

Este exemplar foi devidamente corrigido, conforme resolução CCP6/036/83.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

Piracicaba, 10/01/97.

Honami

**INFLUÊNCIA DA PROTEÇÃO
E ACABAMENTO SUPERFICIAL
SOBRE A RESISTÊNCIA AO MANCHAMENTO
DE CIMENTOS IONOMÉRICOS RESTAURADORES**

ANA PAULA TEIXEIRA BOSCARIOLI
CIRURGIÃ-DENTISTA

Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas, para obtenção do título de Doutor em Ciências - Área de Concentração : Materiais Dentários.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA

ANA PAULA TEIXEIRA BOSCARIOLI
CIRURGIÁ-DENTISTA

**INFLUÊNCIA DA PROTEÇÃO
E ACABAMENTO SUPERFICIAL
SOBRE A RESISTÊNCIA AO MANCHAMENTO
DE CIMENTOS IONOMÉRICOS RESTAURADORES**

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba, da Universidade
Estadual de Campinas, para obtenção do
título de Doutor em Ciências - Área de
Concentração : Materiais Dentários.

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ ROBERTO LOVADINO

PIRACICABA - SP

1996

9404654



UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	UNICAMP
	B65i
V.	29.959
PREC	284,97
	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input checked="" type="checkbox"/>
PREC	88,11,00
DATA	01/05/97
N.º CPD	

CM-00 097567-0

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

B65i	<p>Boscarioli, Ana Paula Teixeira.</p> <p>Influência da proteção e acabamento superficial sobre a resistência ao manchamento de cimentos ionoméricos restauradores. / Ana Paula Teixeira Boscarioli. - Piracicaba : [s.n.], 1996. 110f. : il.</p> <p>Orientador : José Roberto Lovadino.</p> <p>Tese (Doutoramento) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Cimentos dentários. 2. Espectrofotometria. I. Lovadino, José Roberto. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">19.CDD - 617.675 - 617.695</p>
------	---

Índices para o Catálogo Sistemático

- | | |
|---------------------------|---------|
| 1. Odontologia - Cimentos | 617.675 |
| 2. Materiais dentários | 617.695 |



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Doutorado**, em sessão pública realizada em 09/12/96, considerou o candidato aprovado.

1. José Roberto Lovadino

2. Mário Fernando de Goes

3. Guilherme Elias Pessanha Henriques

4. Rita de Cássia Loiola Cordeiro

5. Pedro Bignelli

Dedico

Aos meus pais João e Therezinha, e aos meus
irmãos Ana Elisa, Paulo e José Pedro,
pelo apoio, incentivo e confiança em mim
depositados desde o início do meu desenvolvimento.

Ao meu marido José Lemos e ao meu filho,
que completaram a minha realização pessoal.

A Deus pela vida, saúde, inspiração e paz.

... agradeço o amor, carinho e dedicação.

Ao Prof. Dr. José Roberto Lovadino,
sem o acompanhamento do qual, seria
impossível a realização deste trabalho.

Agradecimento Especial

Ao Prof. Dr. Simonides Consani, Professor Titular do Departamento de Odontologia Restauradora - Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelos valiosíssimos ensinamentos e sugestões apresentados durante o Curso de Pós - Graduação.

Ao Prof. Dr. Mario Fernando de Goes, Professor Livre Docente do Departamento de Odontologia Restauradora - Área de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo incentivo, apoio, confiança, e pela participação marcante em minha formação Científica e Acadêmica.

meus sinceros reconhecimento e gratidão.

Agradecimentos

Aos Profs. Drs. José Ranali, Diretor e Oslei Paes de Almeida, Diretor Associado da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo apoio incentivo à pesquisa.

Aos Profs. Drs. Luiz Antônio Ruhnke, Wolney Luiz Stoff e Lourenço Correr Sobrinho, da Disciplina de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela amizade, além dos conhecimentos transmitidos durante o curso.

Aos funcionários da Disciplina de Materiais Dentários, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, Selma A. Barbosa Segalla, Marcos Blanco Cangiani, pela agradável convivência, ajuda e atenção, sempre prestativos, e pela amizade desenvolvida, meus sinceros agradecimentos.

Ao Departamento de Farmacologia, da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelo indispensável auxílio na fase experimental para o desenvolvimento deste trabalho, pela atenção e disponibilidade.

Ao amigo de Pós - Graduação Mário Alexandre Coelho Sinhoreti, pela troca de conhecimentos e elaboração da análise estatística, meu grande reconhecimento.

A Prof. Dra. Marinéia de Lara Haddad, da Escola Superior de Agronomia ESALQ-USP, pela orientação na análise estatística.

À Sra. Sueli Duarte de Oliveira Soliani, bibliotecária da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pela orientação nas referências bibliográficas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (PIC-CAPES), pela concessão de bolsa de estudos.

À Coordenadoria da Pós - Graduação da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP, pelos recursos concedidos.

Aos colegas de Pós - Graduação (mestrado e doutorado), pela amizade, emoções e conhecimentos trocados durante o curso.

Aos amigos, com quem convivi durante o Curso de Pós - Graduação, em particular, pela amizade e apoio que recebi.

E a todos que, direta ou indiretamente, participaram do meu desenvolvimento.

SUMÁRIO

1. LISTA	01
2. RESUMO	05
3. INTRODUÇÃO	08
4. REVISÃO DE LITERATURA	13
5. PROPOSIÇÃO	63
6. MATERIAIS E MÉTODO	65
6.1. Materiais	66
6.2. Método	67
6.2.1. Preparo das amostras	67
6.2.2. Procedimentos experimentais	67
6.2.3. Curva de calibração do aparelho espectrofotômetro	70
6.2.4. Obtenção dos resultados e análise estatística	70
7. RESULTADOS	77
8. DISCUSSÃO	85
9. CONCLUSÃO	90
10. ANEXO	92
11. SUMMARY	98
12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	100

1. LISTA

1.1 Lista de ilustrações	Folha
Tabela 1- Cimentos Ionoméricos utilizados no experimento.	66
Tabela 2- Delineamento experimental.	69
Tabela 3- Análise de Variância.	78
Tabela 4- Valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores estudados.	79
Tabela 5- Valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos, em função das variáveis proteção e acabamento superficial.	80
Tabela 6- Valores originais médios da variável proteção superficial para concentração de corante dos cimentos ionoméricos em função do acabamento superficial.	82
Tabela 7- Valores originais médios da variável acabamento superficial para concentração de corante dos cimentos ionoméricos em função da proteção superficial.	83
Figura 1- Caracterização da amostra.	68
Figura 2-Ilustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Chelon Fil nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 659 nm).	72
Figura 3-Ilustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Vitremer nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 658 nm).	73

Figura 4-Illustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Dyract nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 658 nm). **74**

Figura 5-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Chelon Fil, e sua correspondente regressão linear. **75**

Figura 6-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Vitremer, e sua correspondente regressão linear. **75**

Figura 7-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Dyract, e sua correspondente regressão linear. **76**

Figura 8- Ilustração gráfica da tabela 4. Valores originais médios das concentrações de corante impregnados nas amostras dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer, e Dyract. **79**

Figura 9 - Ilustração gráfica da tabela 5. Valores originais médios da concentração de corante impregnado nas amostras dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função das variáveis proteção e acabamento superficial. **81**

Figura 10 Ilustração gráfica da tabela 6. Comparação da variável proteção superficial ausente ou presente, para os valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função do acabamento superficial. **82**

Figura 11 Ilustração gráfica da tabela 7. Comparação da variável acabamento superficial ausente ou presente, para os valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função da proteção superficial. **84**

1.2. Lista de abreviaturas e siglas

HEMA - Hidroxi Etil Meta Acrilato

UR - Umidade Relativa

ZOE-EBA - Óxido de Zinco e Eugenol-Ácido Etoxi Benzóico

ISO - Organização Internacional de Padronização

Rx - Raios x

EGTA - Ácido Etileno Glicol Tetra Acético

ADA - Associação Dentária Americana

CP - Com Proteção

SP - Sem Proteção

CA - Com Acabamento

SA - Sem Acabamento

PA - Pró Análise

R - Coeficiente de correlação

Ra - Rugosidade média

p - probabilidade

1.3. Lista de Notações

°C - Graus Celsius

N - Normal

μm - micrometro

mm - milímetro

ml - mililitro

v/v - volume por volume

% - porcentagem

g - grama

MPa - Mega Paschal

rpm - rotações por minuto

$\mu\text{g/ml}$ - microgramas por mililitro

nm - nanometro

2. RESUMO

O cimento de ionômero de vidro, dado às suas propriedades preventivas, vem se desenvolvendo muito, surgindo novos tipos, em busca de melhores propriedades mecânicas, estéticas e de manipulação. O propósito deste estudo foi verificar a alteração de cor por manchamento, de vários tipos de cimentos ionoméricos, em função da proteção e acabamento superficial, através de espectrofotometria, quantificando a concentração de corante depositado sobre o cimento. Corpos de prova com 4 mm de diâmetro e 2 mm de espessura foram obtidos dos cimentos Chelon Fil, Vitremer e Dyract. Essas amostras foram recobertas por esmalte de unha em uma das faces planas e na circunferencial. A outra face sendo a experimental recebeu os tratamentos: proteção superficial ou não com o mesmo material, e acabamento superficial ou não após 24 horas. Dessa forma, foram obtidos 4 grupos de 10 amostras para cada cimento. Após este último procedimento, medidas de rugosidade superficial foram feitas na face experimental. Os corpos de prova foram mantidos a 37°C e 100% UR. Após 48 horas as amostras foram pesadas, coradas com azul de metileno 2% durante 3 minutos, lavadas em jatos de água destilada por 10 segundos, secas e trituradas até se obter um pó, que foi colocado em tubos de ensaio com 3,5 ml de álcool absoluto por 48 horas, sendo então feita as leituras espectrofotométricas do sobrenadante após centrifugação. Anteriormente às leituras, foi feita uma curva de calibração com soluções padrões de azul de metileno em álcool absoluto com concentrações de 0, 1, 2, 4, 6, 8 e 10 µg/ml, onde 4 ml foram colocados em tubos de ensaio contendo amostras trituradas de cada cimento sem ter recebido os tratamentos superficiais e centrifugados. Através das leituras da curva verificou-se o pico de absorbância e esses comprimentos de onda foram utilizados para cada um dos cimentos nas leituras. Foram também obtidas regressões lineares com um coeficiente de correlação entre densidade óptica e concentração de corante. Por essa equação, a concentração de corante pôde ser obtida de cada amostra e a média dos resultados de cada grupo foi calculada e submetida a Análise de Variância e teste de Tukey ($p < 0,01$). Os resultados mostraram haver diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$), quanto a concentração de corante depositado sobre as amostras dos cimentos ionoméricos, sendo o Chelon Fil o mais manchado, seguido pelo Vitremer e Dyract. Estas diferenças foram mantidas quando os cimentos foram observados dentro de cada grupo. Quanto a variável proteção superficial houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre a presença ou não deste tratamento, com exceção dos cimentos Chelon Fil e Dyract quando mantidos com acabamento. Houve superioridade nos valores de concentração de corante para as amostras que não receberam a proteção superficial. Com relação a variável

acabamento superficial, não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,01$) entre as amostras acabadas ou não superficialmente, com exceção dos cimentos Chelon Fil mantido com proteção e Dyract mantido sem proteção superficial. Não foi observada correlação direta entre rugosidade superficial e manchamento.

3. INTRODUÇÃO

Segundo RAWLS ⁷¹ a mera presença de restaurações ou próteses na cavidade oral, indica desorganização do meio, com alterações de pH constantes, estabelecendo alterações já provenientes de sua função: alimentação. Estas alterações de pH favorecem a desmineralização da estrutura dental, interferindo no desenvolvimento do processo carioso. Dentre os sistemas preventivos desse processo, o flúor vem se estabelecendo, onde vários autores ^{2, 8, 22, 37} caracterizam sua principal efetividade, sendo este imposto ao meio oral em baixas concentrações e durante um longo período de tempo. TEN CATE ⁸⁰ afirma que dessa forma, o flúor ajuda a promover uma remineralização inibindo a desmineralização, que ocorrendo concomitantemente inibe futuras dissoluções, aumentando também a remineralização de lesões de esmalte já estabelecidas ⁴⁴.

Dessa forma desde seu desenvolvimento, o cimento de ionômero de vidro foi bem aceito como material restaurador direto, pois além da ação cariostática e anticariogênica proveniente de íons fluoretos que são liberados gradativamente³⁷, este oferece um bom vedamento marginal em função da sua adesividade, o que diminui a microinfiltração e conseqüentemente a instalação de cárie secundária ao redor da restauração, além de uma boa retenção^{10, 37, 46, 48, 55, 64, 78}. Isto favorece para que o material possa ser utilizado sem a preocupação do preparo cavitário retentivo, que ocasiona corte e remoção de tecido dental sadio, principalmente em lesões de erosão cervical.

A partir do desenvolvimento unindo as propriedades de liberação de flúor e resistência do cimento de silicato dental, com as propriedades adesivas e biocompatibilidade do cimento de poliacrilato de zinco, ficou inicialmente definida segundo SMITH ⁷⁹ e WILSON & KENT ⁸⁸ as propriedades do cimento de ionômero de vidro.

O pó vítreo de flúor aluminossilicato de cálcio foi formulado conseguindo-se uma relação sílica:alumina que favorece o ataque do ácido reagente, agindo como base ^{3, 35} e obtido em tamanho de partículas que favorecesse as propriedades mecânicas do cimento ⁷. O ácido reagente sofreu muitas alterações em busca de melhores propriedades de armazenamento e reatividade, onde a partir do ácido poliacrílico, foram avaliados outros ácidos como o ácido maleico, seus copolímeros (ac. acrílico/itaconico) e agentes quelantes como o ácido tartárico, o que melhorou também as propriedades de manipulação^{13, 19, 20, 67, 69, 91}. Em acompanhamento foram avaliados concentrações e peso molecular desses ácidos, e proporcionamento pó/líquido para se conseguir as

melhores propriedades mecânicas^{14, 16, 17, 84, 90, 94}. Para facilitar a manipulação sem comprometimento das propriedades de resistência, o ácido poliacrílico foi desidratado e incorporado ao pó vítreo, passando o cimento ionomérico a ter sua reação de presa iniciada pela água ou solução aquosa de ácido tartárico^{10, 47, 51, 68, 70, 95}. Ainda numa tentativa de se melhorar as propriedades de resistência, ao pó foi incorporado partículas metálicas, inicialmente misturadas, até então fundidas junto com o vidro e deste, obtido o pó^{47, 54, 78}.

Juntamente com seu desenvolvimento foi caracterizada a reação de presa do cimento. Com a dissociação do ácido, este ataca a superfície do vidro, liberando os cátions onde, primeiramente o Ca^{+2} liga-se ao poliânion na primeira fase da reação, sendo seguido pela ligação do Al^{+3} , que com a hidratação dos polissais formados envolvendo o núcleo vítreo sem reagir, por meio de ligação química na forma de um gel silícico, é estabelecida a reação de presa^{3, 12, 21, 49, 68, 69}, e com isso a resistência mecânica e à solubilidade e desintegração no meio oral^{6, 14, 34, 53, 85, 93}.

Segundo WALLS⁸³ muitos fatores podem afetar o desenvolvimento da reação de presa deste cimento, inclusive o manipulador^{5, 95}. Um fator que vem causando discussões é a atitude frente à primeira fase da reação de presa do cimento ionomérico até então convencional. Alguns autores defendem a proteção superficial^{10, 15, 26, 27, 56, 96} contra a ação do meio aquoso, sugerindo que o cimento poderia perder alguns de seus constituintes por solubilidade e desintegração, com conseqüente enfraquecimento do cimento. Porém a hidratação dos polissais participa do desenvolvimento da reação de presa e da resistência⁹³, e segundo Mc LEAN⁴⁷ o balanço de água é crítico, podendo o cimento absorver água extra para possivelmente desenvolvimento destas propriedades^{8, 58}, afetando apenas a estética por alteração somente da superfície⁶⁵.

