apresentou maior dissolução em relação ao Life , tanto em água destilada quanto no fluido dentinário simulado .

FISCHER e MC CABE ²⁸ examinaram as propriedades do Dycal e Hydrex através da espectroscopia por infravermelho . A análise mostrou que a concentração de hidróxido de cálcio na pasta catalisadora do Dycal é semelhante à concentração encontrada na pasta base do Hydrex , porém , o Dycal contém uma sulfonamida como plastificante e o Hydrex , um solvente tipo parafina . A sulfonamida é pouco hidrófoba e permite a difusão da água no material , produzindo um ambiente bastante alcalino . Já a parafina é um material hidrofóbico e dificulta a saída do hidróxido de cálcio do cimento . Este mecanismo pode explicar a diferença na capacidade antibacteriana dos dois produtos .

FORSTEN ²⁹ comparou a proteção fornecida por sete marcas comerciais de cimentos de hidróxido de cálcio frente à penetração ácida . O ácido fosfórico foi aplicado numa camada de cimento de 0,4 mm de espessura e a penetração do ácido através do material foi registrada observando alterações de cor num pedaço de papel indicador de pH colocado sob o espécime . Os resultados mostraram que não foi observada penetração alguma de ácido com as dez amostras de MPC durante as primeiras quatro horas . Todas as amostras de Dycal , Renew e Reocap-E resistiram ao ácido por uma hora pelo menos enquanto que quatro amostras de Life e a maioria das amostras de Procal e Reolite mostraram penetração

dentro de uma hora. Segundo o autor , clinicamente, a duração do ataque ácido é limitada em dois minutos . No presente experimento , todos os cimentos forneceram proteção contra o ácido por um período maior de tempo.

FORSTEN e SÖDERLING ³⁰ realizaram um estudo "in vitro" sobre o efeito alcalino e antibacteriano de sete forradores à base de hidróxido de cálcio . Também foi determinado o conteúdo de cálcio de cada material através da espectrofotometria por absorção atômica e o peso seco dos espécimes dos forradores antes e após o procedimento de dissolução . Foram testados : Dycal , Life, MPC , Procal , Renew , Reocap-E e Reolite . O efeito alcalino dos forradores foi testado através da adição de 1 ml de solução NaCl a 0,9 % a cada amostra e o efeito antibacteriano foi estudado através da cultura de *Streptococcus mutans* na presença dos diferentes materiais a serem testados . Todos os forradores tornaram as soluções de NaCl fortemente alcalinas (pH acima de 10) , embora MPC e Reolite liberassem muito menos cálcio do que os demais forradores . Como não há grandes diferenças entre o conteúdo original de cálcio dos materiais entre si , a menor liberação de cálcio parece resultar da dissolução mais lenta dos cimentos , também comprovável pelas menores alterações de peso desses materiais após a dissolução , e , provavelmente , da maior estabilidade química daqueles materiais . O efeito alcalino mais fraco do MPC e Reolite também se fez notar nos meios de cultura ; conseqüentemente, esses dois materiais não foram capazes de prevenir o crescimento dos *S. mutans* . Dycal , Life , Procal , Renew e Reocap-E inibiram o crescimento bacteriano e mantiveram o pH alcalino por doze horas . As colônias de bactérias foram recultivadas num meio sem seus respectivos forradores e, apenas nas amostras onde havia sido testado o Dycal, a inibição bacteriana foi total . Os autores consideram que o efeito bactericida desse produto não pode ser totalmente explicado pela quantidade de cálcio liberada , uma vez que quantidades semelhantes foram liberadas pelo Renew e Reocap-E . Resumindo , pode-se concluir que o efeito alcalino e antibacteriano foi mais fraco para o MPC e o Reolite , moderado para o Life , Procal , Renew e Reocap-E e forte para o Dycal .

FREITAS , ROSELINO e ROTHSCCHILD ³¹ realizaram um trabalho com o objetivo de verificar o perfil de penetração do ácido fosfórico do cimento de fosfato de zinco em materiais à base de hidróxido de cálcio. Foram testados : hidróxido de cálcio P.A. , Calcidrox , Pulpdent , Hypo-Cal e Dycal . Os autores também verificaram a influência da espessura da camada de hidróxido de cálcio em relação à penetração de ácido fosfórico e concluíram que a penetração de ácido infiltrado no hidróxido de cálcio limitava-se à região próxima do contato com o fosfato de zinco , independente da espessura da camada de hidróxido de cálcio utilizada . O Dycal mostrou-se o menos permeável dos materiais testados , enquanto que o hidróxido de cálcio P.A., o Hypo-Cal , o Pulpdent e o Calcidrox foram igualmente efetivos na limitação da penetração do ácido fosfórico .

FREITAS ³² testou onze produtos à base de hidróxido de cálcio quanto à sua resistência à penetração de ácido fosfórico a 50 %: Hydroxylite , Pulpdent , Dycal , Hydrex , Life , MPC , Procal , Renew , Reocap , Reocap-E e o Reocap-Temp . O Hydroxylite mostrou-se o mais resistente entre os produtos testados (o que , segundo o autor , deveu-se à presença de resina sintética em sua composição) , seguido do Dycal , Life , Reocap-Temp , Renew , MPC , Reocap-E , Procal , Reocap , Hydrex e Pulpdent . Todos os materiais examinados mostraram possuir adequada resistência ao ácido quando adequadamente manipulados . Para o autor , a resistência à ação do ácido determinada por vários materiais não representa, necessariamente, eficácia na situação clínica . Deve ocorrer uma substancial insolubilidade para que haja liberação efetiva de cálcio para os túbulos dentinários , porém , solubilidade excessiva pode levar à porosidade ou ao desaparecimento do forrador.

GOTO e JORDAN ³⁷ investigaram os efeitos do ácido fosfórico a 50%, por um minuto , na polpa dental de cães . Foram preparadas cavidades classe V que foram condicionadas e seladas com cimento à base de óxido de zinco e eugenol . Para efeitos de controle , foram preparadas cavidades semelhantes em dentes contralaterais e que foram seladas com o mesmo cimento , sem que fosse realizado o condicionamento ácido nas cavidades . após períodos de observação , que variaram de uma a seis semanas , os

animais foram mortos , os dentes preparados e os cortes histológicos estudados . As reações pulpares foram muito suaves e a aplicação do ácido fosfórico a 50 % não produziu efeitos danosos sobre as polpas dos dentes dos cães.

GWINNETT ⁴¹ preconizou o uso de mais de uma camada de Prisma VLC Dycal a fim de produzir uma melhor adaptação do produto com a dentina , pois a presença de fendas na interface forrador e dentina pode permitir a passagem de agentes deletérios para a polpa, como o ácido fosfórico.

HAUWERS e HAUWERS ⁴² realizaram um experimento "in vitro" com o objetivo de verificar as alterações na superfície de cimentos à base de hidróxido de cálcio frente à penetração do ácido fosfórico a 35 % . Os autores concluíram que foram mínimas as infiltrações com o ácido, porém alguns produtos apresentaram mais alterações de superfície do que outros . Foram eles : Dycal, Dycal melhorado , Estibase , Reocap , Hydropulpe , Calcipulpe e Procal. Outros produtos como Hydrex , MPC , Life e Hypo-Cal , praticamente não apresentaram modificações em sua superfície e os autores sugeriram o uso desses últimos como materiais forradores quando fosse utilizada a técnica do condicionamento ácido do esmalte.

HOPPE e STAEHLE ⁴³ comprovaram a dissolução dos cimentos de hidróxido de cálcio via canalículos dentinários , responsável pelo amolecimento do material. Este fenômeno foi mais acentuado para o Dycal do que para o Life.

HWAS e SANDRIK ⁴⁴ avaliaram a solubilidade de quatro cimentos comerciais de hidróxido de cálcio em ácido fosfórico a 37% por 60 segundos e em água destilada por 24 horas. O Life apresentou a menor solubilidade ácida , seguido pelo Dycal , Renew e Procal . Em água destilada , o Dycal exibiu a menor solubilidade, vindo em seguida : Procal , Life e Renew .

JOHNSON e WICK ⁴⁵ compararam a eficácia de diferentes forradores cavitários quanto à sua capacidade de proteger a polpa da penetração do ácido fosfórico. Entre os vernizes testados, aquele à base de hidróxido de cálcio mostrou-se o mais efetivo.

Segundo **KANKA** ⁴⁶, a resposta inflamatória observada nos tecidos pulparem em alguns estudos ^{52,65}, quando a dentina foi tratada com ácido fosfórico, não foi causada pelo ácido. O autor sugere que a exposição prolongada da dentina com o óxido de zinco e eugenol é que foi responsável pela inflamação. Uma vez removida a camada de lama dentinária pelo condicionamento ácido, há um aumento significativo da permeabilidade dentinária permitindo que o eugenol se difunda na polpa causando uma reação inflamatória como a observada nos trabalhos de **RETIEF, AUSTIN e FATTI** ⁶⁵ e **MACKO, RUTBERG e LANGELAND** ⁵². **KANKA** ⁴⁶ conclui o seu artigo afirmando que o condicionamento ácido da dentina, por si só, não injuria a polpa e que a falha de selamento do dente após o condicionamento ácido é que causará problemas pulparem.

KARJALAINEN e FORSTEN ⁴⁷ compararam as propriedades seladoras de diferentes materiais forradores pulparem. Foram estudados: Cavitec, Dropsin e ZOE (os três à base de óxido de zinco e eugenol), Hypo-Cal, Dycal e Reocap (os três à base de hidróxido de cálcio) e um cimento de fosfato de zinco. Os resultados mostraram que todos os materiais testados, com exceção do Dropsin, forneceram proteção suficiente contra o ataque do ácido fosfórico a 50 % por mais de uma hora.

KUROSAKI, KUBOTA, YAMAMOTO et al. ⁴⁸ realizaram um experimento em dentes humanos recém-extraídos que envolveu, no preparo, a remoção da dentina cariada infectada e colorida pela solução evidenciadora, expondo no assoalho da cavidade a camada de dentina túrbida ou, se o preparo fosse mais profundo, a camada de dentina transparente, ambas consideradas não cariadas. As cavidades foram condicionadas por ácido fosfórico a 40 % na forma de gel por 60 segundos,

lavadas e secas. A análise ao microscópio eletrônico de varredura revelou que o condicionamento no assoalho da cavidade desmineralizou levemente a dentina intertubular e produziu alterações nas aberturas dos túbulos dentinários, que se tornaram cilíndricos na dentina túrbida e anelados na dentina transparente. Devido à deposição intratubular de cristais na camada transparente da dentina a permeabilidade pós-condicionamento aumentou muito pouco. Segundo os autores, o condicionamento ácido afeta muito mais os dentes desvitalizados do que os vitalizados, porque na dentina vitalizada, os túbulos estão preenchidos com os processos odontoblásticos, impedindo o ácido de penetrar além da camada de lama dentinária.