Em busca de melhores propriedades de resistência à solubilidade e desintegração, e resistência mecânica, vem sendo avaliados os cimentos ionoméricos resinosos que receberam a incorporação de polímero resinoso foto ou quimicamente ativados a partir de seus radicais livres^{8, 50, 78}. Em função das variadas porcentagens de polímero resinoso no cimento houve a necessidade de uma mudança de nomenclatura, onde os cimentos que mantiveram as características de cimento ionomérico foi chamado de cimento de ionômero de vidro modificado por resina e aqueles com porcentagem elevada de material resinoso, foi chamado de resina composta modificada por poliácido⁵⁰. Esses novos materiais ofereceram além de melhores propriedades de resistência⁴², melhores propriedades de manipulação e estética.

Atualmente a estética vem sendo muito valorizada em materiais restauradores odontológicos. Esta não só depende da compatibilidade e manutenção de cor, como também está diretamente relacionada com o polimento superficial. Uma superfície livre

de sulcos, quando recebem a incidência de um feixe de luz, este deve retornar da mesma forma, ou seja com a mesma angulação, que para a superfície dental que foi restaurada⁶³. Segundo WILSON et al.⁹² quando da existência de ranhuras, para a observação de uma superfície brilhante, a distância entre estas devem ser menor que o comprimento de onda da luz visível. A lisura superficial é importante também para facilitar a higienização e a prevenção de gengivites por acúmulo de placa⁷⁷ e resíduos alimentares, juntamente com pigmentos corantes, que da mesma forma afetariam a estética^{23, 39, 81, 41}.

Esta rugosidade superficial, num material restaurador estético podem ser provenientes dos instrumentos de acabamento e polimento, pois nem sempre é possível conseguir perfeita adaptação do material restaurador à cavidade somente com o auxílio da matriz de contorno⁸¹, o que ofereceria, segundo muitos autores^{28, 36, 75, 92}, o melhor acabamento superficial. Este procedimento porém, segundo KAO³³, faria com que o componente matriz dos materiais aflorasse, tornando-os mais susceptíveis à ação do meio oral³⁰. Esta ação do meio oral pode fazer com que qualquer material, resinoso ou não, sofra deterioração por solubilização e desintegração^{29, 74, 82}, ou desgaste no meio oral por esforços mastigatórios e procedimentos de higienização²⁸, com exposição de partículas de carga tomando também a superfície rugosa²³. Esta ação é mais efetiva no cimento de ionômero de vidro convencional onde segundo PHILLIPS & BISHOP⁶⁵ pode apresentar-se além de rugoso, esbranquiçado e com aparência de giz, principalmente na fase inicial da reação, com a rugosidade superficial podendo também ser relacionadas à fendas por contração de presa⁷ ou desidratação³⁸.

Dessa forma procedimentos de acabamento e polimento nesse cimento deve ser retardado para permitir maior desenvolvimento da reação de presa e resistência^{15, 31, 45, 46, 65, 75, 86}. Segundo alguns autores até mesmo 24 horas⁹⁵ e com a utilização de agentes lubrificantes^{24, 36, 61, 86}, sendo que na sequência decrescente do tamanho das partículas na abrasividade, todas as irregularidades devem ser removidas antes da mudança da granulação do instrumento de abrasão e polimento³⁸. Além disso o aquecimento deve ser evitado, o que também levaria a maior rugosidade superficial⁶².

Vários tipos de cimentos ionoméricos, procedimentos técnicos restauradores e metodologias tem sido utilizados e desenvolvidos para avaliar o comportamento deste material na cavidade oral. O objetivo desse trabalho foi avaliar o comportamento de resistência ao manchamento de vários tipos de cimentos ionoméricos restauradores, representados pelos cimentos Chelon Fil, um cimento convencional, Vitremer, um cimento modificado por resina, e Dyract, uma resina composta modificada por poliácido, em função da proteção superficial contra a ação do meio de armazenamento, e do acabamento e polimento, onde foi usado um método quantitativo com relação ao

corante impregnado, e tendo como acompanhamento a medida da rugosidade superficial.

4. REVISÃO DE LITERATURA

Em 1968, SMITH⁷⁹ descreveu em termos gerais um novo cimento, o qual mostra adesão melhorada a estrutura dental calcificada. O agente adesivo deveria ser hidrofílico considerando as condições gerais da boca, e formar quelatos com a fase mineral das estruturas dentais. De acordo com estes princípios foram avaliados polímeros solúveis em água contendo grupos quelantes, como o ácido poliacrílico. As moléculas de ácido poliacrílico reagem com muitos metais, entre eles o cálcio do esmalte e dentina, além de formar complexos com proteínas, um fator a mais de adesão. Esse novo cimento apresenta-se como um componente pó, o óxido de zinco e modificadores, e um líquido, uma solução aquosa de um ácido poliacrílico apropriado, o que define suas propriedades de manipulação. A presa do cimento é dada pela formação de uma malha com a reação dos componentes, definindo assim suas propriedades físicas e mecânicas. O novo cimento apresenta propriedades de resistência comparáveis a do cimento de fosfato de zinco e propriedades adesivas consideráveis. Esta, quando apresentou falha, foi coesiva no cimento. As pesquisas sugerem ainda escassa irritação dos tecidos orais pelo novo cimento.

WILSON & KENT⁸⁸, em 1972, registraram um novo cimento dental baseado na reação entre um pó vítreo de aluminossilicato e uma solução aquosa de polímeros e copolímeros do ácido acrílico (cimento ASPA), sendo indicado para restaurações de dentes anteriores, cavidades de erosão e cimentações em geral. Os cimentos de silicato apresentam-se numa forma não usual de compósito, onde sua carga, partículas vítreas não atacadas, e a matriz de fosfato metálico são unidos por um gel silícico, mostrando considerável resistência a abrasão, além do cimento oferecer resistência mecânica e à ciclagem térmica. Para o novo cimento foi sugerido, comparando-se ao ácido fosfórico do componente líquido do cimento de silicato, conter água como solvente da reação e para hidratação dos produtos da reação, possuir função acídula para decompor o pó de aluminossilicato e liberar cátions para a formação do cimento, fornecendo ânions para agir como ligante e formar complexos estáveis com os íons metálicos liberados. No estudo de um ácido conveniente foi necessário buscar um pó básico para favorecer a velocidade de reação com o ácido poliacrílico, aumentando-se a relação alumina/silica. O novo cimento é comparável ao cimento de silicato em resistência à compressão. Apresenta resistência à tração e ao ataque ácido do ambiente oral melhorados. Razões teóricas mostram menor irritação da polpa que o cimento de silicato, sendo seu mecanismo de presa análogo a este, ou seja, cátion H^+ dissociados do poliácido

deslocando cátions Ca^{+2} e Al^{+3} das partículas de pó, que migram na fase aquosa até as cadeias dos poliânions policarboxilato até a presa do cimento, com formação de hidrogel silícico na superfície da partícula vítrea. Foi encontrada resistência melhorada em concentrações maiores do ácido poliacrílico. Devido ao aumento de viscosidade do líquido e consequente dificuldade de manipulação, foram avaliados outros ácidos.

Em 1973, KENT et al.³⁴ estudaram as propriedades do cimento de ionômero de vidro comparando-o com outros cimentos dentais como o cimento de silicato, policarboxilato, fosfato de zinco e óxido de zinco e eugenol. Os materiais foram manipulados à temperatura de $23 \pm 1^\circ \text{C}$ e $50 \pm 2\%$ de umidade relativa do ar, seguindo as instruções fornecidas pelo fabricante. Todos os cimentos foram preparados na mesma consistência, ou seja, aquela utilizada para restaurações. Testes de resistência à compressão e tração foram realizados com amostras após 24 horas e 7 dias e a solubilidade determinada através da pesagem da amostra do cimento antes e após a imersão em água. A erosão em meio ácido foi avaliada após 1 e 8 dias, usando lactato tamponado 100N (pH 4,0 a 37°C). A erosão provocada pelo ácido foi calculada pela porcentagem de perda de peso. Testes adicionais foram realizados para estudar o efeito de condições ácidas e aquosas sobre a superfície do cimento de ionômero de vidro e silicato, onde as superfícies foram examinadas por Microscópio Eletrônico de Varredura (SEM), e a opacidade dos cimentos após 24 horas foi avaliada usando um reflectômetro e espectrofotômetro de transmissão. Os autores observaram que a resistência à compressão do cimento de ionômero de vidro era semelhante ao silicato, mas apresentava maior resistência à tração diametral, maior translucidez e menor acidez inicial quando comparado aos cimentos que usavam ácido fosfórico. Quanto aos testes de desintegração, solubilidade e erosão ácida, os resultados foram melhores quando comparados aos do cimento de silicato. Os cimentos sujeitos ao ataque ácido e aquoso imerso em solução de manchamento mostraram maior rugosidade para o silicato que para o cimento ionomérico, sendo explicado pelo tipo de ligação entre as moléculas da matriz: forças iônicas para o cimento de silicato e ligações covalente para o cimento ionomérico, mais difíceis de serem deslocados pela condição ácida. Estudos qualitativos indicaram adesividade positiva dos cimentos de ionômero de vidro e policarboxilato de zinco ao esmalte e dentina.

CRISP et al.²¹, em 1974, estudaram através de técnica de espectroscopia por infravermelho o cimento de ionômero de vidro ASPA I. O pó vítreo (G200) foi preparado e separado em partículas de até $42\mu\text{m}$. O líquido que foi combinado com o pó para formar o cimento foi uma solução aquosa com 50% de ácido poliacrílico, com peso

molecular médio de 23000, sendo manipulado à temperatura de 21° C. Após o cimento preparado, as medidas de reflexão total atenuada (ATR) foram efetuadas após 5 minutos do início da mistura, seguindo 10 minutos, 3, 6, e 24 horas. Para interpretação do espectro na análise do cimento, a referência dos componentes químicos dos prováveis produtos da reação foram tomados como: precipitado gelatinoso de poliacrilato de alumínio, sais de cálcio e de sódio, e sílica gel. Dessa forma, os autores mostraram que na formação do cimento de ionômero de vidro, o pó de alumínio silicato é degradado à um gel silícico e são formados os sais de cálcio e sódio. Inicialmente, é formado o sal de cálcio que é responsável pela geleificação e presa inicial, e posteriormente, o sal de alumínio que é responsável pela presa final. A diferença na proporção de formação do sal é explicado pela baixa mobilidade do íon alumínio devido à consequente hidratação, morfologia dos cátions na superfície do vidro e às exigências para ligação cruzada dos íons Al^{+3} . Os autores relatam ainda, que alguns grupos carboxílicos permanecem sem reagir possivelmente por serem inacessíveis e também porque a cadeia poliacrílica é grandemente ionizada e o hidrogênio remanescente torna-se firmemente unido por forças eletrostáticas, como consequência tem pequeno efeito na função acídula e são recolocados por cátions com dificuldade.

HAYASHI et al.³¹, em 1974, compararam a tendência de várias resinas compostas à descoloração empregando um meio de manchamento de uma tinta orgânica consistindo de óleo de laranja em óleo de oliva a 37° C. Este meio foi selecionado porque estudos anteriores, mostraram que a descoloração clínica de restaurações de resina foram potencializada por tintas orgânicas oleosolúveis, sendo o óleo de laranja, oleosolúvel de baixo peso molecular, oferecendo taxa de manchamento exagerado. A cor das amostras antes e depois da imersão, foram analisadas com um analisador de cor, medindo intensidade de reflexão de raios variando em comprimento de onda 415 a 685 μm a 30 μm de intervalos. As amostras foram polidas 15 minutos e 48 horas após a mistura. Os resultados mostraram menor descoloração nas amostras polidas a 48 horas.

CRISP & WILSON¹², em 1974, estudaram por métodos de condutância elétrica e química os íons solúveis em água dos cimentos de ionômero de vidro com variação no tempo. A medida de condutância elétrica dá uma indicação do número de íons e sua mobilidade no cimento. Para a análise química, o cimento após ser misturado foi envolvido por um filme de polietileno para prevenir a perda de umidade e estocado a 20°C até o momento da análise. Após o tempo exigido, o cimento foi triturado e passado em tamis com malha de 0,09 mm, sendo removido com 3 porções de 10 ml de água

destilada e centrifugado por 1, 5 e 15 minutos respectivamente. Em seguida numa quarta porção de água adicionada à mistura, esta foi deixada assentar durante uma noite. Esta técnica não seria aplicável em cimentos que apresentassem um tempo menor que 10 minutos do início da mistura onde este deveria ser moído com 3ml de água. No entanto, ambos os métodos foram usadas para este cimento. Para o estudo da condutância elétrica o cimento foi preparado e colocado em uma célula especialmente desenhada, onde a condutância elétrica foi medida com o tempo variando de 3 minutos a 3 meses. Os autores concluíram que na primeira fase da reação, os íons liberados da partícula de vidro precipitam para formar matriz geleificada. A união dos íons metálicos ao poliânion talvez seja por pontes iônicas intermoleculares. Os íons cálcio reagem com o ácido poliacrílico nos primeiros minutos. Fluoretos e fosfatos competem com o poliânion para formar sais insolúveis e complexos, e sílica gel é formada. A resistência e insolubilidade dessa matriz é um resultado da união covalente no polímero e ligação cruzada por ponte iônica entre as cadeias.

CRISP et al.²⁰, em 1975, descreveram modificações em várias formulações do cimento de ionômero de vidro ASPA para melhorar a manipulação e as propriedades de presa. Foi usado uma mistura de sílica, alumina, fluoretos de sódio, cálcio e alumínio e fosfatos fundidos à temperatura de 1000 a 1300° C e obtidas partículas vítreas com tamanho de até 45µm. Foi preparada uma solução aquosa de ácido poliacrílico para cada variável do cimento ASPA I, II, III, IV. Para ASPA I, foi utilizado uma solução aquosa 50% de ácido poliacrílico; para ASPA II, adição de um comonômero ácido quelante (ácido tartárico) à solução polieletrólítica; para ASPA III, adição de metanol, para diminuir a geleificação pela redução do número de grupos carboxílicos do ácido; e ASPA IV, onde o líquido é preparado com um copolímero do ácido polialcenóico de ácidos acrílicos e itacônicos. Depois da mistura do cimento, propriedades como consistência, tempo de presa e de trabalho, resistência à tração diametral, dureza superficial, opacidade, resistência à compressão e solubilidade e desintegração, foram determinadas de acordo com as especificações do Padrão Britânico para cimentos de silicato. De acordo com os resultados, os autores relataram que a consistência e características de manipulação do cimento ASPA IV são diferentes das outras formulações. A resistência e solubilidade das várias formulações não diferiram significativamente, exceto que ASPA III foi significativamente mais frágil que as outras variantes em compressão. A opacidade dos cimentos foi maior que o máximo especificado para cimento de silicato. Os autores enfim concluíram que as propriedades do cimento de ionômero de vidro ASPA foram influenciadas pela natureza do líquido polieletrólítico, onde a incorporação de um comonômero quelante (ácido tartárico), ao

poliácido aumenta a velocidade de presa sem afetar o tempo de trabalho. Substituição do homopolímero de ácido acrílico por um copolímero ácido acrílico/itaicônico, de menor viscosidade quando em solução aquosa, traz melhoramentos do sistema, prolonga o tempo de trabalho e o nível de geleificação é aumentado. Esse líquido além de ser indefinidamente estável a concentração de 50%, não geleifica como o homopolímero do ácido acrílico. O sistema designado ASPA IV foi a variante preferível de cimento de ionômero de vidro.

CRISP et al.¹⁶, em 1976, estudaram a relação entre a proporção pó/líquido e as propriedades físicas de quatro tipos de cimento de ionômero de vidro (ASPA I, II, III e IV). Todas as variedades empregaram o pó baseado no vidro de aluminossilicato G 200 com tamanho de partículas de 45 μ m. Os líquidos poliácidos das quatro variações do cimento ASPA foram preparados no laboratório e as misturas entre pó e líquido feitas a 21° C e 50 % de UR. As determinações de consistência, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade foram feitas de acordo com o Padrão Britânico BS 3365. Dureza foi medida em um Microdurômetro Wallace usando um diamante Vickers. Para a medida de resistência à compressão, os cimentos após a mistura foram mantidos em água ou parafina. Os autores concluíram que o cimento dental de ionômero de vidro usado para restauração deveria ser misturado em altas proporções pó/líquido para produzir pastas de cimento que tenham rápida geleificação, alta resistência, e maior resistência ao efeito da umidade. Apesar do aumento na proporção pó/líquido reduzir o tempo de trabalho, este dependerá das considerações clínicas requeridas.

WILSON et al.⁹¹, em 1976, examinaram um número de agentes quelantes para o cimento de ionômero de vidro, onde as seguintes características de presa foram buscadas: tempo de trabalho, tempo de presa e endurecimento pós presa. O instrumento usado foi um reômetro oscilatório, onde definições apropriadas foram usadas para tabulação de tempo de presa e de trabalho por reogramas, o que caracteriza também uma taxa máxima de presa. O pó do cimento foi um vidro de íons lixiviáveis designado G 200 e uma solução de ácido poliacrílico foi preparada e concentrada a 50%. Os agentes quelantes foram adicionados em geral numa razão de 5:100 partes em peso. Os cimentos foram misturados em ambiente controlado a 23°C \pm 1° C e 50 \pm 5% UR e transferidas ao reômetro oscilatório onde foram registradas as curvas representantes da amplitude de oscilação e seu decréscimo, estimando assim os tempos de presa e de trabalho. A taxa máxima de presa foi expressa como sua medida na redução da porcentagem da amplitude inicial por minuto. Os sistemas dos comonômeros quelantes que apresentaram os melhores resultados foram submetidos a

avaliações como resistência à compressão a 24 horas, solubilidade e desintegração, e tempo de presa usando os testes das especificações padrão. Tempo de trabalho foi medido usando agulhas de Gilmore, resistência à tração pela carga de compressão diametral e a dureza superficial registrada usando um diamante Vickers padronizado. Os autores concluíram que os quelatos ácidos provavelmente transferem os íons metálicos do vidro e também ajudam mantê-los na solução prevenindo união prematura desses íons à cadeia polianiónica. O efeito é aumentar a taxa de endurecimento sem reduzir o tempo de trabalho. O ácido tartárico foi o mais efetivo dos comonômeros, podendo formar ponte quelato entre os átomos de alumínio e, estes complexos metálicos provavelmente agem como estrutura ponte flexível ligando cadeias polianiónicas, oferecendo vantagens sobre as pontes de sal.

CRISP & WILSON¹³, em 1976, estudaram o efeito do ácido tartárico incorporado ao líquido do cimento de ionômero de vidro, sobre a reação do cimento ASPA. Os estágios da reação foram estudados durante um período de 24 horas pelo uso da técnica de reflectância total atenuada (ATR) de espectroscopia infravermelha, monitorando a transformação de grupos COOH em grupos COO⁻ e a formação de sílica gel. Um método químico também foi usado para seguir as variações, associadas a concentração de espécies iônicas solúveis presentes no cimento geleificado. O pó do cimento usado foi um vidro de íons lixiviáveis designado G 200, com tamanho de partículas de 45µm. A solução de ácido poliacrílico foi preparado na concentração de 50% v/v a vácuo (líquido I para o cimento ASPA I). Ao líquido I foi adicionado o ácido tartárico (5% v/v) que apresentaria na composição final 47,5% v/v de ácido poliacrílico e 5% v/v de ácido tartárico, chamando-se líquido II para o cimento ASPA II. A proporção utilizada foi de 3g de pó para 1 ml de líquido, sendo todo o experimento feito a 23° C. Uma quantia de pó foi diluída na proporção de 1:100 e agitadas nas soluções dos líquidos I e II. As suspensões foram centrifugadas e as concentrações de íons Al, Ca, Na, F e fosfato determinadas pelo método químico. Estudo espectroscópico infravermelho foi feito sobre o cimento. De acordo com os resultados, a reação de presa do cimento ASPA II é essencialmente a mesma do cimento ASPA I: o vidro de aluminossilicato de cálcio é parcialmente decomposto pelo ataque ácido a sílica gel, enquanto os íons Ca e Al liberados unem-se para formar a cadeia de poliacrilato, levando a pasta de cimento a gel e a geleificação. A principal diferença entre as duas variações está na evolução da taxa de reação. O ácido tartárico, incorporado na solução de ácido poliacrílico age como acelerador facilitando a extração de íons do pó de vidro. Assim, haverá uma maior concentração de cátions para reagir com os poliânions e subsequente aumento na velocidade de geleificação. O tempo de trabalho

não é afetado, presumindo-se a formação de complexos que previnem a união prematura dos cátions para formar a cadeia de poliacrilato.

CRISP et al.¹⁵, em 1976, estudaram a resistência à compressão e a dureza superficial de três variações do cimento de ionômero de vidro ASPA G 200, denominadas ASPA II, III e IV. Foram incluídos no estudo em nível de comparação o cimento de silicato e o cimento de policarboxilato de zinco. As proporções pó/líquido foram cuidadosamente registradas e a mistura feita em ambiente controlado (21° C e 50% de UR. As medidas iniciais de dureza superficial foram feitas aos 15 minutos e 1 hora sobre uma amostra de cimento em forma de disco (20 mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura) usando o microdurômetro WALLACE. As amostras foram mantidas em um forno a 37° C após 2 minutos do início da mistura e removidas um minuto antes da leitura de dureza superficial. Foram feitas uma média de três leituras em discos separados para os tempos de 15 minutos e 1 hora. Os discos preparados para leitura superficial com mais de 1 hora de idade eram transferidos após decorrido este tempo, a um umidificador (37° C) até o momento da leitura. Sobre estes foram feitas uma média de 5 leituras sobre o mesmo disco. Os números de penetração WALLACE foram transferidos para número de dureza "Woxen"(WHN). Para determinação da resistência à compressão foram preparados cilindros (6 mm de diâmetro x 12 mm de comprimento) e estocados em seus moldes a 37° C por 1 hora até a primeira leitura de resistência à compressão de acordo com o Padrão Britânico BS 3365/1. As amostras para determinações após este tempo (até 1 ano de idade) eram removidas de seus moldes e estocados em água ou parafina líquida não volátil. Os autores concluíram que a dureza superficial das três variáveis de cimento de ionômero de vidro estudadas estavam quase completamente desenvolvidas a 24 horas, aumentando levemente após o período de estudo (1 ano) e estando seus valores entre o cimento de silicato e o cimento de policarboxilato de zinco, podendo ser explicado principalmente em termos de ligação cruzada e conectividade do íon Al^{+3} sobre o íon Zn^{+2} . Quanto à resistência à compressão os cimentos aumentam seus valores respectivamente acima de 24 horas e tendem a atingir seu valor máximo após 1 ano quando estocados em água. A estocagem das amostras em parafina aumenta a resistência à compressão, onde após 1 ano não mostravam nenhuma indicação de aproximação à um máximo. Este comportamento sendo atribuído a remoção de alguns cátions metálicos da amostra quando estocados em água, com conseqüente redução do potencial de formação de ligações cruzadas adicionais.

CRISP et al.¹⁴, em 1976, avaliaram a erosão do cimento de ionômero de vidro ASPA por meio químico. Foi utilizada uma solução aquosa 50% de ácido poliacrílico com peso molecular médio de 23000 e o vidro G 200 tendo sido preparados no próprio laboratório para o cimento ASPA I. Para ASPA II foi adicionado pequena quantidade de ácido tartárico. O cimento foi preparado a 21° C e 50% de umidade relativa, obtendo-se amostras de 20 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura sendo usado um fio dental como meio de suspensão. Estas foram mantidas 1 hora a 37° C, transferidas a um recipiente com 50 ml de água desmineralizada por 23 horas também a 37° C, novamente transferidas para alíquotas de 50 ml por 6 dias e então pesadas e transferidas a outra alíquota de 50 ml de água. Os discos foram repesados e semanalmente transferidos por mais 13 semanas. As alíquotas de 50 ml foram diluídas para 100 ml. Variações na razão pó/líquido foram feitas, de consistência cimentante para restauradora, onde a imersão das amostras em água não foi estendida por mais de 7 dias. Foram avaliados também variações no período de geleificação. Técnica padrão foi usada para avaliação química por espectroscopia de absorção atômica para os íons metálicos Na, Ca e Al, e, para sílica e fosfato, foi usado espectrofotometria. Íons fluoretos foram determinados com eletrodo íons seletivo. De acordo com os resultados os autores puderam concluir que as principais espécies químicas eluídas do cimento foram sílica, sódio e íons fluoreto. Quantias pequena de Al são eluídas nos estágios iniciais da reação o que indica que íons Ca e Al são unidos rapidamente para formação da matriz do cimento. Com a extensão do tempo de presa a quantia de material eluído diminui. A eluição de íons aumenta com o decréscimo da razão pó/líquido e nesta condição a eluição é aumentada pela adição de ácido tartárico o que sugere extração de íons mais efetiva. A água é encontrada fortemente unida a sílica gel, aos grupos ácidos ou aos sais do polímero. Tanto para o cimento de silicato dental como para o cimento ASPA, as espécies eluídas não são de significado estrutural, no entanto, não indica comportamento de desintegração similar. Diferentemente do cimento de policarboxilato de zinco, o cimento ASPA não perde continuamente cátions metálicos envolvidos na matriz. Houve maior flutuação da quantia de espécies eluídas nas primeiras poucas horas de reação.

WILSON⁶⁷, em 1976 critica a avaliabilidade dos testes de solubilidade e desintegração das especificações para os cimentos dentais. Foram avaliados os cimentos de silicato dental, fosfato de zinco e óxido de zinco e eugenol, sendo os cimentos manipulados a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 2\%$ UR e analisados pela técnica química apropriada. Íons Na, Ca, Zn, Mg e Al foram determinadas pela espectroscopia de absorção atômica, fosfato e sílica pela fotocolorimetria baseado no "molibdênio azul" e

fluoretos pelo eletrodo fluoreto específico. Para os estudos de erosão foram utilizados discos do cimento padrão (20 mm de diâmetro e 1,5 mm de espessura) após 1 hora imersos em 50 ml de água destilada por um dia e assim subsequentemente em intervalos semanais, para posterior análise química. Para cimento de óxido de zinco e eugenol, dois discos pesados do cimento após 1 hora, foram imersos em água 30°C por um dia e então secos com papel absorvente para remoção de restos de decomposição e repesados. Análise química do material solúvel em água mostra que, sendo a erosão do cimento um fenômeno complexo, é avaliado somente produtos intermediários e solúveis de reação. Extrapolações para longos períodos de tempo não podem ser feitas, além de não ser indicado para comparações de diferentes cimentos, com diferentes reações de presa. Há a necessidade de um teste suplementar que avalie longos períodos de tempo em meios que representem condições orais, determinando ambos produtos de reação, solúveis, insolúveis e voláteis.

CRISP et al.¹⁷, em 1977, estudaram o efeito da concentração do líquido (poliácido) sobre as propriedades físicas do cimento de ionômero de vidro. O pó usado foi baseado no vidro de aluminossilicato G 200 com tamanho de partículas de até 45µm e o líquido polieletrólítico usado baseou-se no ASPA IV formulado em várias concentrações. A mistura do pó e líquido foi feita a 21°C e 50% UR. Os testes de consistência, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade e desintegração foram feitos de acordo com o Padrão Britânico BS 3365/1. O tempo de trabalho foi medido pela penetração de uma agulha de Gilmore (28g) e a resistência à tração pelo teste diametral. Todos os cimentos foram preparados com apropriadas proporções pó/líquido para oferecer a mesma consistência, um disco de diâmetro de 29 ±1mm. Os autores concluíram que para manter a mesma consistência para o cimento com concentrações acima de 38% em peso, foi necessário reduzir a proporção pó/líquido devido a difícil manipulação do cimento, havendo com isso um aumento do tempo de trabalho e uma alteração complexa no tempo de presa. Concluíram ainda que esse aumento na concentração, com conseqüente redução na proporção pó/líquido aumentou linearmente a resistência à compressão e diminuiu a solubilidade e desintegração. Os resultados indicaram que a alta concentração da solução ácida é desejável.

Mc LEAN & WILSON⁴⁹, em 1977, discutiram o desenvolvimento inicial do cimento de ionômero de vidro a partir dos cimentos de silicato dental e policarboxilato de zinco numa tentativa de se unir suas propriedades vantajosas. Foi discutido sua reação de presa, onde fica enfatizado o deslocamento dos cátions Ca^{+2} e Al^{+3} na forma de

complexos hidratados, sendo a presa inicial dada pelo sal de cálcio e a presa final pelo sal de alumínio. Modificações no tempo de trabalho, tempo de presa, propriedades de manipulação, opacidade e resistência foram conferidas ao estudo de diferentes vidros e formulações ácidas, e seus efeitos. A microestrutura foi definida como um compósito consistindo de um núcleo vítreo, envolvido por uma sílica gel desprovida de cátions, e esta, envolvida pela matriz de polissal, o que caracteriza suas propriedades físicas e mecânicas, resistência ao ataque ácido proveniente da placa dental sobre este, bem como a adesividade do cimento à estrutura dental, sendo estas propriedades resultantes de interações dipolo e iônicas. Foi discutido ainda a influência dos constituintes do cimento sobre suas características estéticas, tendo sido todos os comentários citados, comparados aos cimentos de silicato dental e resina composta.

WILSON et al.⁹⁰, em 1977, descreveram o efeito do peso molecular do poliácido sobre as propriedades físicas do cimento de ionômero de vidro. Para isso uma concentração de 25% v/v foi adotado para o componente líquido, no qual é muito menor que aquela encontrada na formulação praticada de 50% em peso. Isto porque, variando-se o peso molecular acima de 23000 obtém-se uma solução de concentração altamente viscosa e impraticável. Sendo assim, a viscosidade encontrada nas alterações da solução de ácido poliacrílico, variou consideravelmente e conseqüentemente nenhuma proporção pó/líquido específica pode ser usada. A proposta do trabalho foi então avaliar como se alteram as propriedades do cimento quando é alterado o peso molecular do seu poliácido, independente de que, na concentração de 25% em peso, as propriedades do cimento obtido diferem inteiramente do cimento prático. O cimento foi preparado baseando-se no pó vítreo de aluminossilicato designado G 200, a uma temperatura de 21°C e 50% UR. Foram feitas determinações de consistência, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade de acordo com o Padrão Britânico BS 336511. O tempo de trabalho foi feito com auxílio da agulha de Gilmore e a resistência à tração pelo teste de compressão diametral. Os autores observaram, que o aumento no peso molecular produz um decréscimo no tempo de presa e de trabalho, e um aumento nas resistências à compressão e tração. Estas variações nas propriedades físicas são dependentes do alto peso molecular que oferece cadeia molecular longa para formação da malha do gel. No entanto estas soluções com ácido de alto peso molecular somente podem ser usadas a baixas concentrações para a formulação prática do cimento, o que produziria cimentos enfraquecidos.

MITCHEM & GRONAS⁵³, em 1978, avaliaram clinicamente a solubilidade dos cimentos dentais em vista de que testes de solubilidade e desintegração laboratoriais predizem comportamento errático. Perda do cimento foi registrado pela medida direta da profundidade da cavidade resultante da solubilidade do cimento, com intenção de desenvolver e avaliar um sistema de avaliação *in vivo* que remova completamente o efeito da abrasão e reduza o custo. Seis cavidades de 2 mm de diâmetro e 2 mm de profundidade foram adaptadas a uma prótese total e preenchidas com os cimentos de silicofosfato, fosfato de zinco, cimento ZOE-EBA contendo alumina, poliacarboxilato original, poliacarboxilato melhorado e cimento de ionômero de vidro. Os pacientes foram chamados após 6 meses de utilização da prótese total. Em adição, foi incluído no estudo, um cimento de ionômero de vidro mais apropriado para cimentação, onde foi variada a proporção pó/líquido e mais 3 cimentos de poliacarboxilato de zinco. Diante dos resultados os autores concluíram que o cimento de silicofosfato e ionômero de vidro, às duas proporções pó/líquido, mostraram igual solubilidade, o qual foi menor que nos outros cimentos. Esta metodologia parece apresentar meio de avaliação clínica da solubilidade sob as condições orais, predizendo resultados em um relativamente curto período de tempo.