MC COMB ⁵¹ avaliou a solubilidade de cinco cimentos à base de hidróxido de cálcio em água destilada por 24 horas, numa solução de ácido fosfórico por 60 segundos e no éter por 10 segundos. Foi utilizado o método descrito na especificação número 8 da ADA e a quantidade de desintegração foi medida através da perda de peso dos espécimes. De acordo com os resultados encontrados, a solubilidade dos cimentos em água destilada por 24 horas a 37°C indicou que todos os cimentos exceto o Reolite mostraram claramente dissolução e que o Dycal e o Procal apresentavam-se entre os mais dissolvidos. A solubilidade dos cimentos a 60 segundos no ácido fosfórico a 35 % indicou que apenas o Life e o Reolite permaneceram completamente resistentes ao ácido. Os demais cimentos apresentaram graus variados de dissolução no ácido, sendo mais nítida a ocorrida com o Procal.

MACKO, RUTBERG e LANGELAND ⁵² prepararam cavidades classe V em dentes pré-molares hígidos indicados para extração ortodôntica e as condicionaram com ácido fosfórico a 50 % contendo 7 % de óxido de zinco. As cavidades foram restauradas com uma mistura à base de óxido de zinco e eugenol. Após um período máximo de cento e cinquenta dias, todos os dentes já tinham sido extraídos. Todos os dentes tratados com ácido apresentaram algum grau de inflamação pulpar, ainda que os sintomas clínicos estivessem ausentes.

MÖRMANN, LUTZ e BESANÇON ⁵⁵ testaram quatro marcas comerciais de cimentos e um verniz experimental à base de hidróxido de cálcio quanto à sua resistência à penetração do ácido fosfórico a 35 % por 60 segundos. Em ordem crescente de penetração, os resultados foram: Life, Dycal Fórmula Avançada, MPC, Dycal e o verniz experimental.

PAPADAKOU, BARNES, WASSEL et al. ⁵⁷ investigaram como a adaptação de duas bases de hidróxido de cálcio (uma quimicamente e outra fotoativada) era afetada pela contração de polimerização de uma resina composta fotoativada. Foram preparadas cavidades oclusais em quarenta pré-molares humanos extraídos, divididos em dois grupos. O primeiro recebeu Dycal e o segundo, o Prisma VLC Dycal. O esmalte das paredes das cavidades de ambos os grupos foi condicionado com ácido fosfórico gel por 60 segundos e a resina composta foi colocada em incrementos. Ao microscópio eletrônico de varredura, foram observadas muitas fendas entre o Prisma VLC Dycal e a dentina, como resultado da adesão do forrador à resina composta, durante a contração de polimerização da resina. Este fenômeno diminui o efeito terapêutico alcalino da base e permite a proliferação de eventuais bactérias nas fendas formadas. O Dycal mostrou-se melhor adaptado ao assoalho da cavidade do que o Prisma VLC Dycal.

PASHLEY, KEPLER, WILLIAMS et al. ⁵⁸ comprovaram que o ataque ácido da dentina do cão aumentou em cinco vezes sua permeabilidade.

PHILLIPS, CRIAM, SWARTZ et al. ⁶⁰ determinaram a solubilidade frente à solução de ácido fosfórico a 37 % por 90 segundos, de marcas comerciais de cimentos de hidróxido de cálcio. Os resultados em ordem crescente de solubilidade foram: Life, Reolite, Dycal, Renew e Procal. Para testar o efeito que variações no proporcionamento das duas pastas (base e catalisadora) podem causar, os autores avaliaram a solubilidade em ácido do Dycal, modificando a proporção de 1:1 das pastas base e catalisadora, preconizada pelo fabricante. Observaram que a solubilidade do produto parece ser sensível ao uso de maior quantidade de pasta base. Assim, quando a proporção base/catalisador era aumentada de 1:1 para 3:2, a

solubilidade do cimento era 2,5 vezes maior. Já o aumento da pasta catalisadora (de 1:1 para 2:3) não acarretou aumento significativo na solubilidade do Dycal. Os autores aconselham que, para se conseguir propriedades ótimas do material, é necessário seguir tão rigorosamente quanto possível a proporção recomendada.

PROSSER, GROFFMAN e WILSON ⁶¹ examinaram quatro cimentos, a saber: Dycal, Procal, MPC e Hydrex, todos consistindo de hidróxido de cálcio, alquil salicilato e um plastificante, basicamente. Todos os cimentos mostraram-se hidroliticamente instáveis, liberando íons cálcio e hidroxila e salicilatos, quando em contato com a água; a quantidade de erosão variou em função da natureza do plastificante. Nos produtos onde uma sulfonamida foi o plastificante, Dycal e Procal, houve penetração imediata da água no cimento, provocando decomposição. Por outro lado, plastificantes à base de parafina retardam a decomposição hidrolítica. A maior solubilidade do Dycal e do Procal, em comparação com o MPC e o Hydrex, fez com que os valores de pH daquelas soluções fossem maiores.

QVIST, STOLTZE e QVIST ⁶³ avaliaram a reação pulpar frente a diferentes procedimentos restauradores com resina composta em dentes pré-molares hígidos. Após quatro meses, os dentes foram extraídos, preparados e examinados ao microscópio eletrônico de varredura. Dentre outras conclusões, os autores afirmaram que o aumento da permeabilidade da dentina é um resultado inevitável do ataque ácido, acarretando um aumento do efeito tóxico dos materiais restauradores e migração bacteriana em direção à polpa e são unânimes em recomendar a proteção da dentina durante o condicionamento ácido do esmalte.

RETIEF, AUSTIN e FATTI ⁶⁵ aplicaram ácido fosfórico a 50% por um minuto em cavidades preparadas em dentes de macacos e as restauraram com um cimento à base de óxido de zinco e eugenol modificado. Após 4, 14 e 42 dias, os animais foram mortos e as respostas pulpares avaliadas. Os resultados sugerem o uso de um material forrador para cobrir a dentina exposta previamente ao condicionamento das superfícies de esmalte,

porque foram observados sinais mais severos de inflamação pulpar no grupo experimental.

STAEHLE ⁷¹ estudou o efeito na superfície de diversos cimentos para proteção pulpar após contato de um mês com solução fisiológica. Foram testados : Harvard Cement (à base de fosfato de zinco), Durelon (cimento de poliacarboxilato), Ketac Cem (cimento de ionômero de vidro) e cinco cimentos à base de hidróxido de cálcio (Dycal, Life, MPC, Procal e Reocap). Todos os cimentos testados apresentaram alterações de superfície, porém o Life e o Reocap apresentaram também alteração de cor. O autor estudou também o efeito da dissolução na superfície dos cimentos quando estes foram armazenados numa solução contendo bactérias. A presença de microorganismos provocou uma dissolução bastante acentuada em todos os cimentos à base de hidróxido de cálcio testados e no Durelon. O Harvard Cement e o Ketac Cem não foram debilitados pela ação dos microorganismos.

STAEHLE ⁷² submeteu diversos cimentos à ação do ácido fosfórico a 37 % por um minuto, de tal forma que somente uma parte do corpo de prova era exposta ao ácido. Num segundo teste, foi determinada a permeabilidade de cada material ao ácido. Foram aplicadas camadas de 0,1, 0,15 e 0,20 mm de espessura de cada material testado sobre papel indicador de pH e foi aplicado o ácido fosfórico. Em todos os preparados examinados foi possível observar uma mudança na superfície após o ataque ácido. Dycal, Harvard Cement, Reocap e Procal apresentaram as mudanças de superfície mais significativas, com pronunciados sinais de dissolução (fissuras, ranhuras e crateras). No Life e MPC foi apenas observado um asperamento da superfície. Em concordância com os achados microscópicos estão os resultados dos testes de penetração. Life e MPC resistiram à penetração do ácido a uma espessura de 0,10 mm. Com Harvard Cement, Procal e Reocap, a penetração do ácido foi barrada aos 0,15 mm e com o Dycal, a partir de 0,20 mm.

STAEHLE, GÖX, PIOCH et al. ⁷³ estudaram a passagem de ácidos de cimentos através de suspensões aquosas e pastas de hidróxido de cálcio.

Os resultados mostraram que as suspensões perdem seu efeito alcalinizante após serem cobertas com cimentos de fosfato de zinco e ionômero de vidro. As pastas mantêm o efeito alcalinizante a partir de uma relação pó/líquido em peso de 0,5 e uma espessura mínima de camada de cerca de 70 a 80 micra(μ). Os autores observaram também que na interface hidróxido de cálcio/cimento ocorre uma interpenetração mútua dos dois materiais até uma espessura de aproximadamente 10 a 30 micra(μ).

STAEHLE e KHOURI ⁷⁷ compararam um cimento usual de salicilato de cálcio (Dycal) com um cimento de salicilato de cálcio com adição de um polímero (Alkaliner). Os resultados mostraram que os dois produtos não apresentaram diferenças estatisticamente significativas na liberação de íons OH^- .

STAEHLE, KREFTING, HÖHLING et al. ⁷⁹, a partir de análises da estrutura e composição do Dycal, demonstraram que os constituintes dissolvidos do cimento penetram dentina adentro e, em face disso, tanto a função vedadora quanto a de suporte da base estão limitadas no tempo, sob o ponto de vista clínico.

STANLEY e PAMEIJER ⁸⁴ citam, ao compararem as propriedades físicas do Prisma VLC Dycal com o Dycal Fórmula Avançada II, que o produto fotopolimerizável não é solúvel em ácido e apresenta mínima solubilidade em água. Citam ainda que o Dycal Fórmula Avançada II apresenta uma solubilidade em torno de 2,0 a 2,5 % ao ácido fosfórico a 35 % por 60 segundos e em torno de 1 a 2 % em água, por 24 horas.

SWARTZ, NIBLACK, ALTER et al. ⁸⁶ avaliaram a penetração "in vivo" de ácido fosfórico radioativo na dentina quando restaurações de silicato foram utilizadas com e sem o uso de uma base intermediária. Estudos "in vitro" foram realizados com o objetivo de verificar a espessura de base necessária para bloquear a passagem do ácido para a dentina. O uso de um material protetor pulpar reduziu, significativamente, a passagem de componentes do cimento de silicato para a dentina. Os autores também concluíram que tanto o cimento à base de hidróxido de cálcio quanto aquele à base de

óxido de zinco e eugenol mostraram-se efetivos em reduzir a passagem do ácido para a dentina já numa espessura de 0,1 mm .

SWARTZ e PHILLIPS ⁸⁷ concluíram que os vernizes cavitários não previnem totalmente a passagem de ácidos através da estrutura dental, mas fornecem algum grau de proteção adicional ao dente, que dependerá do pH do ácido e do tempo de contato deste com o forrador.

SWARTZ, PHILLIPS e CHAMBERLAIN ⁸⁸ confirmaram os achados de SWARTZ e PHILLIPS ⁸⁷ de que os vernizes cavitários não impedem a passagem de ácido para o interior da dentina, apenas fornecem uma proteção adicional.