LINGARD et al.⁴¹, em 1978, avaliaram o potencial de manchamento de restaurações anteriores com uma seleção de materiais; três resinas compostas e um cimento de ionômero de vidro, tentando determinar a relação entre descoloração de superfície, margem e corpo da restauração, através de um método colorimétrico. Para o experimento foi utilizada uma metodologia previamente descrita. As amostras em forma de disco foram polidas a 15 minutos e 48 horas com discos de silico-carbeto lubrificadas com água, de abrasividade 200 seguido de 800. Medidas colorimétricas foram feitas e a cor foi apresentada em comprimento de onda, porcentagem de translucidez, brilho e pureza espectral. Após as amostras foram imersas em soluções de manchamento, mantidos a 37°C e 50% UR por um período de 2 meses. Amostras controle de cada material foram imersas em água destilada e medidas de cor foram feitas a 2, 4 e 8 semanas. Diante dos resultados os autores observaram que as superfícies acabadas após 48 horas mostraram menor manchamento devido a menor agressividade do procedimento de acabamento sobre o cimento, estando em uma fase mais avançada de maturação. Diferenças nas temperaturas de estocagem tem mínimo efeito sobre o manchamento superficial, mostrando o significado clínico da absorção dos alimentos em diferentes temperaturas. Os materiais resinosos mostraram menor descoloração com relação ao cimento ionomérico. A penetração de corante no corpo da restauração foi menor para o cimento ionomérico, estando relacionado ao processo de difusão e a

estrutura dos materiais após a presa. O autor conclui que há manchamento por união química dos agentes corantes e que, o manchamento superficial pode ser removido com procedimentos de polimento, oferecendo perda de contorno e integridade marginal das restaurações.

MALDONADO et al.⁴⁴, em 1978, estudaram algumas propriedades do cimento de ionômero de vidro ASPA, comparando-o com o cimento de silicato e cimento de poliacrilato. Os autores verificaram liberação de flúor em água destilada por 21 dias com trocas diárias da solução, o efeito na solubilidade do esmalte, adesão ao esmalte e habilidade em selar cavidades. Com o cimento de ionômero de vidro e silicato, a liberação de flúor foi significativamente maior durante os primeiros dias, diminuindo com o tempo até permanecer em um nível constante, o que indica seu efeito inibitório de cáries secundárias. O cimento de ionômero de vidro reduziu 52% a solubilidade do esmalte adjacente, enquanto o cimento de silicato reduziu 39%. Os autores comentam que o total de flúor liberado do cimento depende também da proporção pó/líquido, onde quanto mais líquido, mais flúor é liberado, pois aumenta a solubilidade do cimento. O cimento de ionômero de vidro adere tanto ao esmalte quanto à dentina. Como o cimento de poliacrilato, esta adesão é superior ao esmalte. Os autores verificaram que o cimento de ionômero de vidro apresentou um eficiente selamento em cavidades classe III e V.

KENT et al.³⁵, em 1979, relacionaram as propriedades físicas dos cimentos de ionômero de vidro com variação na composição química do vidro de aluminossilicato de cálcio. Os vidros foram preparados da mistura de quartzo (SiO_2), alumina (Al_2O_3), criolita (Na_3AlF_6), fluoreto de cálcio (CaF_2), trifluoreto de alumínio (AlF_3) e fosfato de alumínio (AlPO_4) com variação nas porcentagens, sendo transferidos à um forno pré aquecido (1100 a 1300°C), e desta fusão, após resfriamento, obtido um pó de partículas com 10 μm em média. O líquido utilizado foi uma solução de ácido poliacrílico a 50% com peso molecular médio de 23000. O cimento foi preparado dos vários vidros a 21°C e 50% UR, usando proporções pó/líquido conhecidas. As propriedades de consistência, tempo de presa, resistência à compressão e solubilidade e desintegração foram determinadas de acordo com ISO(R 1565). Tempo de trabalho foi obtido usando uma agulha de indentação. Os autores concluíram diante dos resultados, que quando aumenta-se a razão $\text{Al}_2\text{O}_3:\text{SiO}_2$ de 0,5 a 2,0 aumenta-se em geral a taxa de presa e estabilidade hidrolítica do cimento, fazendo com que aumente a vulnerabilidade do vidro ao ataque ácido por favorecer uma carga negativa da estrutura molecular, embora acima de certa

razão o efeito seja ao contrário. Os melhores vidros também foram aqueles com baixo conteúdo de sódio, tendo seu efeito adverso sobre a estabilidade hidrolítica.

WILSON et al.⁹³, em 1979, em vista da observação de que o processo de reação de presa dos cimentos é lento, havendo hidratação dos produtos de reação com conseqüente melhora das propriedades de resistência, realizaram um estudo onde a quantidade de água volátil e não volátil dos cimentos de fosfato de zinco, policarboxilato de zinco, silicato e ionômero de vidro foi quantificada. Os cimentos foram preparados a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR, sendo obtidos discos com 20mm de diâmetro por 1,5mm de espessura e, estocados a 37°C por 30 minutos, 4 e 340 horas. Para obter o tempo zero, o líquido dos cimentos foi misturado a um pó de quartzo formando pasta de cimento simulado. A água volátil foi removida do disco de cimento pesado e mantido em um dessecador até peso constante. A água de produto de reação foi determinada. Propriedades de resistência, deformação plástica e elástica e módulo de elasticidade foram calculados da curva tensão/deformação sobre corpos de prova cilíndricos de 6mm de diâmetro por 12mm de altura após os tempos de estocagem de 30 minutos, 4 e 340 horas a 23°C . Os resultados foram apresentados na forma da razão de água não volátil:volátil. Esta razão variou nos diferentes cimentos, mas em todos os casos houve um aumento desta, com maior tempo de estocagem. Aumento na hidratação foi observado acompanhando aumento de temperatura de estocagem e propriedades mecânicas. Com relação aos cimentos, estes quando apresentaram-se menos hidratados, foram vistas mais pobres propriedades mecânicas. A hidratação dos cimentos e sua resistência aumenta, então, com a idade.

PEARSON & MESSING⁶², em 1979, avaliaram a abrasividade de oito materiais de acabamento sobre corpos de prova de uma resina composta (15mm de diâmetro por 1mm de espessura) através da análise de contorno de superfície e microscópio eletrônico de varredura. Diante dos resultados os autores consideraram haver grande variação nas características superficiais produzidas pelas técnicas testadas. Algumas amostras mostraram perda de forma e alteração da superfície plana, provavelmente devido à forma do instrumento. Abrasivos mais finos encontraram superfície mais lisa. Foi encontrado também, que para alguns materiais abrasivos as partículas de carga foram descobertas e que para materiais de acabamento tipo disco produziram maior aquecimento, o que poderia levar a um possível amolecimento da superfície do material.

BARRY et al.³, em 1979, descreveram a microestrutura e microcomposição do vidro G 200 e do cimento formado pela mistura deste com a solução aquosa do ácido poliacrílico. Também relacionaram a obtenção do vidro (composição e temperatura de fusão) com as características de manipulação do cimento. Lotes do vidro foram obtidos pela fundição dos seguintes componentes: SiO_2 , Al_2O_3 , CaF_2 , Na_3AlF_6 , AlF_3 , e AlPO_4 em proporções pré-determinadas à temperatura que variou de 1150°C a 1300°C durante 75 minutos. Foi obtido um pó vítreo com partículas de $40\mu\text{m}$. O líquido do cimento foi uma solução aquosa de 50% de ácido poliacrílico que foi misturado numa proporção de 1ml para 4g do pó vítreo. As amostras foram preparadas para observação em microscópio de luz incidente e microscópio eletrônico de transmissão. Um microscópio eletrônico de varredura adaptado com analisador de energia dispersiva de Rx foi usado para análise quantitativa dos componentes do vidro e cimento. Os autores concluíram que durante o resfriamento da massa vítrea, percebe-se a presença de regiões circunscritas, semelhante a gotas, ricas em cálcio e fluoretos, que podem apresentar-se de maneira totalmente amorfo, totalmente cristalino (fluoretos), ou amorfo com núcleo cristalino, onde o tamanho e o grau de cristalização destas regiões é dependente da temperatura e tempo de fusão. O ácido ataca a parte não cristalina dessas gotas o que mostra diferença quantitativa no desenvolvimento da reação de presa nas diferentes obtenções do pó para o cimento. A zona externa não cristalina das gotas são ricas em cálcio o que explica o lixiviamento preferencial e liberação deste componente nos primeiros estágios da reação. O processo vagaroso de geleificação depende do ataque lento da fase aluminossilicato, quando o alumínio é também liberado. O vidro preparado a 1300°C apresenta maior conteúdo de alumina e perde fluoretos. A composição, tendo influência da temperatura de obtenção do vidro, afeta assim as características de presa e processo de geleificação.

CRISP et al.¹⁸, em 1980, avaliaram a erosão e absorção de água de quatro cimentos ionoméricos, um cimento de policarboxilato e um cimento de silicato dental em soluções ácida e neutra. Os cimentos foram preparados a 23°C e 50% UR, obtidos discos de 20mm de diâmetro e 1,5mm de espessura e mantidos a 37°C por 1 hora. Os discos foram pesados e transferidos a um recipiente com 50ml de água desmineralizada a 37°C por 23 horas. Em seguida esta água foi separada para análise química e o disco, seco, pesado e transferido a uma nova alíquota de água desmineralizada por 6 dias e então novamente seco, pesado e escovados levemente para remoção de fragmentos insolúveis e, mais uma vez pesado. Todos os procedimentos foram repetidos para solução ácida. Análise química foi feita por espectroscopia de absorção atômica, espectrofotometricamente e por eletrodo seletivo de íon dependendo do

produto a ser avaliado, e a absorção de água foi obtida por diferença de peso. O cimento de ionômero de vidro apresentou maior absorção de água inicial, e subsequentemente apresentou a menor taxa de absorção. Os produtos de erosão puderam ser divididos em solúveis em água (dissolução) e insolúveis (desintegração). Em solução aquosa, cimento de policarboxilato de zinco mostrou menor dissolução e desintegração e sob condições ácidas cimento de ionômero de vidro mostrou este comportamento. Nesta condição, que é mais realista, o cimento de policarboxilato de zinco mostrou a mais alta dissolução e o cimento de silicato dental a mais alta desintegração.

CRISP et al.¹⁹, em 1980, estudaram os copolímeros do ácido poliacrílico e outros monômeros para fornecer melhorias quanto a viscosidade, tempo de vida útil, qualidade de mistura e manipulação, tempo de trabalho adequado, resistência e estabilidade eletrolítica da solução poliácida. Após o preparo da solução do polímero, foi feita a determinação do peso molecular por dois métodos: sedimentação ultra centrífuga e dispersão de luz, os quais resultam em valores absolutos de peso molecular em adição para a viscosidade. Para avaliar a estabilidade dos líquidos, ácido tartárico foi adicionado à solução do poliácido e seu espessamento observado em função do tempo por meio de um viscosímetro cilíndrico de rotação. Para o preparo do cimento foi usado o vidro G 200 e a manipulação efetuada a 23°C e 50% UR. Testes de consistência, tempo de presa, tempo de trabalho, resistência à compressão e à tração e solubilidade foram feitos usando os métodos descritos pela recomendação R 1565 da ISO, para cimento de silicato dental. Os autores concluíram que o cimento requer solução de ácido polialcenoico com pelo menos 50% em concentração para ter ao máximo suas propriedades mecânicas. As vezes deve variar a concentração para diminuir sua tendência ao espessamento e geleificação. Certos copolímeros como o ácido itacônico, ácido metacrílico e acrilamida produzem soluções estáveis à concentração de 50%. Entre estes, o ácido itacônico e acrílico produzem cimentos com melhores propriedades físicas. A menor viscosidade da solução ácido poliacrílico/itacônico pode ser atribuída à união intra molecular dentro da unidade do ácido itacônico, formando um anel com sete radicais o que reduz assim a incidência de união de hidrogênio intermolecular, contribuindo para a estabilidade da solução. Notaram também que copolímeros do ácido acrílico e certos outros ácidos alcenoicos embora não sejam indefinidamente estáveis em solução aquosa produzem cimento de alta resistência.

DIJKEN et al.²³, em 1980, sabendo que o melhor polimento das resinas compostas restauradoras é dado com a tira matriz, e sendo nem sempre possível

nenhuma remoção de excessos marginais, resolveram avaliar doze técnicas de acabamento sobre a textura superficial de três resinas compostas convencionais, uma fotopolimerizável e um cimento de ionômero de vidro. Obtidos os corpos de prova, estes foram embebidos em água destilada a 37°C por 48 horas antes de receber os procedimentos de acabamento e então preparados para análise em microscópio eletrônico de varredura. Os autores, diante dos resultados, observaram que abrasivos de baixa dureza não são efetivos sobre partículas duras como no caso das resinas compostas, removendo somente o componente resinoso e expondo ou deslocando as partículas de carga. Para resinas de micropartículas, foi obtido melhores resultados de textura superficial. Sobre cimento ionomérico, maior lisura superficial foi conseguida com discos de corte fino e discos Sof Lex superfinos e como nas resinas compostas, este cimento mostrou textura superficial rugosa com protusão de partículas de carga após o tratamento com pasta de polimento Adaptic. Os autores realçam a necessidade de um bom acabamento como critério básico para melhor estética, higienização e prevenção de gengivites e recorrência de cáries.

SAVOCA & FELKNER ⁷⁵, em 1980, investigaram o efeito do acabamento sobre a superfície de resina composta em diferentes tempos. Matrizes de Plexiglas foram preparadas com 2 mm de profundidade por 5mm de diâmetro. Foram utilizadas 2 resinas compostas e escolhidos nove intervalos de tempo para este estudo (5, 7, 10, 15, 20 e 30 minutos, e 1, 24 e 48 horas). Nove misturas foram feitas conforme instruções do fabricante e uma mistura adicional foi realizada para servir como controle. A fita mylar foi imediatamente colocada sobre a resina e deixada por 4 minutos com pressão digital, exceto para o grupo controle. Cada amostra foi acabada com pedra branca Arkansas 14P sob baixa velocidade de rotação. A rugosidade superficial foi medida usando dois métodos: 1 - através de fotomicrografias e, 2- outro através de um perfilômetro. Os resultados indicaram que as superfícies das resinas compostas foram mais lisas quando polimerizadas contra a fita mylar. Entretanto, quando procedimentos de acabamentos são necessários, nenhuma superfície mais lisa foi observada nos intervalos de tempo usados neste estudo, indicando que os valores de rugosidade superficial independem do tempo decorrido entre a confecção dos corpos de prova e o início do acabamento.

LEITÃO & HEGDAHL ⁴⁰, em 1980, propuseram-se a examinar o fenômeno de filtração e seu efeito sobre a expressão numérica de rugosidade. A técnica de filtração ou corte, como um meio de distinguir entre rugosidade e curvatura foi explicada e demonstrada sobre amostras de amálgama dental. Os autores concluíram que a maioria

dos rugosímetros apresentam uma média de picos e vales, sendo que um valor numérico pode significar uma série de características superficiais.

MOUNT & MAKINSON ⁵⁷, em 1982, avaliaram as implicações clínicas da reação de presa do cimento de ionômero de vidro, estabelecendo as propriedades mecânicas e estéticas, incluindo translucidez, ou ao menos reflexão da luz, dureza superficial, resistência à abrasão, resistência ao manchamento estando relacionado à desidratação e a necessidade de uma proteção superficial nas fases iniciais da reação. Foram avaliados quatro cimentos de ionômero de vidro obtendo-se amostras com 5mm em diâmetro e 1,5mm em espessura, sendo permitidos geleificarem a 100% UR e 27°C sob tira de poliéster e aos quatro minutos do início da mistura foram cobertos com verniz e testados para dureza superficial após 19 minutos em intervalos de 5 minutos até estabilização da leitura. Amostras adicionais foram, após 10, 20 e 40 minutos do início da mistura, expostas à água e testadas a 48 horas. Outras amostras após 10 minutos do início da mistura foram expostas ao ar durante 10 minutos e então imersos em água por 48 horas antes do teste. Para translucidez repetiu-se a metodologia para os dois últimos grupos com um grupo adicional mantido por 48 horas protegidos por papel mylar e mantido a 100% de UR e 27°C. As amostras foram testadas molhadas e secas. Para manchamento amostras foram preparadas como citado previamente sendo utilizada tinta vermelha para avaliação da intensidade e penetração da tinta. Os autores concluíram que os cimentos ionoméricos endurecem em três estágios. Aos quatro minutos permite remoção a salvo da matriz usada para confecção dos corpos de prova, aos 40 e 60 minutos evita danos de hidratação e desidratação, e, troca iônica continua ao menos por 24 horas, definindo assim tempo para a permanência da proteção superficial e tempo para se efetuar o acabamento.