SWARTZ, PHILLIPS, NORMAN et al. ⁸⁹ estudaram as alterações na condutividade e no pH da água destilada produzidas por um cimento de fosfato de zinco (Tenacin), por um cimento de silicato (New Filling Porcelain) e por alguns materiais forradores (Copalite e Chembar, vernizes cavitários, Dycal, cimento de hidróxido de cálcio e Cavitec, cimento à base de óxido de zinco e eugenol). Tenacin e New Filling Porcelain foram também testados quando associados aos forradores em questão. Num segundo teste, foi investigada a capacidade daqueles materiais forradores em prevenir a penetração de constituintes dos cimentos através da estrutura dental e o líquido do cimento de silicato foi marcado com fósforo radioativo (P^{32}). De acordo com os resultados encontrados pelos autores, um grande aumento na condutividade e no pH foi notado, após 24 horas, nos espécimes preparados com Dycal, porém, imediatamente após a colocação do silicato sobre o forrador, houve uma pequena redução na condutividade. Segundo os autores, isto foi atribuído a uma reação entre alguns constituintes do cimento e a porção de hidróxido de cálcio, formando um composto menos solúvel. Os dados obtidos com o verniz à base de hidróxido de cálcio testado, Chembar, foram comparáveis aos obtidos com o Dycal. Os resultados dos testes realizados nos dentes extraídos restaurados com cimento de silicato preparado com líquido marcado com P^{32} mostraram baixo nível de radioatividade nos cortes estudados, nos casos em que uma

base de Dycal ou Cavitec foi usada sob a restauração de silicato. De acordo com os autores, Dycal e Cavitec forneceram elevado grau de proteção à dentina contra a penetração do ácido fosfórico e serviram como barreira efetiva contra os cimentos testados.

TORSTENSON, NORDENVALL e BRÄNNSTRÖM ⁹⁰ realizaram um estudo para avaliar se a restauração com a resina composta Clearfil Bond System-F (Kuraray Co. Ltd.), numa cavidade cujas paredes foram atacadas por ácido, fornece união suficiente para prevenir a invasão bacteriana ou o crescimento de microorganismos que tenham contaminado as superfícies após o condicionamento ácido. As cavidades foram condicionadas por ácido fosfórico a 40 % por 15 segundos. A camada de esmalte condicionada pelo ácido foi removida nas cavidades do grupo experimental, a fim de criar condições para a invasão bacteriana na suposta fenda a ser formada entre a resina e a dentina. Todas as cavidades foram restauradas com Clearfil (foram utilizados agente de união e resina composta). Nas cavidades do grupo controle, a porção mais externa da restauração foi removida até o nível da junção amelo-dentinária e substituída por IRM (produto que, em estudo anterior ¹⁴ realizado pelos autores, mostrou inibir o crescimento de microorganismos). Após uma a onze semanas, os dentes foram extraídos. Foi constatado crescimento bacteriano nas paredes dentinárias e em alguns túbulos em vinte e quatro das trinta e uma cavidades do grupo experimental e as áreas pulpares subjacentes mostraram sinais de inflamação. Em nove cavidades do grupo controle, houve inflamação pulpar e foi detectada a presença de bactérias. De acordo com os resultados, os autores concluíram que Clearfil não se une suficientemente à dentina condicionada a fim de prevenir a infiltração bacteriana. Os resultados também provam que, nem o ataque ácido por quinze segundos na dentina, nem as propriedades químicas do material restaurador causam qualquer injúria à polpa, pois em dez dentes não contaminados por bactérias e onde as cavidades eram muito profundas, havendo até mesmo exposição pulpar em algumas, não foi observada qualquer reação significativa da polpa. Para os autores, a causa da inflamação na polpa é, principalmente, o crescimento bacteriano nas paredes cavitárias. Clearfil não apresentou propriedades antimicrobianas

efetivas para destruir os microorganismos remanescentes e os autores apontam para a necessidade do uso de um material forrador antimicrobiano nas paredes da cavidade.

TRONSTAD e MJÖR⁹¹ comprovaram que o uso do Dycal, Hydrex e Pulpdent em cavidades profundas estimulou a formação de dentina secundária. Em três dos oito dentes tratados com Dycal foi observada formação precoce de dentina secundária já após oito dias. No caso do Hydrex, a formação da dentina secundária foi menos pronunciada.

Para **TYAS**⁹², o Prisma VLC Dycal pode ser tão efetivo quanto o Dycal na liberação de íons cálcio para estimulação de formação de dentina reparadora.

UDOLPH, KOPEL, MELROSE et al.⁹³ realizaram um estudo com o objetivo de avaliar se havia ou não alguma resposta pulpar inflamatória a nível histológico frente ao uso de diferentes marcas comerciais de resinas compostas em cavidades com e sem a aplicação de uma base de hidróxido de cálcio. Para o estudo, foram utilizados trinta e quatro pré-molares hígidos em que foram realizados preparos tipo classe V onde o assoalho da cavidade ficava a 2 mm da polpa. Após intervalos de 24 horas, uma semana e quatro semanas, os dentes foram extraídos e preparados para estudo histológico. Não foram observados achados clínicos que pudessem ser sugestivos de um futuro envolvimento pulpar irreversível, porém, alguns cortes mostraram hiperemia pulpar suave nos grupos em que não foi aplicada uma base de hidróxido de cálcio. Os autores sugeriram que uma base de hidróxido de cálcio, preferentemente, fosse usada sob restaurações de resina composta devido à dificuldade e/ou incerteza de se determinar a profundidade da cavidade.

VOJINOVIC, NYBORG e BRÄNNSTRÖM⁹⁴ reportaram um aumento significativo de bactérias gram-positivas nos túbulos dentinários sob cavidades condicionadas com ácido cítrico por um minuto. Eles concluíram que as reações pulpares foram mais severas sob os dentes tratados com o ácido, o que, segundo os autores, deveu-se ao fato do ácido ter provocado

a abertura e o alargamento da entrada dos túbulos dentinários permitindo e favorecendo o crescimento de bactérias responsáveis pelos danos ao tecido pulpar.

Segundo **ZANDER** ⁹⁵, o hidróxido de cálcio pode reagir com o ácido fosfórico livre do líquido do cimento de fosfato de zinco e formar fosfato de cálcio, neutralizando o ácido e prevenindo a penetração de uma maior quantidade de ácido livre que não tenha sido neutralizado ainda. O fosfato de cálcio não é imediatamente solúvel ao ácido presente e age, portanto, como barreira física ao ácido que ainda não tenha sido neutralizado.

CAPÍTULO III

PROPOSIÇÃO

3 - PROPOSIÇÃO

RESUMO DO PROJETO DE LEI Nº 11.111/2003

Nos termos do exposto nos capítulos 1 e 2, é proposto:

-**avaliar** a perda de material de cimentos à base de hidróxido de cálcio quando atacados por solução de ácido fosfórico a 37% pelo tempo de um minuto, pelos seguintes métodos: diferença de peso, rugosidade superficial e detecção da perda de cálcio através da espectrofotometria por absorção atômica,

-**comparar e classificar** os cimentos de acordo com os resultados apresentados em cada método de análise e

-**avaliar** a quantidade de cálcio existente nos corpos de prova dos produtos à base de hidróxido de cálcio pesquisados, previamente ao ataque ácido.

CAPÍTULO IV

MATERIAIS, DISPOSITIVOS, APARELHOS E MÉTODOS DE TRABALHO

4 - MATERIAIS, DISPOSITIVOS, APARELHOS E MÉTODOS DE TRABALHO

4.1 - MATERIAIS

-Seis marcas comerciais de cimentos à base de hidróxido de cálcio, a saber conforme TAB.1.

TABELA 1 - MATERIAIS PESQUISADOS

MARCA COMERCIAL	FIRMA	PROCEDÊNCIA	APRESENTAÇÃO	LOTE
LIFE	Sybron Kerr Ind.e Com.	Guarulhos/SP	Duas pastas	92353/02012
DYCAL FÓRMULA AVANÇADA II DYCAL F.A.II	Caulk-Dentsply Ind.e Com.Ltda	Petrópolis/RJ	Duas pastas	0317/0317
HYDRO C	Dentsply Ind.e Com.Ltda	Petrópolis/RJ	Duas pastas	1113/1113
PROTECAL	S.S.White Artigos Dentários S.A.	Rio de Janeiro	Duas pastas	07031292 /06361292
RENEW LIGHT	S.S.White	Rio de Janeiro	Pasta única	OOP/909204
PICKAV	Inodon Ltda	Porto Alegre/RS	Duas pastas	8439/8437

-Solução de ácido fosfórico P.A. a 37 % por peso, com densidade igual a 1,71 g/ml da Reagen.

-água deionizada.

4.2 - DISPOSITIVOS

-Fio de "nylon" com 0,50 mm de diâmetro por 15 cm de comprimento.

-Anéis de PVC de 2 mm de espessura, aproximadamente, por 10 mm de diâmetro interno.

-Recipientes de vidro transparentes com tampa plástica e capacidade para 5 ml.

-Duas placas de vidro de 7 cm de largura por 7 cm de comprimento e 0,5 cm de espessura.

-Peso de balança de 500 gramas.

-Discos de carborundum.

-Mandril metálico haste longa.

-Espátula metálica.

4.3 - APARELHOS

-Balança de semi-precisão modelo BTE, série A, número 166, procedente de Juiz de Fora, MG, com capacidade de pesagem de até 200 gramas e sensibilidade de 0,00 g.

-Balança analítica eletrônica marca Mettler, modelo AE 100 com capacidade de pesagem de até 100 gramas e sensibilidade de 0,0000 g (Figura 1- Página 55).

-Rugosímetro modelo Perthometer M3A , número 24 01 02, fabricado pela Feinpruef GmbH, Alemanha (Figura 2 - Página 56).

-Coluna deionizadora "Permutation", modelo 1800, proveniente de São Paulo, SP.

-Espectrofotômetro por absorção atômica, modelo CGAA 7000 SBC, proveniente de São Paulo, SP (Figura 3- Página 56).

-Motor de baixa rotação associado à peça de mão.

-Aparelho umidificador.

-Estufa para 37°C com variação de $\pm 1^\circ\text{C}$, modelo Fabbe, proveniente de São Paulo, SP.

4.4 - MÉTODOS DE TRABALHO

4.4.1 - Confeção dos corpos de prova

Foram inicialmente confeccionados cinco C.P.(corpos de prova) para cada marca comercial testada para determinação da amostragem por cálculo estatístico. Cada C.P. recebeu um número que o identificou quanto às suas características e resultados (Figura 4 - Página 57). A confecção dos corpos de prova foi feita por grupo de material testado que obedeceu sorteio aleatório. Para obterem-se quantidades iguais de pasta base e catalisadora usou-se a pesagem das porções em balança de semi-precisão. Os cimentos foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes e colocados em anéis de PVC. O fio de "nylon" com a etiqueta identificadora foi introduzido numa ranhura produzida previamente em cada anel com disco de carburundum. O peso do conjunto (anel e fio) foi determinado um a um e subtraído de cada pesagem do C.P. Utilizou-se balança analítica de precisão, tendo sido sempre tomadas três medidas em cada condição e sendo as médias registradas. Para se obter maior lisura da superfície do cimento, o anel foi interposto por duas lâminas de papel celofane e prensado entre duas placas de vidro de 7 cm de largura por 7 cm de comprimento e 0,5 cm de espessura e um peso de 500 gramas. No caso do cimento fotopolimerizável, ao invés de uma placa de vidro, foi

utilizada uma lamínula de microscópio e a presa do cimento deu-se por luz visível, obedecendo, rigorosamente, à técnica recomendada.

4.4.2 - Pesagem inicial e rugosidade superficial inicial dos C.P.

Uma vez confeccionados, os C.P. foram mantidos em umidade relativa a 100 % e em estufa a 37°C, salvo nos breves momentos dos testes que estão sendo descritos. Após 24 horas, os C.P. foram pesados na balança analítica e os valores tombados, subtraído o peso individual do anel.

Em seqüência, foi medida a rugosidade superficial dos C.P. Optou-se, no rugosímetro, por medir o "R.A.", que corresponde à média da rugosidade superficial que o corpo de prova apresenta em um determinado comprimento de leitura. Para cada condição, foram feitas três leituras de "R.A." e sua média foi registrada.

4.4.3 - Ataque ácido e pesagem final

Todos os C.P., após a etapa inicial (4.4.2), foram mergulhados, pelo tempo de um minuto, em solução de ácido fosfórico P.A. em concentração de 37 %.

Para cada corpo de prova testado, correspondeu um recipiente de vidro com capacidade para 5 ml de solução ácida. Antes de receber a solução, cada vidro foi devidamente lavado com água deionizada, a fim de remover qualquer traço de cálcio presente.

Foi realizada uma prova em branco, antes da imersão dos C.P. na solução ácida, que consistiu no mergulho (seguido de lavagem em água e secagem) de apenas o anel de PVC com o fio de "nylon", na solução ácida,

avaliando se havia diferença de peso do anel associado ao fio antes e após o ataque ácido e com o objetivo de verificar se ocorria alguma perda de material do anel ou fio frente ao ataque ácido. A manutenção do peso do conjunto, após a prova, indicou que o anel de PVC e o fio não sofreram solubilização frente ao ácido fosfórico e que, portanto, se constituíram em materiais adequados para serem usados no estudo.

Após o ataque ácido, os C.P. foram lavados com água deionizada por 15 segundos, secos suavemente com papel absorvente e colocados novamente em meio úmido a 100 % por 24 horas a 37°C.

Decorridas 24 horas, foi realizada a pesagem final dos C.P. para verificar se havia perda de material.

4.4.4 - Verificação da rugosidade superficial final

Numa etapa seguinte, os C.P. foram novamente submetidos ao rugosímetro para avaliação da rugosidade superficial final, após o ataque ácido.

4.4.5 - Análise das soluções ácidas

As soluções nas quais foram mergulhados os C.P. foram submetidas a exame pelo espectrofotômetro por absorção atômica para determinação do teor de cálcio contido em cada solução. Foram escolhidas, aleatoriamente, quatro soluções de cada grupo de material testado para serem analisadas. Também se determinou, pelo mesmo método, a quantidade de cálcio presente em cada produto estudado. Para este teste, foram confeccionados mais seis C.P., um para cada material.

4.4.6 - Amostragem dos C.P. e planejamento do trabalho

Por questões de ordem operacional, foram confeccionados cinco C.P. para cada material testado, totalizando trinta C.P., que, analisados nas diferentes etapas, totalizaram 150 condições experimentais.

CAPÍTULO V
RESULTADOS E DISCUSSÃO

5 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 - RESULTADOS

5.1.1 - Resultados dos testes de solubilidade por diferença de peso

Os resultados obtidos das pesagens dos C.P. antes e após o ataque ácido, conforme metodologia descrita no capítulo 4, estão contidos na TAB.2.

TABELA 2 - RESULTADOS DA PESAGEM DOS C.P.

produto	Life	Dycal F.A. II	Hydro C	Protecal	Renew Light	Pickav
peso inicial	0,4239	0,4933	0,3866	0,4102	0,3526	0,4657
peso médio (g)	0,3930	0,4482	0,4719	0,3816	0,3892	0,4861
	0,4033	0,4710	0,4714	0,4301	0,3794	0,4179
	0,4116	0,4358	0,4395	0,4142	0,3480	0,4089
	0,3979	0,4301	0,4934	0,4465	0,3391	0,4588
peso final	0,3921	0,4904	0,3830	0,4101	0,3483	0,4446
peso médio (g)	0,3768	0,4450	0,4706	0,3813	0,3826	0,4667
	0,3862	0,4648	0,4689	0,4298	0,3780	0,3950
	0,3886	0,4342	0,4343	0,4139	0,3438	0,3895
	0,3701	0,4248	0,4933	0,4463	0,3343	0,4370
diferença média (g)	-0,0318	-0,0029	-0,0036	-0,0001	-0,0043	-0,0211
	-0,0162	-0,0032	-0,0013	-0,0003	-0,0066	-0,0194
	-0,0171	-0,0062	-0,0025	-0,0003	-0,0014	-0,0229
	-0,0230	-0,0016	-0,0052	-0,0003	-0,0042	-0,0194
	-0,0278	-0,0053	-0,0001	-0,0002	-0,0048	-0,0218

As médias iniciais e finais de pesagem , foram submetidas ao teste de significância de **Student**, expresso na TAB.3.

TABELA 3-TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE STUDENT PARA AS MÉDIAS DE PESAGEM DOS MATERIAIS **ANTES E APÓS** A AÇÃO DO ÁCIDO FOSFÓRICO A 37 % , POR UM MINUTO

Material	Nível de significância	"t" calculado
Life	0,00153	7,697 *
Dycal F.A.II	0,01012	4,587 *
Hydro C	0,04558	2.867 *
Protecal	0,00388	6,000 *
Renew Light	0,00698	5,100 *
Pickav	0,00000	30,599 *

$p < 0,05$ para 4 G.L. $t_c = 2,13$

* **Significante**

De acordo com a TAB.3, todos os materiais testados sofreram perda de substância estatisticamente significativa, ao nível de 5 %, após contato de 1 minuto com a solução de ácido fosfórico a 37% .

A TAB.4 expressa os resultados dos testes de significância de **Student** das médias de pesagem entre materiais após o tratamento ácido.

Comparando-se o cimento Life com os demais produtos testados, verificou-se haver maior perda de substância (ao nível de 5 %) daquele material em relação aos demais, com exceção do cimento Pickav que apresentou um comportamento estatisticamente semelhante ao Life.

Da comparação do cimento Dycal F.A. II com os demais produtos, verificou-se ser o mesmo estatisticamente semelhante, em perda de material, com os cimentos Hydro C e Renew Light e diferente com os outros materiais.

No contraste entre Hydro C e demais cimentos observou-se não haver diferença significativa, em perda de substância, com os cimentos Protocal, Renew Light e Dycal F.A. II. Todavia, o cimento Hydro C comportou-se de maneira diferente dos produtos Life e Pickav, perdendo menos substância.

**TABELA 4 - CONTRASTES DE MÉDIAS DE PESAGEM ENTRE MATERIAIS (C.P.)
APÓS O ATAQUE ÁCIDO**

Materiais	Nível de significância	"t" calculado
Life X Dycal F.A. II	0,0042	5,870 *
Life X Hydro C	0,0024	6,795 *
Life X Protocal	0,0012	7,526 *
Life X Renew Light	0,0034	6,179 *
Life X Pickav	0,4951	0,749 N.S.
Dycal F.A. II X Hydro C	0,4543	0,827 N.S.
Dycal F.A. II X Protocal	0,0125	4,308 *
Dycal F.A. II X Renew Light	0,7880	0,287 N.S.
Dycal F.A. II X Pickav	0,0000	43,893 *
Hydro C X Protocal	0,0600	2,599 N.S.
Hydro C X Renew Light	0,2806	1,246 N.S.
Hydro C X Pickav	0,0001	14,216 *
Protocal X Renew Light	0,0087	4,786 *
Protocal X Pickav	0,0000	29,805 *
Renew Light X Pickav	0,0003	11,694 *

$p < 0,05$ para 4 G.L. $t_c = 2,13$

* Significante

N.S. Não significante

TABELA 5 - MÉDIA DE PESO E PORCENTAGEM DE PERDA DE PESO DOS CIMENTOS ESTUDADOS

Material	Peso	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Diferença (g)	Porcentagem de perda de peso
Life		0,4059	0,3828	-0,0232	5,71
Dycal F.A. II		0,4557	0,4518	-0,0038	0,83
Hydro C		0,4526	0,4500	-0,0025	0,55
Protocal		0,4165	0,4163	-0,0002	0,05
Renew Light		0,3617	0,3574	-0,0043	1,19
Pickav		0,4475	0,4266	-0,0209	4,67

As três primeiras colunas de dados da TAB.5 representam a média, em gramas, dos resultados da TAB 2. Aplicando a fórmula

$$\frac{I_0 - I_1}{I_0} \times 100$$

em que I_0 representa a média inicial e I_1 a média final da pesagem do material após o ataque ácido, obtiveram-se as porcentagens de perda de substância para os cimentos testados, expressas na última coluna da TAB 5.

Em ordem crescente de perda de substância pela ação do ácido e com base na análise pelo método de diferença de peso, seguem-se os materiais : Protocal (0,05 %), Hydro C (0,55 %), Dycal F.A. II (0,83 %), Renew Light (1,19 %), Pickav (4,67 %) e Life (5,71 %).

5.1.2 - Resultados dos testes de rugosidade superficial

TABELA 6 - MÉDIAS DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL DOS C.P.

produto	Life	Dycal F.A. II	Hydro C	Protocal	Renew Light	Pickav
rugosidade	0,5	1,6	1,4	2,4	1,3	1,0
inicial	0,6	0,9	1,4	1,8	1,4	1,2
	0,9	0,6	1,8	1,9	1,2	1,4
	0,7	1,0	1,5	1,8	0,6	1,3
	0,4	1,0	1,2	1,6	1,9	1,0
rugosidade	3,4	2,0	2,3	2,8	1,0	2,9
final	3,7	1,1	2,8	2,8	0,6	2,6
	3,1	1,3	2,1	3,0	0,9	3,1
	4,4	2,0	2,3	2,2	0,4	3,7
	4,0	1,6	1,7	2,1	0,5	3,0
diferença	2,5	0,4	0,9	0,4	-0,3	1,9
	3,1	0,2	1,4	1,0	-0,8	1,4
	2,2	0,7	0,3	1,1	-0,3	1,7
	3,7	1,0	0,8	0,4	-0,2	2,4
	3,6	0,6	0,5	1,5	-1,4	2,0

A TAB. 6 expressa os resultados médios obtidos, em micra (μ), da medição da rugosidade superficial dos C.P., antes e após o ataque ácido.

As médias iniciais e finais da rugosidade superficial dos diferentes C.P., bem como as médias das diferenças de rugosidade entre os materiais, foram submetidas ao teste de significância de **Student** (TAB. 7 e 8 , respectivamente). Verificou-se que todos os materiais, exceto o Renew Light, apresentaram alterações significantes em suas superfícies, ao nível de 5 %, após contato de um minuto com o ácido fosfórico a 37 %, conforme ilustra a TAB.7.