LAMBRECHTS & VANHERLE ³⁸, em 1982, avaliaram diversos sistemas de polimento de vários compósitos e alguns cimentos ionoméricos com ajuda de um perfilômetro, microscópio eletrônico de varredura e avaliação clínico visual. Foram utilizadas cavidades circulares (2mm de profundidade e 5mm de diâmetro) em dentes bovinos atacados com ácido fosfórico 37% por um minuto, lavadas e preenchidas com o material restaurador. Acabamento e polimento foi iniciado após 15 minutos. Três padrões foram mantidos: A-brilho, B-semibrilho e C-opaco para avaliação clínica. Para avaliação pelo microscópio eletrônico de varredura o critério de classificação foi: A-superfície lisa, B-superfície lisa com pequenas irregularidades e C- superfície rugosa. Para avaliação perfilométrica, amostras dos materiais restauradores foram preparadas para isto, e foram tomados os números de rugosidade. Os materiais utilizados foram

encaixados dentro dos grupos A, B ou C. Diante dos resultados os autores puderam observar que as diversas metodologias apresentam resultados semelhantes de acordo com as divisões em grupos. Dentro do grupo A encontramos as resinas chamadas de microcargas. O grupo B consistindo de compósitos clássicos e alguns novos compósitos apresentou perda de matriz orgânica com protusão das partículas de carga. O grupo C incluiu os cimentos de ionômero de vidro. Dentre os materiais polidores, os discos Sof Lex mostraram alcançar maior lisura superficial. Os autores concluem ser melhor dar acabamento com polidores de grãos finos durante tempo maior, sendo removido totalmente vestígios dos grãos precedentes antes de diminuir a granulação para polimento final.

LAMBRECHTS & VANHERLE³⁹, em 1982, avaliaram a rugosidade superficial de vários compósitos e alguns cimentos ionoméricos com ajuda de um microscópio eletrônico de varredura e um perfilômetro salientando ser a rugosidade superficial responsável pela alteração da estética (perda de brilho e descoloração) e retenção de placa. Amostras foram preparadas, submetidas a escovação referente a três meses de limpeza dental e tomadas as médias de rugosidade superficial. Em seguida as amostras foram preparadas para análise em microscópio eletrônico de varredura a várias amplitudes de aumento. Diante dos resultados os autores observaram que os materiais diferem em dois grupos, um apresentando 3,8 vezes maior rugosidade e outro 10 vezes comparados com as superfícies polidas. Os produtos fotopolimerizáveis apresentaram menor rugosidade comparado ao material autopolimerizável, encontrando menor porosidade devido a manipulação. Também material heterogêneo e perda de matriz orgânica foram responsáveis por profundidade de sulcos. Os cimentos de ionômero de vidro apresentaram maior número de fendas, estrutura porosa e grãos expostos irregularmente. Algumas destas fendas atravessam as partículas vítreas indicando forte união entre a partícula e a matriz, ocorrendo provavelmente devido a contração de polimerização ou desidratação.

PROSSER et al.⁶⁷, em 1982, avaliaram o efeito de aditivos sobre a reação de presa dos cimentos de ionômero de vidro através da utilização de um reômetro oscilatório. Foram avaliados cimentos convencionais, sendo o pó a base do vidro G 200 e o líquido um copolímero do ácido acrílico e itacônico 50% e também o cimento tendo sua presa iniciada pela água, onde ao pó vítero é adicionado o ácido reagente desidratado e deste obtido um pó. Os cimentos foram manipulados a $23 \pm 1^\circ\text{C}$ e $50\% \pm 5\%$ UR, tendo sido adicionados aditivos ao pó ou ao líquido. Tempo de presa foi tomado a 37°C usando um indentador e tempo de trabalho e de presa foram medidos a 23°C

usando um reômetro oscilatório. Espectro infravermelho foi registrado com espectrofotômetro usando a técnica de reflectância total atenuada, sendo registrado também o pH das pastas do cimento. De acordo com os resultados, os aditivos podem ser classificados em três grupos: aqueles que tem efeito acelerador sobre a presa, aqueles que atrasam a presa e aqueles que tem pequeno efeito. Dentro do primeiro grupo nenhum aditivo foi mais efetivo que o ácido tartárico extendendo o tempo de trabalho e acelerando a reação de presa. EGTA também foi efetivo para o cimento convencional e o ácido cítrico para o cimento tendo sua reação de presa iniciada pela água.

BRUNE & SMITH⁷, em 1982, estudaram a microestrutura do cimento de silicato e ionômero de vidro, medindo a distribuição dos íons alumínio, cálcio, fluoretos, fósforo e silício na superfície do cimento geleificado. Para análise da microestrutura as amostras foram fraturadas em dois pedaços, atacadas com solução de ácido fosfórico 0,1% por 10 segundos e lavadas em água destilada. Uma película de carbono foi depositada sobre a superfície fraturada antes da microanálise e embebidas em resina acrílica para serem examinadas com microscópio eletrônico de varredura (SEM), e as fases identificadas por meio da análise de energia dispersiva de Rx. Também avaliaram as propriedades de resistência à compressão usando pó com várias distribuições de tamanho de partículas, selecionadas por peneiras ou técnica ciclone. As amostras para medida de resistência à compressão foram preparadas e ensaiadas de acordo com o Padrão Internacional para cimento de silicato dental ISO 1565 e Padrão Internacional corrente para cimento de ionômero de vidro dental. Segundo os autores, fendas nas amostras dos cimentos foram produzidas pela fratura mecânica durante a contração de presa ou como resultado do preparo para SEM ocorrendo principalmente na matriz e na interface entre a matriz e a partícula, consistente com a união fraca de hidrogênio na camada de sílica ao redor da partícula. A região entre a partícula de vidro original e a matriz do cimento foi a zona mais fraca de ambos os materiais. Os elementos alumínio, cálcio, fluoretos e silício aparecem nas partículas e também na matriz do cimento de silicato. Não foi possível prever se os fluoretos são parte da matriz ou se ocorre em grupos na matriz. Estes elementos todos no cimento de ionômero de vidro são observados irregularmente na superfície. Quanto à separação das partículas em várias frações, os cimentos de silicato e ionômero de vidro não revelaram grande efeito sobre a resistência à compressão, a não ser o cimento de ionômero de vidro que, quando produzido em pequenas partículas, apresentaram um ligeiro aumento nesta propriedade.

PROSSER et al.⁶⁹, em 1982, estudaram por Ressonância Magnética Nuclear (NMR) a reação do ácido tartárico no cimento de ionômero de vidro. Foi usado o vidro de íons lixiviáveis G 200 e o líquido empregado, um copolímero do ácido acrílico e itacônico. A concentração das soluções polieletrólítica foram 25% em volume onde o ácido tartárico D foi adicionado e expresso também como porcentagem por volume. Quantia de vidro conhecida foi adicionada à solução poliácida até uma suspensão homogênea. A técnica espectroscópica NMR distingue átomos de carbono nos diferentes pontos do cimento sendo apresentados como CH₂, CH, C, COOH e CHOH. O ácido tartárico (CHOH e COOH), o homopolímero de ácido acrílico (CH₂, CH, COOH) e o copolímero de ácido acrílico e itacônico (CH₂, CH, C, COOH) tem características de espectro o qual permitem serem identificados. Para analisar a reação de formação do cimento foi usado espectroscopia NMR recorrida à um sistema modelo. Na comparação os autores encontraram que o espectro NMR mostra que o poliácido reage com o vidro imediatamente para formar o sal, exceto quando o ácido tartárico D (+) está presente, onde a formação do polissal é suprimida. A conformação espacial D+ do ácido tartárico é importante para melhorar as propriedades de presa, servindo como ponte para a cadeia do poliânion. O ácido tartárico reage preferencialmente com o vidro e previne a união inicial dos cátions à cadeia polianiónica o que leva a conseqüente aumento do tempo de trabalho. O espectro NMR oferece um quadro médio do estado de neutralização do poliácido e ácido tartárico, onde o pH do cimento pode ser medido.

BEECH & BANDYOPADHYAY ⁴, em 1983, desenvolveram um método para acelerar a dissolução e erosão dos cimentos dentais, o qual oferece solubilidade relativa de acordo com observações in vivo. O método consiste do jateamento de ácido láctico ou cítrico diluído em água e a determinação é feita por perda de peso das amostras e profundidade de cavitação. Foram testados cimentos de policarboxilato de zinco convencional e com sua reação de presa iniciada pela água, um cimento de ionômero de vidro, um silicofosfato, fosfato de zinco e cimento de óxido de zinco e eugenol reforçado. Todos os cimentos foram preparados seguindo as instruções dos fabricantes, colocados nos moldes e estocados a 37°C e 100% UR por 24 horas antes de ser colocados no equipamento. Os autores concluíram que este novo método reproduz valores para solubilidade e erosão, classificando os cimentos de acordo com os encontros clínicos.

MESU & REEDIJK ⁵², em 1983, salientam a necessidade de metodologias de avaliação de solubilidade e desintegração que ofereçam correlação entre aplicações in

vitro e in vivo. Quatro amostras de quatro tipos de cimentos dentais foram utilizados para as avaliações in vitro e in vivo. Para avaliação in vitro, estas amostras foram cicladas em um meio de dissolução específico. Para a avaliação in vivo, as amostras foram posicionadas em prótese de 12 pacientes padronizados onde suas salivas eram avaliadas bacteriologicamente e para capacidade tampão. Registro de degradação dos cimentos foi tomado fotograficamente a tempos regulares in vitro a cada 24 horas por sete dias e in vivo uma vez ao mês por seis meses. A área não afetada do cimento foi medida diretamente das fotografias por um planímetro. Os resultados mostraram diferenças de degradação entre os cimentos bem como entre os meios de teste. Para os quatro cimentos o teste in vitro simulou a durabilidade clínica. O número de bactérias e em consequência a acidez do meio afeta a taxa de degradação da área exposta do cimento.

PEARSON⁶¹, em 1983, avaliou o efeito de vários instrumentos de acabamento sobre a superfície do cimento de ionômero de vidro que tem a sua reação de presa iniciada pela água, após quatro períodos de tempo. O material foi manipulado de acordo com as instruções dos fabricantes e obtidas amostras com 1 cm de diâmetro X 2 mm de espessura que receberam uma cobertura superficial e levadas a um forno a 37° c por 4 a 5 minutos. Tempos adicionais de 2, 4, 6 e 8 minutos foram considerados antes do acabamento inicial. Foram usados quatro tipos de instrumentos rotatórios: pedra alpine branca, borracha impregnada de abrasivos, discos flexíveis de diamante e discos flexíveis de óxido de alumínio. Algumas amostras receberam vaselina antes do acabamento. As amostras foram então preparadas para microscópio eletrônico de varredura e análise perfilométrica. O autor conclue que o acabamento não deve acontecer antes dos 6 minutos após a presa inicial, o que gera dessecação da superfície. Instrumentos menos grosseiros devem ser usados e a dessecação pode ser reduzida com acabamento sob proteção de vaselina, o que não interfere no acabamento superficial.

RAZABONI et al.⁷², em 1983, estudaram a associação de pontas e discos no tratamento superficial de 4 marcas comerciais de resinas compostas, sendo duas do tipo convencional e duas do tipo micro-partículas. Para cada compósito, foram confeccionados 20 corpos de prova medindo 10 x 5 x 3 mm, divididos em 4 grupos de 5 corpos de prova cada um. Para os tratamentos superficiais prévios de cada grupo foram empregados os seguintes instrumentos: pontas diamantadas e brocas de 12 lâminas. Após o uso destes instrumentos, os corpos de prova foram submetidos às diferentes granulações dos discos de acabamento e polimento Sof-Lex. De acordo com os

resultados, os autores concluíram que os níveis na variação da rugosidade superficial das resinas dependem da ação dos tipos de material, disco, instrumento e suas possíveis interações. As resinas com microcarga mostraram-se mais lisas e polidas, por apresentarem superfície mais regular e os discos Sof-Lex usados sequencialmente produziram as melhores superfícies.

LUTZ et al.⁴³, em 1983, avaliaram novos instrumentos de acabamento para resina composta. Uma série de discos flexíveis de óxido de alumínio tem sido fabricada e são convenientes para este propósito. Entretanto seu uso está confinado à superfície convexa com acesso direto. Para acabamento de áreas pequenas e superfícies côncava e oclusal, são necessários instrumentos rotatórios rígidos. As pedras usadas atualmente e as brocas de carbeto de tungstênio são ineficientes com compósitos de micro partículas. Então, uma série de brocas de acabamento revestida com lascas de diamante com 40 e 15 μm foram avaliadas por causa da superior efetividade no desgaste, quando comparado com instrumentos existentes. Rugosidade superficial medida e avaliações qualitativa e quantitativa indicaram que esta ponta diamantada para acabamento, fina e super fina, produz sobre a resina composta superfície tão lisa quanto as brocas de carboneto de tungstênio e as pedras. Estes mesmos, às vezes, causam danos na superfície e sub-superfície ou fratura marginal sobre restaurações de resina composta.

VAN NOORTH⁸¹, em 1983, ao fazer um levantamento bibliográfico sobre os aspectos controvertidos da resina composta, observou que a superfície lisa é o principal requisito para o sucesso do material. A superfície polida, obtida quando o material foi polimerizado em contato com a fita matriz, contribui para o conforto do paciente e produz melhor efeito estético. Isto foi evidenciado por um perfilômetro e estudos de microscopia eletrônica. Várias tentativas para acabamento e polimento resultaram no aumento da rugosidade da superfície. Nem sempre se consegue finalizar uma restauração com fita matriz, tornando-se necessário ajustes, removendo algum excesso de material. Para o acabamento grosseiro, tem sido utilizado broca de carboneto de tungstênio ou pedras brancas. As pontas diamantadas estão sendo contra indicadas porque deixam fendas profundas, que são difíceis de serem removidas. O melhor acabamento foi obtido com discos de polimento. Alguns fabricantes na tentativa de diminuir esta dificuldade, introduziram no mercado uma resina fluida que atua como glaze, entretanto, a falta de resistência ao desgaste abrasivo pode causar sua perda. Outro problema parece ser a falta de adesão adequada entre a camada de glaze e o

compósito polido. O glase somente poderia ser aceitável clinicamente se o dentista o reaplicasse em intervalos regulares.

HACHIYA et al.³⁰, em 1984, relacionaram o acabamento à descoloração da resina composta, considerando que o acabamento e polimento produzem uma superfície irregular, a qual tem sido considerada susceptível à descoloração. Em testes clínicos, 15 pacientes com cárie cervical tiveram seus dentes restaurados com resina composta. Estes dentes foram divididos em 3 grupos: primeiro grupo, foi considerado controle, com matriz cervical; segundo grupo, foi utilizado acabamento com broca de carboneto de tungstênio, acrescida de ponta branca e polimento com taça de silicone azul, imediatamente após a polimerização; e, terceiro grupo, acabamento imediato com broca de carboneto de tungstênio. Após 2 e 7 dias foram realizados novos acabamentos com ponta branca e polimento com taça de silicone azul. Os autores concluíram que: a superfície lisa da resina composta em contato com a tira matriz descoloriu mais que a superfície polida; taça de silicone azul produziu uma superfície menos susceptível à descoloração; polimento imediatamente após a inserção da resina aumentou a descoloração.

KNIBBS & PEARSON³⁶, em 1984, avaliaram por meio de microscópio eletrônico de varredura a superfície do cimento de ionômero de vidro com presa iniciada pela água in vivo, acabada com pedra branca lubrificada ou não com vaselina. O cimento foi utilizado seguindo as indicações do fabricante e aplicado sobre cavidades classe III e V sob condições clínicas normais, permitindo geleificar contra matriz metálica ou papel mylar. Excessos grosseiros foram removidos, verniz protetor foi aplicado e acabamento executado numa sessão seguinte. Uma moldeira foi desenvolvida para tomar a impressão da cavidade restaurada, sendo obtida uma réplica em resina que foi preparado para avaliar em microscópio eletrônico de varredura. Os autores concluíram diante dos resultados que a superfície do cimento geleificada contra a matriz ofereceu os melhores resultados. Remoção de excessos levam a danos na integridade marginal, e procedimentos de acabamento com vaselina produz melhor aparência superficial que utilização de jato de água.