TABELA 7 -TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE STUDENT ENTRE MÉDIAS DE RUGOSIDADE SUPERFICIAL INICIAL E FINAL DOS C.P. DOS MATERIAIS PESQUISADOS

MATERIAL	NÍVEL DE SIGNIFICÂNCIA	"t" CALCULADO
LIFE	0,0003	11,473 *
DYCAL F.A. II	0,0128	4,275 *
HYDRO C	0,0143	4,145 *
PROTECAL	0,0112	4,445 *
RENEW LIGHT	0,0565	2,656 N.S.
PICKAV	0,0003	11,357 *

$p < 0,05$ para 4 G.L. $t_c = 2,13$

* **Significante**

N.S. **Não significativa**

Com base nos dados da TAB.7, pode-se dividir o comportamento dos materiais, no que tange ao aspecto de suas rugosidades superficiais, em três grupos. Está incluído no primeiro grupo, o cimento Renew Light que, com uma média de rugosidade superficial final menor que a inicial (TAB.6), não apresentou diferença de rugosidade estatisticamente significativa. No segundo grupo, encontram-se os materiais Dycal F.A. II, Hydro C e Protecal que apresentaram resultados estatisticamente semelhantes quanto à rugosidade produzida em suas superfícies e entre si (TAB. 7 e 8, respectivamente). No terceiro grupo estão incluídos Life e Pickav que apresentaram as alterações de superfície mais significativas, sendo que o Life diferenciou-se ainda, estatisticamente, do Pickav (TAB. 8).

TABELA 8 - CONTRASTE DE MÉDIAS DA RUGOSIDADE SUPERFICIAL ENTRE MATERIAIS, APÓS O EFEITO ÁCIDO

Materiais	Nível de significância	"t" calculado
Life X Dycal F.A.II	0,0007	9,365 *
Life X Hydro C	0,0021	8,182 *
Life X Protocal	0,0035	6,158 *
Life X Renew Light	0,0008	8,895 *
Life X Pickav	0,0049	5,603 *
Dycal F.A. II X Hydro C	0,5304	0,685 N.S.
Dycal F.A. II X Protocal	0,6943	0,422 N.S.
Dycal F.A. II X Renew Light	0,0058	5,363 *
Dycal F.A. II X Pickav	0,0001	14,534 *
Hydro C X Protocal	0,6992	0,415 N.S.
Hydro C X Renew Light	0,0093	4,694 *
Hydro C X Pickav	0,0199	3,750 *
Protocal X Renew Light	0,0091	4,724 *
Protocal X Pickav	0,0164	3,977 *
Renew Light X Pickav	0,0005	9,927 *

$p < 0,05$ para 4 G.L. $t_c = 2,13$

* Significante

N.S. Não significante

5.1.3 - Resultados dos testes de detecção de cálcio por espectrofotometria por absorção atômica

As TAB. 9 e 10 contêm os dados da análise realizada pela C I D A S C - Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina - da quantidade de cálcio encontrada nas pastilhas (C.P.) dos materiais antes do ataque ácido e da quantidade de cálcio existente nos resíduos precipitados na solução ácida após o tempo de um minuto, conforme metodologia descrita no capítulo 4.

**TABELA 9 - PORCENTAGEM DE CÁLCIO ENCONTRADA NOS C.P.
ANTES DO ATAQUE ÁCIDO - CONDIÇÃO A**

produto	LIFE	DYCAL F.A. II	HYDRO C	PROTECAL	RENEW LIGHT	PICKAV
	12,900	12,225	16,713	18,063	4,900	9,725

**TABELA 10 - PORCENTAGEM DE CÁLCIO DETECTADO NA SOLUÇÃO ÁCIDA
APÓS UM MINUTO - CONDIÇÃO B**

produto	LIFE	DYCAL F.A. II	HYDRO C	PROTECAL	RENEW LIGHT	PICKAV
porcentagem de cálcio em dissolução em cada amostra	0,011 0,015 0,020 0,027	0,003 0,005 0,004 0,007	0,005 0,005 0,005 0,005	0,004 0,004 0,005 0,004	0,010 0,008 0,009 0,007	0,026 0,026 0,026 0,026
média	0,0183	0,0048	0,0050	0,0043	0,0085	0,0260
proporção (%) B ----- x 100 A	0,141	0,038	0,029	0,023	0,173	0,267

Convém lembrar que os dados obtidos em porcentagem de cálcio nos cimentos surgiram, unicamente, da análise dos C.P. e não foram analisadas as pastas isoladamente por fugir do objetivo do trabalho.

Da análise efetuada, verificou-se que o cálcio não é o elemento principal, em quantidade, nos cimentos de hidróxido de cálcio. O cimento Renew Light apresentou a menor quantidade de cálcio presente (4,9 %), seguido dos cimentos Pickav (9,7 %), Dycal F.A. II (12,2 %), Life (12,9 %), Hydro C (16,7 %) e Protecal (18,0 %).

Na TAB. 10 está registrada, em proporção, a quantidade de cálcio encontrada, para cada material, nos resíduos dos experimentos, isto é, do

cálcio que ficou depositado na solução ácida, após a imersão do C.P. Para tanto, os dados de cada grupo foram submetidos à seguinte equação:

$$\frac{\% \text{ de cálcio do resíduo}}{\% \text{ de cálcio da pastilha}} \times 100 =$$

Ainda referente à TAB.10, observa-se, em todos os casos e em todos os materiais, uma pequena perda de cálcio quando do efeito da solução ácida por um minuto. Em ordem crescente de perda de cálcio, em proporção, estão os cimentos Protocal, com um perda de 0,023%, Hydro C, 0,029%, Dycal F.A.II, 0,038%, Life, 0,141%, Renew Light, 0,173% e Pickav, 0,267%. Em face de tais resultados, os materiais testados podem ser combinados em três grupos distintos, em ordem crescente de perda de cálcio, a saber: Protocal, Hydro C e Dycal F.A.II num primeiro grupo, Renew Light e Life em um segundo e Pickav num último grupo.

Esses dados submetidos a uma análise de variância, TAB.11, indicaram haver significância ao nível de 5% entre os cimentos pesquisados e dentre eles.

TABELA 11 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS DADOS DE PORCENTAGEM DE PERDA DE CÁLCIO DOS CIMENTOS TESTADOS

FONTE DE VARIAÇÃO	S.Q.	G.L.	Q.M.	F
ENTRE TRATAMENTOS	0,2195	5	0,0439	3,9550
DENTRE TRATAMENTOS	0,1774	18	0,0111	
TOTAL	0,3969	23		

F 5;18 (5%)=2,77

Aplicando o teste de significância de **Tuckey** entre as médias, TAB.12, verificou-se que os cimentos Life, Renew Light e Pickav diferem

estatisticamente entre si e dos produtos Dycal F.A. II, Hydro C e Protecal. Por outro lado, Dycal F.A. II, Hydro C e Protecal são estatisticamente semelhantes no que tange à perda de cálcio frente ao efeito da solução ácida.

TABELA 12 - TESTE DE SIGNIFICÂNCIA DE TUCKEY (5 %) ENTRE AS MÉDIAS DOS MATERIAIS TESTADOS

produto	DYCAL F.A. II	HYDRO C	PROTECAL	RENEW LIGHT	PICKAV
LIFE	0,1026 *	0,1115 *	0,1179 *	-0,0320 *	-0,1259 *
DYCAL F.A. II	-----	0,0089 NS	0,0153 NS	-0,1346 *	-0,2285 *
HYDRO C	-----	-----	0,0064 NS	-0,1435 *	-0,2374 *
PROTECAL	-----	-----	-----	-0,1499 *	-0,2438 *
RENEW LIGHT	-----	-----	-----	-----	-0,0939 *

Valor crítico de Tuckey a 5 % = 0,0211

*** Significante**
N.S. Não significativa

5.2 - DISCUSSÃO

Na presente pesquisa, observou-se visualmente que o Renew Light, antes do experimento, apresentava, em sua superfície, pequenos pontos opacos. Durante o teste, pequenas bolhas de ar formaram-se na superfície dos C.P. dos produtos Life e Pickav e o cimento se desintegrava. Todos os materiais testados apresentaram alterações visualmente perceptíveis em sua superfície, após o ataque com o ácido fosfórico a 37 % por um minuto. Dycal F.A. II, Hydro C, Protecal, Pickav e, principalmente, o Life, tornaram-se opacos. O Renew Light, a exceção dos demais cimentos examinados, apresentou uma superfície final lisa e mais brilhante.

O resultado analítico das porcentagens de cálcio encontradas nos cimentos testados revelou, através do espectrofotômetro por absorção atômica, que aquele elemento não é o principal, em quantidade, nos cimentos de hidróxido de cálcio examinados e a análise das porcentagens de cálcio encontradas nas soluções ácidas mostrou que, em todos os casos e para todos os materiais, houve, embora pequena, uma perda de cálcio após o teste.

Os resultados da pesagem também evidenciam que todos os materiais testados sofreram perda de substância, ao nível de 5 % de significância, após contato com o ácido fosfórico.

Quando comparadas as médias de pesagem após o tratamento ácido, verificou-se que o Dycal F.A. II e o Hydro C apresentaram resultados semelhantes. De acordo com o fabricante (Dentsply Ind. e Com. Ltda.), o produto Hydro C veio substituir o Dycal tradicional, portanto, Hydro C e Dycal F.A. II são, basicamente, o mesmo produto e devem apresentar resultados semelhantes. Life e Pickav diferiram estatisticamente do Dycal F.A. II, Hydro C, Protecál e Renew Light, porém, comportaram-se de maneira estatisticamente semelhante entre si. Life e Pickav, portanto, foram os materiais mais representativos em perda de substância. Esses dados vêm ao encontro dos de FORSTEN²⁹ e FREITAS³² que comprovaram a superioridade do Dycal em relação ao Life em prevenir a penetração do ácido fosfórico e de BARKHORDAR e MEYER⁵ que demonstraram a superioridade do Dycal F.A. II sobre o Life na mesma ação. Já outros autores^{17,44,51,55,60,72} encontraram resultados que apontaram o Life como um material mais resistente à dissolução ácida do que o Dycal. FORSTEN e SÖDERLING³⁰ determinaram a quantidade total de cálcio liberada de diferentes produtos à base de hidróxido de cálcio, através do método da espectrofotometria por absorção atômica e encontraram valores maiores de perda de cálcio para o Dycal do que para o Life. Atribuíram o fato, provavelmente, a uma maior estabilidade química do material. Vários pesquisadores^{17,28,30,61} atribuem à composição do produto o fato de um cimento dissolver-se mais em relação ao outro. Plastificantes à base de parafina retardam a decomposição hidrolítica, dificultando a difusão da água no material,

enquanto que aqueles à base de sulfonamida são pouco hidrófobos. Life e Dycal contêm plastificante à base de sulfonamida, mas que não é igual para os dois materiais : orto= e para-N-etil tolueno sulfonamida para o Dycal e dietil-p-tolueno sulfonamida para o Life.