ROULET & WALTI⁷⁴, em 1984, investigaram o comportamento da resina composta e cimento de ionômero de vidro no ambiente oral com relação ao desgaste mecânico sem ação do dente antagonista, comida e escovação dental. Foi desenvolvida uma prótese fixa na região de molares contendo cavidades gengivais que foram preenchidas com cimento de ionômero de vidro polido com borracha abrasiva,

resina composta polida com brocas de carbeto e tungstênio, e resina composta polida com discos flexíveis de óxido de alumínio, sendo o cimento ionomérico protegido com verniz. Alterações volumétricas dos materiais foram determinadas em função de três coordenadas traçadas sobre a superfície do cimento. Foi feita uma avaliação perfilométrica da superfície das amostras e réplicas foram obtidas por meio de um material de impressão e resina epóxica preparadas para avaliação em microscópio eletrônico de varredura. Todas as medidas foram repetidas após 2, 9, 16 e 28 meses. Os autores encontraram em todos os materiais testados entumescimento inicial seguido por perda de substância no ambiente oral por dissolução química já que forças mecânicas foram excluídas. Além disso todos os materiais mostraram aumento na rugosidade após dois meses com manutenção para resina composta e contínuo aumento para o cimento de ionômero de vidro e, fendas entre a matriz e a carga nas resinas compostas, indicaram desintegração do silano sob condições orais.

PROSSER et al.⁷⁰, em 1984, estudaram um número de marcas comerciais de ionômero de vidro indicadas para restauração direta de dentes anteriores e como agente cimentante; além disso estudaram os cimentos de ionômero de vidro chamado convencional e aquele que inicia a reação de presa com a água ou soluções de ácido tartárico diluído, em função da mistura do ácido poliacrílico seco a vácuo ao pó de partículas de vidro. Foi usado neste estudo uma série de variáveis da composição inicialmente apresentada do cimento ASPA. Os cimentos foram preparados a 23°C usando uma proporção pó/líquido pré determinada. Consistência, tempo de trabalho, tempo de presa, espessura de película, resistência à compressão, resistência à tração diametral, opacidade e material lixiviado em água, foram medidos usando os métodos descritos nas especificações do Padrão Britânico (BS 6039:1981). Um teste adicional foi usado para tempo de trabalho: um reômetro oscilatório. Foi medido ainda, alterações de condutividade elétrica usando uma auto balança com compensação de capacitância. Os autores concluíram que as formulações mais recentes do cimento de ionômero de vidro são superiores com respeito às características de presa, translucidez e resistência flexural. O desenvolvimento do cimento com reação iniciada pela água resultou em melhorias nas qualidades de manuseio. Quanto aos agentes cimentantes, estes apresentaram resistência aproximada dos materiais restauradores, onde o efeito da proporção pó/líquido é compensado pelo tamanho de partículas menores. Apresentaram também maior tempo de presa e uma alta opacidade.

Mc LEAN et al.⁵¹, em 1984, descreveram o desenvolvimento do cimento de ionômero, tendo sua presa iniciada pela água, ou solução aquosa de ácido tartárico,

ênfatizando que o seu aparecimento relacionou-se principalmente com as dificuldades de manipulação do cimento de ionômero de vidro convencional. Este trabalho direcionou os comentários aos agentes cimentantes discutindo suas propriedades físicas e mecânicas, espessura de película, uso e manuseio clínico como preparo do dente e da superfície metálica, proporcionamento e mistura, e cimentação. Este cimento revelou melhorias no tempo de trabalho e resistência a ação do meio aquoso, tendo sua viscosidade reduzida, oferecendo menor espessura de película e estabelecimento de sua biocompatibilidade.

PLUIM et al.⁶⁶, em 1984, descreveram um método quantitativo de solubilidade de cimentos *in vivo*, adequado a investigações longitudinais e apresentaram dados *in vivo* de dois cimentos por um período de seis meses. Para o desenvolvimento do experimento foi utilizado esmalte bovino com cavidades que receberam o cimento e sendo inseridos em próteses totais de pacientes padronizados. Réplicas foram tomadas para avaliação em microscópio eletrônico de varredura antes e depois do uso *in vivo*. Os autores comentam que a metodologia oferece vantagens onde vários tipos de cimentos podem ser avaliados e quantificados conjuntamente, sendo sensível a curto período de tempo, podendo ser repetido facilmente e podendo ser similarmente executado *in vitro*. Com relação aos cimentos estudados, a solubilidade do cimento de ionômero de vidro foi apenas uma fração do cimento de fosfato de zinco.

PHILLIPS & BISHOP⁶⁵, em 1985, conduziram um estudo *in vitro* para avaliar o efeito da contaminação por umidade sobre a superfície do cimento de ionômero de vidro durante a reação de presa e o tempo suficiente para que o cimento tenha desenvolvido a reação e não necessite da proteção contra ganho ou perda de água. Amostras foram obtidas de três cimentos de ionômeros de vidro com dimensões de 5mm de diâmetro por 3mm de profundidade. O cimento foi misturado de acordo com as instruções do fabricante e foram feitas 3 amostras para cada material. Para analisar a contaminação por umidade, as amostras foram mantidas a 37°C com papel mylar durante 5, 10, 15, 20, 30, 60, 120 e 240 minutos após o início da mistura e então levadas à uma solução 0,9% de cloreto de potássio a 37°C. Após 24 horas foram examinadas com o auxílio de um estereoscópio e um colorímetro. As amostras foram coradas com solução aquosa de fuccina básica para demonstrar qualquer evidência de fenda. Para avaliar o potencial de polimento, as amostras foram mantidas cobertas em solução 0,9% de cloreto de potássio a 37°C por um período de tempo variando 10 minutos a 28 dias. Para simular procedimento de polimento as amostras foram colocadas por 5 minutos em forno seco a 37°C retornando após a solução salina para avaliação depois de 24 horas.

Os resultados do estudo mostraram comportamento distinto entre os três materiais, variando o tempo onde não deveriam entrar em contato com a umidade em função da reação de presa, o que mostrou embranquecimento, rugosidade superficial, e superfície semelhante a giz. Os materiais variaram também no tempo onde não deveriam receber ressecamento por polimento, o que mostrou presença de fendas.

SETCHELL et al.⁷⁶, em 1985, usaram um método para dissolução dos cimentos, associando um elemento mecânico erosivo combinado com erosão química sendo utilizado um líquido de teste (solução diluída de ácido láctico), o chamado Método de jateamento. O método foi selecionado neste estudo por oferecer um tempo comparativamente menor e suficiente para medição. Foi selecionado neste estudo dois cimentos de ionômero de vidro, que utilizam como ácido reagente o ácido poliacrílico e dois que utilizam o ácido polimaleico, com intenções comparativas, sendo um deles indicado como material restaurador e o outro como agente cimentante. Os cimentos foram misturados de acordo com as instruções do fabricante. Todas as amostras foram polimerizadas por 24 horas a 37°C e 100% de umidade relativa. Após exposição ao aparelho de teste por jateamento, foi feita a medição por um analisador acoplado. Os autores encontraram que o cimento à base de ácido polimaleico, ao menos de acordo com os resultados obtidos com o método de teste de jateamento, parece ser menos resistente à erosão que aquele à base de ácido poliacrílico, e estes encontros podem ser estudados para situação clínica apesar da necessidade de evidências adicionais para confirmar esta dedução.

EARL et al.²⁶, em 1985, estudaram o efeito de vários vernizes e outros tratamentos de superfície sobre o movimento de trítio nas amostras de ionômero de vidro marcadas com este elemento. O cimento foi misturado em uma placa de vidro resfriada e colocado em um anel de 10mm de diâmetro por 5mm de profundidade. Durante o experimento as amostras foram mantidas no anel oferecendo duas áreas de 10mm de diâmetro expostas. Uma das amostras foi mantida como controle, sem nenhum tratamento superficial. As amostras experimentais receberam os seguintes tratamentos superficiais durante os 5 ou 6 minutos após o início da mistura : 1, aplicação ou imersão em verniz seguindo secagem leve; 2, cobertura completa com um dos seguintes emolientes: vaselina, manteiga de cacau ou Ysol; 3, cobertura completa com o cimento etilcianoacrilato. Após aplicação do tratamento superficial, estes foram levados a um recipiente contendo 5ml de solução salina tamponada a 37°C e removidas em séries de tempo de 3, 10, 30, 100, ..., 10000 minutos. O ³H em cada recipiente foi quantificado por líquido espectrométrico cintilante e expresso em porcentagem, e a

liberação cumulativa de trítio em desintegração por minuto, foi delineado por tempo. De acordo com os resultados do experimento os autores concluíram que os emolientes e vernizes dentais comercialmente avaliados quando propriamente aplicados ofereceram um razoável grau de proteção contra o movimento de água através da superfície do cimento de ionômero de vidro. Tratamentos de superfície que oferecem condições clínicas inaceitáveis são interpretados por emolientes inefetivos. Uma cobertura de superfície melhorada eliminará o movimento de água através da superfície de cimento de ionômero de vidro na primeira hora após sua colocação.

Mc LEAN & GASSER ⁴⁶, em 1985, considerando que os materiais utilizados para restauração como o amálgama dental e a resina composta deixam muito a desejar, salientam a efetividade dos cimentos ionoméricos restauradores com relação a suas vantagens de selamento marginal e ação cariostática. Embora o cimento de ionômero de vidro apresente baixa resistência à abrasão e à fratura, resistência flexural tem sido melhorada com incorporação de fibras de liga de prata-estanho às partículas vítreas, sendo sinterizadas a alta temperatura. Estudo das propriedades físicas e mecânicas mostraram considerável melhora deste novo cimento, atribuindo a absorção do stress às partículas do metal e a melhora das características de desgaste atribuídas ao baixo coeficiente de fricção da superfície metálica polida. O autor comenta ainda o uso clínico e técnicas utilizadas.

MOORE et al. ⁵⁴, em 1985, avaliaram a resistência ao desgaste de dois sistemas ionoméricos reforçados com metal por meio de teste de abrasão entre dois corpos e escovação. A perda de material por abrasão de dois corpos foi um décimo do encontrado para o cimento ionomérico convencional e a morfologia do desgaste foi similar àquela encontrada para amálgama dental, uma superfície com aparência de brunidura. De acordo com os encontros de seu experimento a resistência à abrasão dos cimentos reforçados foi marcadamente melhorada.

WONG & BRYANT ⁹⁵, em 1985, determinaram a habilidade de dispensadores de pó e líquido oferecerem uma consistência e proporção pó/líquido ideal e estudaram também a taxa de desenvolvimento de resistência sugerida como grau de presa, podendo ser uma indicação do tempo ideal para acabamento dos cimentos de ionômero de vidro. Foram experimentados 5 diferentes dispensadores de pó/líquido, sendo excluído desta parte do experimento o cimento de ionômero de vidro encapsulado. Tanto o pó quanto o líquido foram pesados antes de serem dispensados. Após uma consideração a respeito de todos os métodos sugeridos pelos fabricantes, uma técnica

foi designada para permitir padronização da mistura e obter amostras de 4mm de diâmetro x 8mm de altura que foram colocadas em água destilada a $37\pm 1^\circ\text{C}$. Para o teste de resistência as técnicas usadas seguiram as especificações do Padrão Britânico. Foram obtidos 5 valores em cada período de tempo. Os autores concluíram que os dispensadores oferecidos pelos fabricantes são guias aproximados para a quantidade de pó e líquido exigidos para encontrar uma mistura ideal do cimento de ionômero de vidro. A marcada diferença na proporção pó/líquido observada quando diferentes dispensadores foram usados, poderia resultar em diferenças nas propriedades do cimento. O sistema encapsulado pareceu ter mérito particular em assegurar uma consistência de mistura satisfatória. Comparações com outros valores absolutos de resistência obtidos em diferentes estudos, talvez sejam inapropriados por causa dos diferentes procedimentos de teste, como tamanho e forma da amostra, estocagem antes do teste, uso ou não de verniz, diferenças na velocidade de carga etc., porém valores comparativos indicam que há um contínuo aumento na resistência à compressão por causa da natureza de presa vagarosa. A resistência inicial no entanto, oferece informações a respeito do grau de presa do material, onde acabamento e contorno final de restaurações de cimento de ionômero de vidro deveriam ser evitadas ao menos 24 horas após a sua colocação.

COHEN & SCHULMAN ¹⁰, em 1985, publicaram um artigo para esclarecer algumas vantagens e desvantagens do cimento de ionômero de vidro, o qual sofreu desde 1970, alterações básicas melhorando o seu uso clínico tanto como agente cimentante como material restaurador estético direto. O cimento de ionômero de vidro é um material que apresenta algumas semelhanças com outros cimentos, visto que seu pó é principalmente um vidro de aluminossilicato, semelhante ao pó do cimento de silicato dental e seu líquido uma solução aquosa de ácido poliacrílico, o mesmo usado no cimento de policarboxilato de zinco. Uma desvantagem do novo cimento é a viscosidade do líquido, sendo mais difícil a sua manipulação em comparação ao cimento de fosfato de zinco, e tem a tendência em espessar-se com o tempo tomando o proporcionamento e a mistura mais crítica. Estes problemas foram resolvidos pelo fabricante alterando o líquido por copolímeros menos viscosos ou incorporando o ácido poliacrílico ao pó, chamando-se cimento anidro, onde este pó é misturado com a água ou solução aquosa de ácido tartárico. Estas modificações resultaram nos seguintes melhoramentos: 1, os cimentos são mais fáceis de proporcionar e misturar; 2, o tempo de trabalho é aumentado; 3, o tempo de presa é diminuído; 4, maior translucidez; 5, menor espessura de película, compatível com as especificações da A.D.A. para cimentos permanentes; e 6, resistência adequada. Como resultado da reação do

cimento temos uma composição química que apresenta propriedades como boa resistência, baixa solubilidade no ambiente oral, adesão à estrutura do dente e liberação de flúor. O cimento nos primeiros estágios da reação deve ser protegido contra a contaminação pela umidade pelo isolamento com uma tira matriz ou aplicação de uma cobertura como veniz. Isto porque o gel do polissal inicial, o poliacrilato de cálcio, é levemente solúvel e formado antes do poliacrilato de alumínio, que é mais resistente e insolúvel. O cimento de ionômero de vidro oferece maior resistência ao ataque ácido que o cimento de policarboxilato de zinco e, além das propriedades adesivas, apresenta liberação de íons fluoretos podendo assim reduzir problemas de microinfiltração e cáries secundárias.

PROSSER et al.⁶⁸, em 1985, desenvolveram um estudo objetivando melhoria da resistência dos cimentos ionoméricos pela modificação química dos componentes: polieletrólito e vidro. Para isso foram sintetizadas variedades do ácido policarboxílico, sendo estudado também os sistemas onde este foi incorporado ao pó, ou seja, o cimento tendo sua reação de presa iniciada pela água. Foram efetuados testes de resistência flexural por ser considerado o melhor meio de medida prática de resistência, usando amostras com 25mm de comprimento por 3mm² de secção cruzada, que foram mantidas 1 hora à 37°C e então transferidas à água (37°C) por 23 horas. Os autores observaram que o maior peso molecular do poliácido confere maior resistência flexural. Com relação ao vidro, a presença de cristalitos melhoram a resistência do vidro e do cimento, que são encontrados em vidros e cerâmicas opacas. Com relação a razão vidros e poliácido nos cimentos misturados à água, quanto maior esta relação, melhor a resistência até tal ponto onde passa a não haver poliácido suficiente para formação de uma matriz contínua, o que leva a conseqüente decréscimo de resistência.