Contudo, se variações na composição do produto podem influenciar a taxa de dissolução do cimento, variações no proporcionamento das pastas também o fazem. PHILLIPS, CRIM e SWARTZ⁶⁰ observaram que o uso de uma maior quantidade de pasta base acarretou um aumento na solubilidade do Dycal 2,5 vezes maior. Muitos trabalhos^{17,30,55,72} que apontaram resultados mostrando o Dycal mais solúvel em relação ao Life não esclareceram, em sua metodologia, se o proporcionamento das duas pastas foi baseado no peso ou no comprimento visual das mesmas (método impreciso que pode resultar em quantidades desiguais de pasta).

O material Renew Light é, entre os produtos testados, o que menor quantidade de cálcio continha em sua composição e, por isso, a proporção de cálcio detectado nas soluções ácidas para este material é elevada, se comparada à do Dycal F.A. II, Hydro C ou Protecál. Materiais resinosos, como é o caso do Renew Light, deveriam apresentar maior resistência à solubilidade⁷⁷. Contudo, as opiniões entre os autores estão divididas. STANLEY e PAMEIJER⁸⁴ afirmam que o Prisma VLC Dycal é insolúvel em ácidos e que o Dycal F.A. II apresenta uma solubilidade em torno de 2,0 a 2,5 % ao ácido fosfórico a 35 % por um minuto. Já STAEHLE e KHOURI⁷⁷ não encontraram diferença estatisticamente significativa entre o Dycal e o cimento Alkaliner (ao qual foi adicionado um polímero) quanto à solubilidade.

A diferença de rugosidade observada na superfície dos materiais não foi significativa para o cimento Renew Light e foi estatisticamente significativa, em ordem crescente, para os cimentos, Hydro C, Dycal F.A. II, Protecál, Pickav e Life. Era esperada a maior rugosidade dos cimentos Life e Pickav em relação aos demais, porque foram os materiais que mais se dissolveram no contato com o ácido fosfórico. Dycal F.A. II, Hydro C e

Protecal apresentaram-se estatisticamente semelhantes quanto à rugosidade produzida em suas superfícies. Este tipo de análise foi incluído em vista de citações de autores que descreveram alterações provocadas na superfície dos cimentos após o ataque ácido^{3,42,72}. Contudo, os resultados dos testes de rugosidade superficial dos C.P. dos cimentos testados devem ser analisados com certas restrições em função de o rugosímetro, embora bastante preciso, ser incapaz, em cada leitura, de verificar a rugosidade de toda a superfície do C.P. Para minimizar esta situação, foram realizadas três leituras e tomada a média dos resultados de cada condição. Além disso, os C.P. apresentaram uma rugosidade superficial distinta e inerente ao próprio material e ao método de confecção das pastilhas, como possíveis bolhas ou ondulações provocadas pelo papel celofane no momento da prensagem. Entretanto, o rugosímetro apresenta como resultado a média aritmética da leitura de um determinado comprimento de irregularidades, compensando, em parte, eventuais bolhas ou picos altos na superfície dos cimentos.

A ação do ácido fosfórico sobre a superfície dos cimentos testados produziu resultados semelhantes para os três métodos analisados. Assim, os cimentos que mais perderam substância pelo tratamento ácido, corresponderam em perda de cálcio detectado na análise dos resíduos e em alterações de superfície pela verificação de rugosidade superficial.

A resistência dos cimentos à base de hidróxido de cálcio à dissolução ácida é fundamental quando o material é utilizado associado à resina composta, em função do que já foi exposto nos capítulos 1 e 2. É de supor que os materiais estudados: Dycal F.A.II, Hydro C, Protecal, Renew Light, Life e Pickav, ou a maioria deles, preenchem os requisitos de proteção à dentina frente à ação do ácido quando do condicionamento do esmalte dental, em razão dos mesmos terem sofrido alterações de superfície e perdas de substância pequenas. Os limites de desintegração variaram de 5,71 % para o material que mais se dissolveu até 0,05 % para aquele que apresentou a menor taxa de dissolução.

Tendo em vista as demais propriedades dos cimentos à base de hidróxido de cálcio, tais como alcalinidade e potencial bacteriostático, deve-se selecionar para uso na clínica aquele que, além da resistência à solubilidade frente ao ácido fosfórico, quando a técnica assim o exigir, preencha o maior número possível de condições.

CAPÍTULO VI

CONCLUSÕES

6 - CONCLUSÕES

6.1 - Em relação aos métodos estudados

-Os três métodos de avaliação utilizados: diferença de peso, rugosidade superficial e perda de cálcio através da espectrofotometria por absorção atômica, comprovaram que o ácido fosfórico na concentração de 37 % agindo pelo tempo de um minuto provocou dissolução e alterações na superfície dos cimentos estudados.

6.2 - Em relação ao método de perda de peso

-Todos os materiais estudados sofreram perda de substância estatisticamente significativa ao nível de 5 % após o tratamento com o ácido fosfórico.

-Numa ordem crescente de perda de peso, os cimentos pesquisados podem ser estatisticamente reunidos, situando-se o Protecál num primeiro grupo; Hydro C, Dycal F.A. II e Renew Light, num segundo grupo e Life e Pickav num terceiro grupo.

-A média de perda de peso observada para cada material após os testes foi de 0,05 % para o Protocal, 0,55 % para o Hydro C, 0,83 % para o Dycal F.A. II, 1,19 % para o Renew Light, 4,67 % para o Pickav e 5,71 % para o Life.

6.3 - Em relação às alterações de superfície

-Todos os cimentos examinados, exceto o Renew Light, apresentaram alterações significantes em suas superfícies após o ataque ácido.

-A diferença de rugosidade superficial dos cimentos examinados após o efeito ácido permite, por semelhança estatística, agrupá-los em três categorias sendo, em ordem crescente, o primeiro grupo constituído pelo Renew Light; o segundo, pelos cimentos Dycal F.A. II, Hydro C e Protocal e o último, pelos produtos Life e Pickav.

6.4 - Em relação à detecção de cálcio por espectrofotometria por absorção atômica

-Todos os cimentos examinados sofreram perda de cálcio.

-Por esse método, os materiais testados podem ser estatisticamente combinados em três grupos distintos, em ordem crescente de perda de cálcio, a saber: Protocal, Hydro C e Dycal F.A. II no primeiro grupo, Renew Light e Life no segundo grupo e Pickav no último grupo.

-A quantidade de cálcio encontrada nos corpos de prova dos materiais estudados, previamente ao ataque ácido, foi de 4,9 % para o Renew Light; 9,7 % para o Pickav; 12,2 % para o Dycal F.A. II; 12,9 % para o Life; 16,7 % para o Hydro C e 18,0 % para o Protocal.

-A taxa de cálcio dissolvida pelo ácido fosfórico por material, em proporção, foi de 0,023 % para o Protecál; 0,029 % para o Hydro C; 0,038 % para o Dycal F.A. II; 0,141 % para o Life; 0,173 % para o Renew Light e 0,267 % para o Pickav.

CAPÍTULO VII
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

7 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABBASI, J., BARKHORDAR, R.A. The pH variation in calcium hydroxide liners. Quintessence Int., Berlin, v.18, n.3, p.225 - 226, Mar. 1987.
2. AIDA, S., MATSUI, K., HIRAI, Y. et al. A clinico-pathological study of pulpal reaction to acid etching with phosphoric acid solution at various concentrations. Bull. Tokyo Dent. Coll., Tokyo, v.21, n.3, p.163-179, Aug. 1980.
3. AZIM, M.M.A., JUBACH, T.S., KATORA, M.E. Effect of acid etching on base cement. Egypt. Dent. J., Cairo, v.25, n.1, p.77-84, Jan. 1979.
4. BARATIERI, L.N., ANDRADA, M.A.C., MONTEIRO JR., S. et al. Dentística Operatória: Procedimentos Preventivos e Restauradores. Rio de Janeiro:Santos, 1989. 509p. p.152,239.
5. BARKHORDAR, R.A., MEYER, J.R. Effectiveness of five Ca(OH)₂ cavity liners in preventing acid penetration. J. Dent. R., Washington D.C., v.64, p.316, Mar. 1985. Número especial.
6. BARNES, I.E., KIDD, E.A.M. Disappearing Dycal. Br. Dent. J., London, v.147, n.5, p.111, Sep. 1979.
7. BAUME, L.J., DONNO, G.F. Response of the human pulp to a new restorative material. JADA, Chicago, v.76, n.5, p.1016-1022, May, 1968.
8. BERGENHOLTZ, G. Inflammatory response of the dental pulp to bacterial irritation. J. Endod., Baltimore, v.7, n.3, p.100-104, Mar. 1981.
9. BERGENHOLTZ, G., COX, C. F., LOESCHE, W. J. et al. Bacterial leakage around dental restorations: its effect on the dental pulp. J. Oral Pathol., Copenhagen, v.11, n.6, p.439-450, Dec. 1982.
10. BERGENHOLTZ, G., REIT, C. Reactions of the dental pulp to microbial provocation of calcium hydroxide treated dentin. Scand. J. Dent. Res., Copenhagen, v. 88, n. 3, p.187- 92, Jun. 1980.
11. BINDSLEV, P.H., MJÖR, I. Dentística Operatória Moderna. São Paulo: Santos, 1990. 312p. p.131-132.
12. BÖSSMANN, K., HOPPE, W., STAEHLE, H.J. Experimentelle Untersuchungen über die antimikrobielle Wirksamkeit verschiedener Unterfüllungsmaterialien. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.39, n.9, p.725-731, Sep. 1984.
13. BRÄNNSTRÖM, M. The cause of postrestorative sensitivity and its

- prevention. J. Endod., Baltimore, v.12, n.10, p.475 - 481, Oct.1986.
14. BRÄNNSTRÖM, M., NORDENVALL, K. J., TORSTENSON, B. Pulpal reaction to IRM cement: an intermediate restorative material containing eugenol. ASDC J. Dent. Child., Fulton, v. 48, n. 4, p.259-263, Jul./Aug. 1981.
 15. BRÄNNSTRÖM, M., NYBORG, H. Pulpal reaction to composite resin restorations. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v.27, n.2, p.181-189, Feb. 1972.
 16. BUONOCORE, M.G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. J. Dent.Res., Washington D.C., v.34, n.6, p.849-853, Dec. 1955.
 17. BURKE, F.J.T., WATTS, D.C. Weight loss of four calcium hydroxide-based materials following a phosphoric acid etching and washing cycle. J. Dent., Guildford, v. 14 , n. 5, p.226-227, Oct. 1986.
 18. CHAN, K.C., SWIFT JR., E.J. Leakage of chemical and light cured basing materials. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v. 62, n. 4, p.408-411, Oct. 1989.
 19. CIPRIANO, T.M., GARONE NETTO, N. Hidróxido de cálcio : tipos e indicações. Rev. APCD, São Paulo, v.41, n.2, p.100-111, mar./abr. 1987.
 20. COTTON, W. R., LEONARD, E.P. Pulpal response in rat molars to a new restorative material without a liner. J. Prosthet.Dent., St. Louis, v.18, n.5, p.482-488, Nov. 1967.
 21. CROLL, T.P. Glass ionomers for infants, children, and adolescents. JADA, Chicago, v.120, n.1, p.65-68, Jan. 1990.
 22. DIPPEL, H.W., BORGGREVEN, J.M.P.M., HOPPENBROUWERS, P.M.M. The sealing capacity of intermediary base materials. J.Prosthet. Dent., St. Louis, v.58, n.2, p.166-170, Aug. 1987.
 23. DRISCOLL, C.F., WOOLSEY, G.D., REDDY, T.J. et al. Solubility of zinc oxide-eugenol and calcium hydroxide cements in simulated dentinal fluid. J. Oral Rehabil., Oxford, v.16, n.5, p.451-455, Sep. 1989.
 24. DUFF, E.J., MOTAYAM, K.M. EL. Some etching solutions supplied with adhesive restorative dental materials. Br. Dent. J., London, v.139, n.7, p.283-285, Oct. 1975.
 25. FAIRBOURN, D.R., CHARBENEAU, G.T., LOESCHE, W.J. Effect of improved Dycal and IRM on bacteria deep carious lesions. JADA. Chicago, v.100, n.4, p.547-552, Apr. 1980.
 26. FILIAN, H., DEXIN, Z., WEIZHONG, G.J. et al. Bonding of resinous filling materials to acid-etched teeth: a scanning electron microscopic observation. Quintessence Int., Berlin, v.20, n.1, p.27-30, Jan. 1989.
 27. FISCHER, F.J. The effect of three proprietary lining materials on microorganisms in carious dentin. Br. Dent. J., London, v.143, n.7, p.231-235, Oct. 1977.
 28. FISCHER, F.J., MC CABE, J.F. Calcium hydroxide base materials. Br. Dent. J., London, v.144, n.12, p.341-344, Jun. 1978.

29. FORSTEN, L. Acid penetration through $\text{Ca}(\text{OH})_2$ liners. Proc.Finn. Dent. Soc., Helsinki, v.79, n.1, p.25-27, Jan. 1983.
30. FORSTEN, L., SÖDERLING, E. The alkaline and antibacterial effect of seven $\text{Ca}(\text{OH})_2$ liners in vitro. Acta Odont.Scand., Oslo, v.42, n.2, p.93-98, Mar. 1984.
31. FREITAS, A.C., ROSELINO, R.B., ROTHSCHILD, Z. Perfil de penetração de ácido fosfórico do cimento de fosfato de zinco, em materiais à base de hidróxido de cálcio. Estomatol. e Cult., São Paulo, v.7, n.2, p.127-132, jul./dez. 1973.
32. FREITAS, J.F. de. Resistance of calcium hydroxide materials to phosphoric acid. Aust. Dent. J., Sydney, v.29, n.6, p.389-393, Dec. 1984.
33. GARCIA-GODOY, F. The preventive glass ionomer restoration. Quintessence Int., Berlin, v.17, n.10, p.617-619, Oct. 1986.
34. GARCIA-GODOY, F., GWINNETT, A.J. Penetration of acid solution and gel in occlusal fissures. JADA, Chicago, v.144, n.6, p.809-810, Jun. 1987.
35. GARONE FILHO, W., MURILLO Y MURILLO, J.G., GARONE NETTO, N. Estrutura atual do condicionamento ácido do esmalte e sua recuperação. Rev. APCD, São Paulo, v.29, n.1, p.1-7, jan./fev.1975.
36. GOING, R.E. Status report on cement bases, cavity liners, varnishes, primers, and cleansers. JADA, Chicago, v.85, n.3, p.654-660, Sep. 1972.
37. GOTO, G., JORDAN, R.E. Pulpal effects of concentrated phosphoric acid. Bull. Tokyo Dent. Coll., Tokyo, v.14, n.3, p.105-112, Aug. 1973.
38. GRAJOWER, R., HIRSCHFELD, Z., ZALKIND, M. Compatibility of a composite resin with pulp insulating materials: a scanning electron microscope study. J Prosthet. Dent., St. Louis, v.32, n.1, p.70-77, Jul. 1974.
39. _____. Observations on cavity liners for composite resin restorations. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v.36, n.3, p.265-273, Sep. 1976.
40. GUIMARÃES, S.A.C., ALLE, N. Estudo histoquímico da reação tecidual ao hidróxido de cálcio. Estomatol. e Cult., São Paulo, v.8, n.1, p.79-82, jan./jun. 1974.
41. GWINNETT, A.J. The adaptation of a visible light cured calcium hydroxide liner to dentin. Quintessence Int., Berlin, v.19, n.2, p.111-115, Feb. 1988.
42. HAUWERS, J.D., HAUWERS, R.D. Oppervlakteveranderingen van $\text{Ca}(\text{OH})_2$ - producten na inwerking van 35 % orthofosforzuur. Rev. Belge Med. Dent., Bruxelles, v.36, n.6, p.261-263, Nov. 1981.
43. HOPPE, W., STAEHLE, H.J. Klinische und experimentelle Untersuchungen über die chemische Beständigkeit von Unterfüllungsmaterialien. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.39, n.2, p.123-127, Feb. 1984.
44. HWAS, M., SANDRIK, J.L. Acid and water solubility and strength of calcium hydroxide bases. JADA, Chicago, v.108, n.1, p.46-48, Jan. 1984.

45. JOHNSON, W.W., WICK, J.H. Cavity liners versus phosphoric acid. Dent. Prog., Skokie, v.1, n.3, p.215-220, Apr. 1961.
46. KANKA, J. An alternative hypothesis to the cause of pulpal inflammation in teeth treated with phosphoric acid on the dentin. Quintessence Int., Berlin, v.21, n.2, p.83-86, Feb. 1990.
47. KARJALAINEN, S., FORSTEN, L. Sealing properties of intermediary bases and effect on rat molar pulp. Scand. J. Dent.R., Copenhagen, v.83,n.5, p.293-301, Sep.1975.
48. KUROSAKI, N., KUBOTA, M., YAMAMOTO, Y. et al. The effect of etching on the dentin of the clinical cavity floor. Quintessence Int., Berlin, v.21, n.2, p.87-92, Feb. 1990.
49. LEDESMA, M.P., VIEIRA, D.F. Restaurações com o emprego de ataque ácido do esmalte e compósito. Rev. Port. Estomatol. Cir. Maxilofac., Lisboa, v.29, n.2, p.101-123, abr./jun. 1988.
50. LEUNG, R.L., LOESCHE, W.J., CHARBENEAU, G.T. Effect of Dycal on bacteria in deep carious lesions. JADA, Chicago, v.100, n.2, p.193-197, Feb. 1980.
51. MC COMB, D. Comparison of physical properties of commercial calcium hydroxide lining cements. JADA, Chicago, v.107,n.4,p.610-613, Oct. 1983.
52. MACKO, D.J., RUTBERG,M., LANGELAND, K. Pulpal response to the application of phosphoric acid to dentin. Oral Surg., St.Louis, v.45, n.6, p.930-946, Jun. 1978.
53. MARTIN, F.E., BRYANT, R.W. Adaptation and microleakage of composite resin restorations. Aust. Dent. J., Sydney, v.29, n.6, p.362-370, Dec. 1984.
54. MJÖR, I.,TRONSTAD,L. Experimentally induced pulpitis. Oral Surg., St. Louis, v.34, n.1, p.102-108, Jul. 1972.
55. MÖRMANN, W., LUTZ, F., BESANÇON, H.B. Löslichkeitsbeständigkeit und Säureresistenz von Kalziumhydroxid-Unterfüllungsmaterialien. Schweiz. Monatsschr. Zahnmed., Bern, v.95, n.1, p.14-30, Jan. 1985.
56. NORDENVALL, K.J., BRÄNNSTRÖM, M., MALMGREN, O. Etching of deciduous teeth and young and old permanent teeth. Am. J.Orthod., St. Louis, v.78, n.1, p.99-108, Jul. 1980.
57. PAPADAKOU, M., BARNES, I.E., WASSEL, R.W. et al. Adaptation of two different calcium hydroxide bases under a composite restoration. J. Dent., Guildford, v.18, n.5, p.276-280, Oct. 1990.
58. PASHLEY, D.H., KEPLER, E.E., WILLIAMS, E.C. et al. The effects of acid etching on the in vivo permeability of dentin in the dog. Arch. Oral Biol., Oxford, v.28, n.7, p.555-559, Sep. 1983.
59. PHILLIPS, R.W. Materiais dentários de Skinner. 8.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1984. 467p. p.355-366: Cimentos dentários para fixação.
60. PHILLIPS, R.W., CRIM, G., SWARTZ, M.L. et al. Resistance of calcium

- hydroxide preparations to solubility in phosphoric acid. J. Prosthet. Dent., St. Louis, v.52, n.3, p.358-360, Sep. 1984.
61. PROSSER, H.J., GROFFMAN, D.M., WILSON, A.D. The effect of composition on the erosion properties of calcium hydroxide cements. J. Dent. Res., Washington D.C., v.61, n.12, p.1431-1435, Dec. 1982.
62. QVIST, V., STOLTZE, K. Identification of significant variables for pulpal reactions to dental materials. J. Dent. Res., Washington D.C., v.61, n.1, p.20-24, Jan. 1982.
63. QVIST, V., STOLTZE, K., QVIST, J. Human pulp reactions to resin restorations performed with different acid-etch restorative procedures. Acta Odont. Scand., Oslo, v.47, n.5, p.253-263, Oct. 1989.
64. RAO, S.R. Pulp response in the rhesus monkey to "composite" dental restorative materials in unlined cavities. Oral Surg., St. Louis, v.31, n.5, p.676-688, May, 1971.
65. RETIEF, D.H., AUSTIN, J.C., FATTI, L.P. Pulpal response to phosphoric acid. J. Oral Pathol., Copenhagen, v.3, n.3, p.114-122, 1974.
66. SILVERSTONE, L.M. Fissure sealants: laboratory studies. Caries Res., Basel, v.8, n.1, p.2-26, 1974.
67. SPERANÇA, P.A., BIRAL, R.R., VALDRIGHI, L. Cimentos à base de hidróxido de cálcio: análise da ação antimicrobiana frente a microorganismos freqüentes em cavidades de cárie. RGO, Porto Alegre, v.34, n.2, p.127-131, mar./abr. 1986.
68. STAEHLE, H.J. Dentinwundverbände und ihre praktische Anwendung (I). Quintessenz, Berlin, v.9, n.7304, p.1427-1436, Sep. 1990.
69. _____. _____ (II). Quintessenz, Berlin, v.10, n.7304, p.1595-1606, Okt. 1990.
70. _____. _____ (III). Quintessenz, Berlin, v.11, n.7304, p.1761-1781, Nov. 1990.
71. _____. Experimentelle Untersuchungen über das Löslichkeitsverhalten verschiedener Unterfüllungs-materialien. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.42, n.7, p.633-638, Jul. 1987.
72. _____. Experimentelle Untersuchungen über das Oberflächenverhalten von Unterfüllungsmaterialien nach Säureexposition. Z.W.R., Heidelberg, v.93, n.3, p.222, 225-226, Mar. 1984.
73. STAEHLE, H.J., GÖX, R., PIOCH, T. et al. Experimentelle Untersuchungen zum Durchtritt von Säuren aus Zementen durch Calciumhydroxid-pasten. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.43, n.8, p. 860-864, Aug. 1988.
74. STAEHLE, H.J., HOPPE, W. Calciumhydroxidpräparate - Klassifikation und klinische Anwendung. Zahnärztl. Mitt., Köln, v.78, n.10, p.1168-1179, Okt. 1988.
75. _____. _____ (II). Zahnärztl. Mitt., Köln, v.78, n.12, p.1409-1424, Dez. 1988.
76. STAEHLE, H.J., HOPPE, W., PIOCH, T. Experimentelle Studien über die

Löslichkeit, die OH-Ionen-Abgabe sowie die mechanische Belastbarkeit von Unterfüllungsmaterialien auf der Basis von Kunstharzen und Kalziumhydroxid. Dtsch. Zahnärztl. Z. München, v.42, n.6, p.572-576, Jun. 1987.