SHINTANI et al.⁷⁷, em 1985 realizaram um estudo sobre o efeito dos métodos de polimento sobre manchamento e acúmulo de *Streptococcus mutans* HS-6 sobre resina composta. Quatro tipos de resinas foram avaliadas: duas convencionais e duas de micropartículas. Foram confeccionadas 36 amostras (8 x 8 mm) de cada marca comercial, com superfície polimerizada contra lâmina de vidro e armazenada em água destilada a 37° C por 24 horas. As amostras de cada marca comercial foram subdivididas e 3 grupos: um grupo recebeu polimento com ponta branca, outro recebeu o mesmo tratamento seguido de acabamento com discos Sof Lex, e o grupo restante não recebeu tratamento. Cada grupo foi dividido, sendo as amostras colocadas em um frasco de vidro contendo solução de tabaco ou imersas em solução de óleo de laranja à temperatura de 37° C. A análise de alteração de cor foi realizada antes e após 3 e 10

dias. Para avaliar o acúmulo bacteriano, foram confeccionados 50 corpos de prova de cada marca comercial, preparados conforme descrito anteriormente, obtendo-se peças de 7 x 30 x 0,3 mm. Cinco amostras foram polidas com disco de papel com granulação 220, cinco com granulação 800 para obter uma rugosidade semelhante aos discos Sof Lex ou ponta abrasiva de silicone e o restante não recebeu polimento. As amostras foram pesadas e colocadas em frascos que continham 0,5 ml da suspensão bacteriana, 10 ml de meio de cultura à base de Trypticase e sacarose (5%), em banhos a 37° C agitados por 18 horas. As amostras foram lavadas em água destilada, secas e mantida a 37° C por 24 horas e pesadas novamente. Os resultados indicaram que os valores mais altos ao manchamento em solução de tabaco foram para a superfície polida com ponta branca. Em relação a solução de óleo de laranja, a tendência ao manchamento mostrou pouca correlação com rugosidade superficial. A superfície polida acumulou mais bactéria do que a superfície lisa em testes de acúmulo bacteriano *in vitro*. No entanto, nenhuma diferença apreciável foi observada entre as quatro resinas que tiveram as rugosidades semelhantes.

Membros do COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT¹¹, reunidos em 1985, verificaram que o material utilizado para a confecção da matriz para obtenção de corpos de prova, bem como suas dimensões, podem influenciar na intensidade com que a luz atinge as camadas mais profundas de material resinoso fotopolimerizável. Fatores intrínsecos ao material, tais como composição e coeficiente de transmissão, podem, igualmente, afetar o seu grau de polimerização. O uso de matrizes não metálicas, translúcidas, permite maior profundidade de cura. A polimerização continua por 24 horas após a aplicação inicial da luz e os valores de dureza superficial aumentam nesse período. O coeficiente de transmissão ou fator de atenuação de um compósito é um indicativo da redução da intensidade da luz que atravessa a massa do material. As resinas de microcarga, por causa da maior dispersão de luz provocada pelas partículas inorgânicas menores, exibem coeficiente de transmissão mais baixo e, normalmente, menor profundidade de polimerização. Para minimizar o problema da polimerização incompleta, recomenda-se para os materiais resinosos ativados por luz visível, o uso de técnica incremental, com camadas de espessura máxima de 2 mm. Sendo o material de cor escura, as camadas com espessura menor que 2 mm devem ser inseridas e polimerizadas por vez. Se há dúvida quanto ao tempo de exposição exigido, este deverá ser prolongado.

WALLS⁸³, em 1986, publicou uma revisão de literatura sobre o desenvolvimento do cimento de ionômero de vidro desde os anos 60 até os dias presente. O

desenvolvimento pode ser visto sob dois aspectos: fatores que afetam a reatividade do vidro de íons lixiviáveis e o tipo e apresentação do ácido polialcenoico. O autor descreve modificações apresentadas ao pó e ao líquido bem como sua reação de presa e os fatores que a influenciam como: temperatura, apresentação física do pó, avaliabilidade dos íons flúor livres e a presença do ácido tartárico, discutindo ainda a estrutura final do cimento e a importância da água na reação e durante o armazenamento do cimento. As propriedades físicas dos cimentos ionoméricos são influenciadas por: variações no pó vítreo, como tamanho e inclusões de cristalitos, variações na razão pó/líquido, tipo de ácido utilizado, concentração, peso molecular, e incorporação deste ao pó, hidratação e porosidade da massa do cimento. Quanto à solubilidade e desintegração há a necessidade de encontrar um meio de armazenamento que se aproxime das condições clínicas para avaliações mais realísticas, assim também para avaliação da liberação e absorção de íons fluoretos no ambiente. O autor comentou ainda sobre a resistência à adesão do cimento e a sua reação e força de união bem como o que a influencia como: resistência do material, natureza do substrato, contaminação e tratamento superficial. Sua biocompatibilidade, desempenho clínico incluindo técnicas, aceitação estética, integridade marginal e uso clínico foram descritos. O autor conclue que este material pode oferecer um futuro promissor com melhorias em várias propriedades.

EARL & IBBETSON²⁵, em 1986, desenvolveram um estudo para determinar a efetividade de dois vernizes usados *in vivo* sobre a desintegração de cimentos de ionômero de vidro. Foram preparadas amostras tubulares dos cimentos ionoméricos e inseridas em aparelhos ortodônticos, tendo sido protegidas com verniz recomendado para este fim, verniz de unha e um grupo mantido como controle, e posicionados em diferentes regiões da boca de seis pacientes pré selecionados. Estas amostras permaneceram *in situ* por seis meses, sendo então removidas e preparadas para avaliação em microscópio eletrônico de varredura equipado com um analisador de energia dispersiva de Rx, que oferece os picos quantitativos para alumínio, silício e cálcio. Exame das amostras foi feita utilizando-se um estéreo microscópio para perda de material dos terminos das amostras e profundidade aparente. Algumas amostras foram perdidas durante os seis meses e não foram recolocadas. Diante dos resultados os autores concluíram que os cimentos em maturação quando não protegidos, mostram maior perda de material e distúrbios no balanço iônico. A proteção com verniz para unha ou o verniz específico ofereceram similaridade nos resultados e, nenhum oferecendo proteção adequada. Este estudo *in vivo*, concorda com os achados laboratoriais que há perda de íons silício e alumínio do cimento imaturo em ambiente

aquoso. Os autores discutem a necessidade de materiais protetores hidrofóbicos como os já descritos vernizes de poliuretano e silanos.

MOUNT⁵⁵, em 1986, fez um estudo sobre a longevidade do cimento de ionômero de vidro, levando em consideração as suas vantagens de liberação de flúor e adesão à dentina e ao esmalte, sendo que as opiniões são divididas se o material deveria ser recomendado como restauração permanente, embora, sempre estando em pesquisas para melhorar as características de presa, propriedades físicas, seleção de graduação de cor e translucidez. Este estudo registrou três marcas comumente usadas como material restaurador e restaurações foram acompanhadas por um período de 8 anos. Falhas foram notadas e se possível a causa foi determinada e documentada. As modificações da manipulação clínica foram descritas e as restaurações foram sempre protegidas para prevenir perda ou ganho de água logo após sua colocação. Durante os 8 anos, o cimento de ionômero de vidro foi estabelecido como um material desejável. O cimento teve como vantagens oferecer preparos cavitários conservadores e prevenção de cáries recorrentes.

MATIS et al.⁴⁵, em 1988, por ter sido introduzido os novos cimentos ionoméricos restauradores que permitem acabamento após 15 minutos, desenvolveram um estudo para avaliar o desempenho clínico de três materiais utilizados para restaurar lesões de abrasão e erosão por um período de três anos, quando acabados após este tempo, em comparação ao acabamento após 24 horas com discos Sof Lex. Foram avaliadas as seguintes propriedades: retenção, forma anatômica, manchamento, descoloração, adaptação marginal e rugosidade superficial. Foram utilizados 30 pacientes com ao menos 4 lesões a serem restauradas. Os critérios para avaliação foram previamente estabelecidos e estas feitas após seis meses, um, dois e três anos. De acordo com os resultados os autores puderam concluir que os cimentos ionoméricos oferecem uma alternativa melhorada à resina composta, quando nenhum preparo cavitário é desejável e que, o material Ketac Fil pode ser acabado 15 minutos após colocação sem efeitos negativos.

WALLS et al.⁸⁴, em 1988, estudaram a reação de presa de um número de cimentos de poliacenoato de vidro comercialmente encontrados e o efeito da variação na proporção pó/líquido sob parâmetros como o tempo de trabalho e de presa, sendo possível que diferenças significantes nas características de presa possam explicar as diferenças na habilidade dos materiais resistirem a contaminação por umidade sem afetar as propriedades físicas. O progresso da reação de presa foi registrado usando

análise termal diferencial (DTA) a 23°C que mede o pico exotérmico, a amplitude de exotermia e o tempo tomado para as amostras resfriarem. As amostras foram misturadas de acordo com as instruções do fabricante e colocadas dentro do cadinho do aparelho (5mm de diâmetro x 1,5mm de profundidade). A reação exotérmica foi monitorada e os parâmetros de presa registrados. O procedimento foi repetido (para os materiais não encapsulados) usando proporções pó/líquido 10% e 20% menores que as indicadas pelos fabricantes. Os autores deduziram que o calor gerado durante a reação é dependente da quantidade de vidro dissolvido da superfície das partículas de vidro, que será influenciado pelo pH do ácido efetuando a dissolução. A redução na razão pó/líquido tende a aumentar a temperatura máxima, associada com um atraso para alcançar o pico e retardamento no processo de resfriamento, assim uma reação mais completa, com maior liberação de calor mas, ao mesmo tempo, o processo de presa é atrasado. Os efeitos da variação de presa sobre as propriedades do cimento foram difíceis de prever, de qualquer maneira, o cimento será mais susceptível a contaminação por umidade, por um tempo maior após a mistura que aqueles misturados a uma proporção pó/líquido correta. Isto porque é provável que os materiais sejam afetados pela contaminação por umidade no período onde alcança o pico máximo e caia até 5% desta temperatura. Este estudo mostrou então que há significativa variação entre os níveis de presa das variedades de cimento de poliacenoato de vidro e que esta, é influenciada pela proporção pó/líquido bem como pelos tipos e apresentações do poliácido usado.

McLEAN ⁴⁷, em 1988, publicou um artigo sobre comentários gerais do cimento de ionômero de vidro desde seu desenvolvimento, em 1970 até seus melhoramentos resultando em mais apropriadas propriedades de resistência mecânica, aumento na translucidez e tempo de presa mais rápido, além de comentar algumas considerações imediatas de seu desenvolvimento. Sua habilidade de liberar íons fluoretos e união à estrutura do dente são suas maiores vantagens, podendo ser indicado a pacientes de alta incidência de cárie e lesões de cárie iniciantes. No entanto o cimento apresenta uma certa fragilidade e acabamento superficial pobre além de, nos estágios iniciais de sua reação de presa, poder sofrer ataque e contaminação por umidade. Concentrando melhoramentos nestas propriedades indesejáveis considerável progresso tem sido registrado na última década. O cimento de ionômero de vidro foi inicialmente melhorado, oferecendo modificações na reação de formação do cimento com incorporação do ácido tartárico, o que estendeu o tempo de trabalho e aumentou a velocidade de presa. Modificações ainda permitiram o uso de vidro contendo menor quantidade de fluoretos que produziu um cimento mais translúcido. Também foi

avaliado a substituição do ácido poliacrílico pelo ácido polimaleico que contém o dobro de grupos carboxílicos, e portanto são mais reativos. Percebeu-se que um aumento no peso molecular do poliácido oferecia um cimento com tempo de presa reduzido e resistência aumentada, porém, o líquido apresentava-se muito viscoso e de difícil manipulação. Este problema foi resolvido com a incorporação do poliácido ao pó e o líquido passou a ser somente a água ou uma solução aquosa de ácido tartárico. Outra maneira de reforçar o cimento de ionômero de vidro foi a mistura ao pó de liga para amálgama desenvolvendo um sistema chamado de "mistura milagrosa" o que aumentou a resistência flexural do cimento mas não melhorou a resistência à abrasão. A solução do problema foi o desenvolvimento dos cimentos de ionômero de vidro denominados CERMET, onde o metal e o vidro são sinterizados juntos, semelhante união forte de fusão do ouro à porcelana, onde pastilhas comprimidas de pó de vidro e metal são fundidas ao redor de 800°C e obtidos um compósito vidro-metal e deste tomado um pó fino e arredondado que melhorou as propriedades de manipulação. Seu uso ainda não substituiu as restaurações de amálgama e deve ser confinado à preparos cavitários limitados. O autor ainda teceu comentários sobre a reação de presa podendo ser resumido como segue: 1°) liberação e migração dos íons do vidro após o ataque do ácido; 2°) união de cátions aos poliânions e precipitação dos sais-geleificação; 3°) hidratação dos sais e desenvolvimento de resistência. O cimento é vulnerável a contaminação por umidade no segundo estágio, onde o prejuízo é permanente. Deve ser observado que o balanço de água é crítico, estando entre a necessidade de água para formação do cimento na hidratação dos sais e a água extra absorvida que enfraqueceria o cimento, observando-se a necessidade de proteção com vernizes próprios ou com sistemas mais efetivo como de resina fotopolimerizável. Além disso o autor comentou sobre a classificação dos cimentos de ionômero de vidro e seu uso clínico, concluindo que deve haver ainda desenvolvimento futuros para se melhorar a resistência, quando usado em regiões de maior carga, e para o polimento superficial.

CHEN et al.⁹, em 1988, fizeram um estudo quantitativo de seis técnicas de acabamento e polimento para compósitos de micropartículas. Utilizaram dentes molares humanos extraídos que não apresentavam cáries, nos quais prepararam cavidades de classe V, com 2 mm de largura x 2 mm de comprimento x 1,5 mm de profundidade, sobre as faces lingual e vestibular. Após a polimerização da resina utilizada na restauração, as amostras foram grosseiramente acabadas com brocas de carboneto de tungstênio de 12 lâminas, em alta velocidade de rotação. Em seguida, as amostras receberam uma de seis técnicas de acabamento e polimento, com instrumentos rotatórios utilizados em baixa velocidade: I- discos Sof Lex sem refrigeração; II-pontas

de polimento sem refrigeração; III-pasta de polimento com taça de borracha; IV-pontas diamantadas para acabamento e polimento; V- acrescida pela ponta de polimento; VI- acrescida pela pasta de polimento. Cada restauração foi acabada e polida por aproximadamente 2 minutos, lavadas com jato de água/ar e armazenadas em 100% de umidade relativa. As restaurações foram avaliadas pelos valores de relativa reflectância do brilho de superfície e pela presença de ranhuras e fendas observadas por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados deste estudo indicaram que diferentes instrumentos de acabamento e polimento apresentaram variadas capacidades polidoras, onde os discos Sof Lex produziram a superfície mais lisa.

KAO ³³, em 1989, estudou a rugosidade superficial das resinas compostas e ionômero de vidro, quando imersas em soluções químicas com padrões de solubilidade variáveis. As observações de fotomicrografias de corpos de prova condicionados quimicamente permitiram detectar a presença de fendas no corpo do material restaurador que, por vezes, propagavam-se pela união matriz/carga. Um outro achado, também frequente, foi a perda de partículas inorgânicas. A extensão do dano depende do poder de penetração do solvente. Uma vez absorvido pela matriz polimérica, pode determinar a ruptura da união resina/carga, uma consequência direta da expansão prévia. A dureza do material, nos primeiros três dias do experimento, também, foi afetada, tendendo ao equilíbrio dentro de 18 a 30 mdias. Dos produtos em estudo, os que apresentavam em sua composição matriz à base de dimetacrilato uretânico exibiram menor resistência ao ataque químico. O acabamento dos corpos de prova parece ter um efeito marcante sobre o comportamento dos compósitos. Corpos de prova polimerizados sob pressão, embora apresentem superfícies mais lisas, são mais vulneráveis ao ataque químico, uma vez que aí predomina a fase orgânica do material.