77. STAEHLE, H.J., KHOURI, N. Experimentelle Untersuchungen über die Materialeigenschaften von Calciumsalicylatzementen ohne und mit Polymerzusätzen. Z.W.R., Heidelberg, v.100, n.7, p.442-449, Jul. 1991.
78. STAEHLE, H.J., KINDLER, R.P. Die Geschichte des Kalziumhydroxides in der Zahnheilkunde. Zahnärztl. Prax., München, v.41, n.3, p.90-95, Mar. 1990.
79. STAEHLE, H.J., KREFTING, E.R., HÖHLING, H.J. et al. Struktur- und elementanalytische Untersuchungen an der Grenzfläche zwischen erhärtenden Kalziumhydroxidpräparaten und Dentin. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.42, n.10, p.890-896, Okt. 1987.
80. STAEHLE, H.J., PIOCH, T. Antimikrobielle Wirksamkeit und alkalisierender Effekt verschiedener Calciumhydroxid- präparate. Dtsch. Zahnärztl. Z., München, v.44, n.5, p.344 -348, Mai, 1989.
81. STAEHLE, H.J., PIOCH, T. Die alkalisierende Wirkung kalziumhydroxidhaltiger Handelspräparate. Schweiz. Monatsschr. Zahnmed., Bern, v..98, n.10, p.1071-1077, Okt. 1988.
82. STAEHLE, H.J., PIOCH, T., HOPPE, W. The alkalizing properties of calcium hydroxide compounds. Endod. Dent. Traumatol., Copenhagen, v.5, n.4, p.147-152, Aug. 1989.
83. STANLEY, H.R., GOING, R.E., CHAUNCEY, H.H. Human pulp response to acid pretreatment of dentin and to composite restoration. JADA, Chicago, v.91, n.4, p.817-825, Oct. 1975.
84. STANLEY, H.R., PAMEIJER, C.H. Pulp capping with a new visible- light-curing calcium hydroxide composition (Prisma VLC Dycal). Operative Dent., Seattle, v.10, n.4, p.156-163, Autumn, 1985.
85. SUZUKI, M., JORDAN, R.E. Glass ionomer-composite sandwich technique. JADA, Chicago, v.120, n.1, p.55-57, Jan. 1990.
86. SWARTZ, M.L., NIBLACK, B.F., ALTER, E.A. et al. In vivo studies on the penetration of dentin by constituents of silicate cement. JADA, Chicago, v.76, n.3, p.573-578, Mar. 1968.
87. SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. Permeability of cavity liners to certain agents. J. Dent. Res., Washington D.C., v.39, n.6, p.1232-1239, Nov./Dec. 1960.
88. SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., CHAMBERLAIN, N. Continued studies on the permeability of cavity liners. J. Dent. Res., Washington D.C., v.41, n.1, p.66-74, Jan./Feb. 1962.
89. SWARTZ, M.L., PHILLIPS, R.W., NORMAN, R.D. et al. Role of cavity varnishes and bases in the penetration of cement constituents through tooth structure. J. Prosthet. Dent., St.Louis, v.16, n.5, p.963-972, Sep./Oct. 1966.

90. TORSTENSON, B., NORDENVALL, K.J., BRÄNNSTRÖM, M. Pulpal reaction and microorganisms under Clearfil Composite Resin in deep cavities with acid etched dentin. Swed. Dent. J., Jonkoping, v.6, n.4, p.167-176, 1982.
91. TRONSTAD, L., MJÖR, I. Pulp reactions to calcium hydroxide- containing materials. Oral Surg., St. Louis, v.33, n.6, p.961-965, Jun. 1972.
92. TYAS, M.J. Developments in light-cure lining materials. Aust.Dent. J., Sydney, v.34, n.6, p.578, Dec. 1989.
93. UDOLPH, C.H., KOPEL, H.M., MELROSE, R.J. et al. Pulp responses to composite resins with or without $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bases. J. Calif. Dent. Assoc., San Francisco, v.3, n.3, p.56-59, Mar. 1975.
94. VOJINOVIC, O., NYBORG, H., BRÄNNSTRÖM, M. Acid treatment of cavities under resin fillings: bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions. J. Dent. Res., Washington D.C., v.52, n.6, p.1189-1193, Nov./Dec. 1973.
95. ZANDER, H.A. The treatment of dentin before insertion of restorations. Int. Dent. J., Guildford, v.4, n.5, p.693-700, Sep. 1954.

ANEXOS

ANEXOS

ILUSTRAÇÕES



Figura 1 - Balança analítica

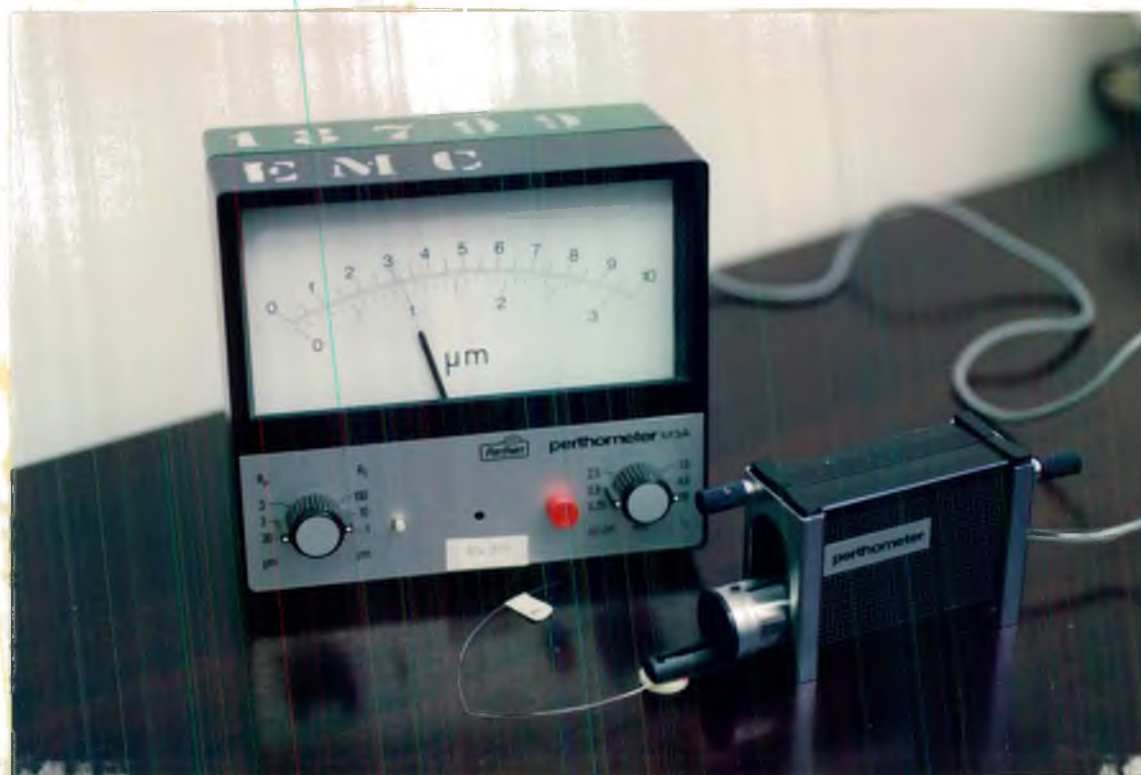


Figura 2 - Rugosímetro



Figura 3 - Espectrofotômetro por absorção atômica

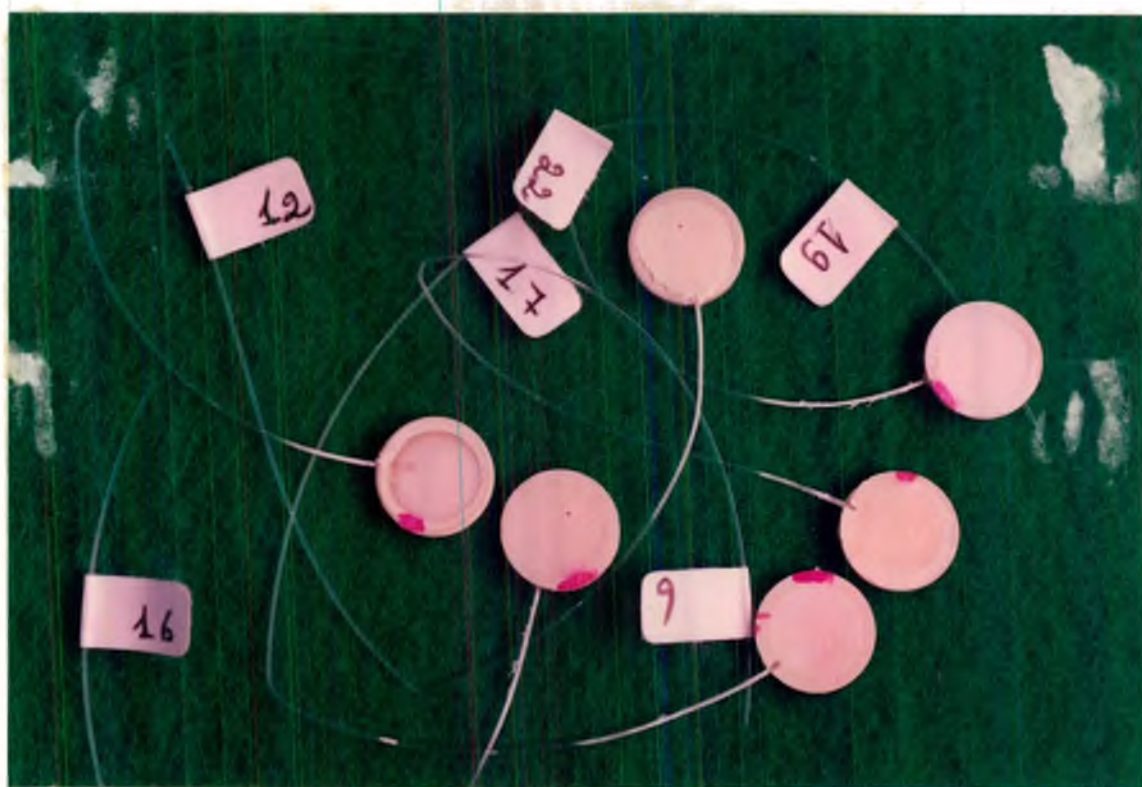


Figura 4 - Corpos de prova