WILSON et al. ⁹⁴, em 1989, investigaram as propriedades, clinicamente relevantes, do cimento de ionômero de vidro, dependente do peso molecular do poliácido, com o objetivo de entender o processo físico envolvido. Os ácidos poliacrílicos foram secos por congelamento, fragmentados em partículas de 45 μ m que foram codificados e seu peso molecular determinado por cromatografia de permeação de gel (GPC). O pó foi a composição vítrea comercialmente usado com tamanho de partículas abaixo de 41 μ m. Para o preparo do cimento, ao pó foi adicionada solução aquosa de ácido tartárico. Duas formulações de cimento foram usadas uma chamada "baixa formulação", com concentração em volume de 31% de ácido poliacrílico e uma denominada "alta formulação", com concentração em volume do ácido poliacrílico de 50%. O cimento foi colocado em moldes de aço inoxidável e então levados a um forno a

37°C por 60 minutos, para depois serem estocados em água a 37°C por 23 ± 2 horas antes dos testes. Velocidade de presa e tempo de trabalho foram medidos por um reômetro oscilatório. A resistência à compressão foi obtida numa máquina de ensaio INSTRON, utilizando amostras cilíndricas de 4 mm de diâmetro por 6 mm de altura; erosão ácida obtida pelo método de jateamento com solução de ácido láctico 0,02 mol/L, por perda de peso e profundidade de erosão; teste de torção dupla, para determinação de rigidez a fratura feito numa máquina de teste eletromecânico INSTRON e o teste flexural. Foram também analisadas falhas ou defeito inerentes ao material o que levaria à uma alteração na resistência deste. O efeito do peso molecular foi complexo: um tempo de trabalho diminuído e uma velocidade de presa mais rápida seriam esperadas quando a cadeia do ácido poliacrílico é aumentada, porque poucos cátions seriam requeridos para formar uma malha de ligação cruzada. Por outro lado, quando o peso molecular é aumentado, o tempo para as moléculas de ácido poliacrílico dissociarem-se e os cátions migrarem aumentaria, efeito do qual eventualmente retardaria a velocidade de presa. A resistência à compressão aumentou com o aumento do peso molecular do ácido poliacrílico, confirmando outros encontros, porém não sendo dependente deste. A resistência flexural reflete a química do cimento e será determinado pela resistência e número de interações na fase da matriz polimérica, que é fortemente influenciada pelas ligações entre hidrogênio e cadeia do ácido poliacrílico e em particular pelo número e resistência de ligações cruzadas iônicas. O maior módulo de elasticidade encontrado com o maior conteúdo de vidro e ácido poliacrílico do cimento pode ser provavelmente atribuído ao aumento do numero de ligações cruzadas formadas como resultado da maior concentração do poliácido e área superficial do vidro avaliado para a reação. Assim também rigidez à fratura e dureza estariam fortemente dependente do peso molecular do poliácido. Os resultados de desgaste abrasivo mostraram marcada influência do peso molecular, onde a taxa de desgaste diminuiu significativamente com o aumento do peso molecular, e a dissolução dos cimentos, no grau onde há difusão da cadeia polimérica por um processo de desembaraçamento dentro da solução de ácido láctico, mostrou estar muito dependente do peso molecular.

EARL et al.²⁷, 1989, descreveram, materiais com habilidade de limitar o movimento de água através da superfície do cimento de ionômero de vidro geleificado. Usando o método de movimento de água marcada com trítio através da superfície do cimento, vários grupos de materiais foram analisados: vernizes numa aplicação única, resina fluída fotoativada também numa aplicação única e polimerizada por 20 segundos, resina fluída quimicamente ativada onde catalizador e resina foram misturados em iguais proporções e então aplicada, e outros materiais não dentários

com base na sua habilidade de proteção contra contaminação por umidade. O trítio liberado das amostras foi medido usando líquido espectrométrico cintilante, a uma hora e um dia, e expresso em porcentagem. Os autores comentaram que se fosse permitido ao cimento desenvolvimento completo da reação de presa sob cobertura, suas propriedades físicas seriam melhoradas e demonstrariam um grau de translucidez com ótima estética. Além disso foi feito um exame sob microscópio eletrônico de varredura para demonstrar o efeito das várias coberturas protetoras. Os autores concluíram que a resina fluída fotoativada de baixa viscosidade foi a mais efetiva na redução do fluxo de água do cimento de ionômero de vidro a uma significativa extensão ao menos nos primeiros 60 minutos da reação de presa. Os vernizes foram inefetivos e as resinas quimicamente ativadas não foram capazes de controlar o fluxo de água a um grau significativo. Isso pode ser em parte atribuído ao efeito da inibição da reação de presa pelo oxigênio sobre a superfície da resina ou porosidades deixadas pelos componentes sem reagir, como os solventes. Os emolientes testados foram parcialmente efetivos em limitar o movimento da água.

MOUNT⁵⁶, em 1989, investigou o ângulo de contato formado entre o agente de união e a superfície do cimento de ionômero de vidro, para medir a capacidade de umedecimento e a viscosidade de resinas compostas sem carga (agente de união). Discos do cimento com 10 mm de diâmetro foram armazenados por 48 horas em 100% de umidade relativa. A seguir um grupo de amostras tiveram as superfícies atacadas por solução de ácido ortofosfórico a 37% durante 60 segundos. Um outro grupo recebeu abrasão diminuindo a superfície a 1mm de espessura através de uma lixa com granulação 180. O terceiro grupo controle não recebeu nenhum tratamento de superfície. Feito isso, uma gota do agente de união foi colocada sobre a superfície de cada grupo de amostras do cimento e o ângulo de contato foi medido com um microscópio. O autor observou que todos os agentes de união demonstraram maior capacidade de umedecimento após a superfície do cimento ter sido atacada com o ácido ortofosfórico, além disso as resinas com alta viscosidade e conseqüentemente alto ângulo de contato parecem ser inadequadas para o uso na técnica de restauração mista, onde o cimento de ionômero de vidro é usado como base sob restaurações de resinas compostas.

O'HARA et al.⁵⁸, em 1989, propuseram examinar a superfície do cimento de ionômero de vidro para base e forramento quando tratado com verniz cavitário. Foram obtidas amostras de 1 mm de espessura, por 5mm de diâmetro, do cimento que foi manipulado de acordo com as instruções do fabricante, permitidos geleificar por 1 hora,

no qual foram aplicadas duas camadas de verniz cavitário de copal da maneira recomendada para uso clínico. As amostras foram submetidas ao ensaio de microdureza em três diferentes locais, cuja média de valores determinava a dureza Knoop. Os autores concluíram que o cimento de ionômero de vidro forrador e para base mostraram uma significativa redução em dureza quando verniz cavitário de copal foi aplicado.

WILLIAMS & BILLINGTON⁸⁶, em 1989, examinaram a resistência à compressão do cimento de ionômero de vidro restaurador após 30 minutos, 1 hora e 24 horas. Os tempos considerados são exigência de força para a maioria dos materiais restauradores até alcançarem resistência efetiva. De acordo com o Padrão Britânico e Internacional, foram obtidas amostras de 4mm de diâmetro e 6mm de comprimento sendo preparadas 5 amostras para cada período de tempo e cada material. As amostras foram mantidas a 37°C até o ensaio de resistência à compressão. As amostras após 1 hora foram mantidas em água também a 37°C. A resistência à compressão foi medida numa máquina de teste INSTRON. Os resultados foram comparados com aqueles exigidos para os estágios iniciais de restaurações especificadas pelo Padrão Britânico e Padrão Internacional, onde requer resistência à compressão de 50 MPa após 1 hora e pela Associação Dentária Americana que requer 80 MPa para restauração de amálgama dental após 1 hora. Ficou concluído que o cimento de ionômero de vidro restaurador tem melhorado muito recentemente onde estes são tão fortes a 30 minutos como as especificações requeridas para amálgama dental a 1 hora.

EIDI & TVEIT²⁸, em 1990, avaliaram quatro métodos de acabamento e polimento de dois cimentos ionoméricos restauradores encapsulados, um convencional e um CERMET, quanto a rugosidade superficial. Foi obtido amostras cilíndricas de 4mm de diâmetro e 3mm em altura embutidos em blocos de resina, sendo o material permitido tomar presa sobre tira de celofane, mantidos cobertos com vaselina e estocados em 100% UR. Entre cada etapa do acabamento e polimento, as amostras foram mantidas em solução de NaCl (0,9%) . Vaselina foi sempre usada para prevenir dessecação das amostras. A rugosidade superficial foi registrada no início e entre cada etapa do acabamento e polimento com um perfilômetro. Os autores encontraram maior lisura superficial para o cimento ionomérico restaurador CERMET, que para o cimento convencional, podendo ser pela diferença no tamanho das partículas que são menores para o CERMET ou devido a maior ductibilidade deste por parte da prata fusionada ao vidro. A maior lisura superficial foi encontrada com a remoção da tira matriz, e com relação a lisura conseguida com os procedimentos polidores, esta foi melhor para o

cimento convencional com o uso dos discos Soflex e para o cimento CERMET o uso de discos de corte fino. Os autores salientam que a rugosidade superficial aumenta com a exposição aos fluídos orais e procedimentos de higienização.

ARENDS & CHRISTOFFERSEN², em 1990, discutiram sobre o desempenho do flúor fracamente ligado em cáries dentais ou prevenção destas. Esse flúor fracamente ligado é o flúor adsorvido aos cristais de esmalte. Vários estudos recentes indicam que uma alta concentração de flúor no esmalte não garante a proteção contra cáries, pois a maior parte do flúor presente no esmalte em fase sólida não é ativo na prevenção. O flúor ativo na prevenção é aquele na fase líquida que é adsorvido ao esmalte, atingindo um equilíbrio dinâmico. Quando o cristal do esmalte é completamente coberto pelo flúor adsorvido, ocorre a máxima inibição da dissolução. A taxa de dissolução do mineral depende do pH, da concentração de cálcio e fosfato no líquido em contato com os cristais, e da fração da superfície coberta por flúor adsorvido. O fluoreto de cálcio pode ser formado sobre ou no interior do esmalte. Dependendo das condições, esse fluoreto de cálcio formado *in vivo* não é puro, pois é altamente contaminado por fosfato, proteínas e outros componentes, e é uma fonte de liberação de flúor. Quando este é dissolvido, estes íons são parcialmente adsorvidos aos esmalte. O nível de flúor (adsorvido) necessário para uma potente inibição da desmineralização do esmalte *in vitro* corresponde à concentração de flúor na fase líquida entre os cristais de 1ppm. Essa concentração *in vivo* parece ser substancialmente maior. Os autores ainda relatam que baixas concentrações de flúor, porém frequentes, são muito mais benéficas na prevenção da cárie que poucos tratamentos com soluções de alta concentração de flúor.

WILSON et al.⁹², em 1990, considerando que uma superfície brilhante somente é visualizada quando a distância entre as ranhuras for menor que o comprimento de onda da luz visível, ou seja, aproximadamente 0,5 μm , avaliaram alguns materiais para acabamento das resinas composta híbrida e de micropartícula. Corpos de prova com 5 mm de diâmetro por 2 mm de profundidade foram obtidos. Foram utilizados os seguintes materiais de acabamento: fita matriz, broca de carboneto de tungstênio, pedra branca Alpine, pontas de acabamento Shofu, discos Sof Lex e pastas de polimento. Para cada compósito, 3 amostras foram deixadas como controle, as outras receberam acabamento com broca de tungstênio sob jato de água para remover excesso de material. As amostras restantes foram tratadas com os outros materiais de acabamento. As superfícies das amostras foram avaliadas qualitativamente e quantitativamente por inspeção visual e sondagem de rugosidade (Ra). Os autores concluíram que os

compósitos fotopolimerizados produziram a superfície mais lisa em contato com a fita matriz. Broca de carboneto de tungstênio foi mais eficiente para remover excesso de material, mas a superfície resultante requer futuro acabamento. Discos Sof Lex produziram a superfície mais lisa. As pedras de acabamento brancas e pontas Shofu, produziram superfícies com valores médios de rugosidade. Pasta de polimento não produziram superfícies lisas como os discos.

Em 1990, LAMBERT³⁷ fez um relato sobre cimentos de ionômero de vidro, que foram introduzidos no mercado em 1972. Sua grande vantagem é que reunia em um só material duas características desejáveis: a liberação de flúor (proveniente do pó do cimento de silicato) e a adesividade à estrutura dentária (proveniente do líquido do cimento de policarboxilato de zinco). A reação de geleificação do cimento ionomérico atinge seu grau de maturação após 24 horas da espatulação, com a formação de policarboxilato de alumínio. O íon flúoreto é um componente do material que é liberado da partícula do pó junto com os íons cálcio e alumínio quando atacados por íons hidrogênio do poliácido. O flúor forma um sal de poliacrilato de flúor alumínio como parte de sua reação de geleificação. Os íons flúoretos fracamente ligados na matriz são liberados continuamente, e são responsáveis pelas propriedades anticariogênicas do material, persistindo por toda sua vida útil.

YAO et al.⁹⁶, em 1990, avaliaram a efetividade de vários procedimentos de isolamento do cimento de ionômero de vidro com relação a água e comparou procedimentos de acabamento precoce em condições secas e úmidas antes da presa final por meio de dureza superficial. Amostras com 1,5mm de espessura e 18mm em diâmetro foram obtidas do cimento manipulado a 20°C e mantidos a 36°C para presa inicial. Seis tratamentos de superfície foram utilizados e as amostras foram levadas à água a 36°C. Em dois grupos o cimento ionomérico foi polido a seco e com água antes da aplicação da proteção superficial e todas as amostras foram polidas após 24 horas e dureza superficial foi medida nos próximos 40 dias. Os autores concluíram que proteção superficial é necessária por mais de 24 horas enquanto o cimento estabelece sua presa, embora sendo ou não protegido, o cimento aumenta sua dureza com o passar dos dias. Materiais fotopolimerizáveis ofereceram proteção satisfatória devido à sua natureza hidrofóbica e, se a restauração necessitar de acabamento precoce, esta nunca deve ser feita sob condições de umidade.

PHILLIPS⁶⁴, em 1990, publicou um artigo comentando os avanços dos materiais dentários com respeito aos procedimentos restauradores. Dentre essas melhorias dos

materiais temos os cimentos de ionômero de vidro que apresentam características inerentes como a adesividade ao esmalte e à dentina, e a biocompatibilidade do cimento é bem estabelecida, bem como a liberação de flúor, o que oferece um efeito anticariogênico, admitindo ainda haver considerável confusão relativa aos diferentes tipos de ionômeros de vidro, suas características e particularmente variáveis de manipulação para o efetivo desempenho clínico.

SMITH ⁷⁸, também em 1990, teceu comentários da composição e características do cimento de ionômero de vidro, salientando as alterações mais recentes e as diferenças significantes na composição e propriedades dos materiais do comércio e suas várias aplicações. Duas modificações básicas são de importância comercial. Um tempo de trabalho maior para o cimento e decréscimo na sensibilidade à exposição a água pode ser obtido pelo esgotamento do cálcio das partículas de vidro pelo tratamento com ácido hidrocloreto. O vidro pode ser misturado ou fundido com pó metálico como a prata, as ligas de prata, ouro, platina ou paládio resultando em maior resistência ao desgaste que os vidros de cálcio. Quanto ao líquido além do uso dos copolímeros, ácido acrílico/ácido itacônico, ácido acrílico/ácido maleico, e ácido acrílico 3 butano/ácido 123 tricarboxílico, foi introduzido ácidos dicarboxílicos ou tricarboxílicos o que previnem geleificação e fornecem maior reatividade por aumentar o número de grupos carboxílicos por unidade de cadeia, e maior acidez, melhorando assim as propriedades físicas. Estes também podem ser melhorados incorporando o ácido poliacrílico de alto peso molecular ao pó vítreo, limitando a viscosidade do líquido que passa a ser água ou solução aquosa de ácido tartárico. A viscosidade, velocidade de presa, e propriedades iniciais e finais são determinadas pelo ajuste da composição do vidro e tamanho de partículas do pó e composição do poliácido: peso molecular, distribuição e concentração. A presença do ácido tartárico prolonga o tempo de trabalho e aumenta a velocidade de presa. Para reduzir a sensibilidade à água e encontrar um material resistente, foi sugerido a incorporação de polímeros compatíveis à água ou sistemas polimerizáveis, envolvendo a formação de uma malha polimérica interpenetrante combinando reação de ligação cruzada do sistema monomérico com iniciação química ou fotoativada, obtendo assim um material híbrido de mecanismo dual que apresenta fratura do tipo quebradiça com alguma deformação plástica. A estrutura final dos cimentos reforçados com polímero é um compósito onde as partículas de vidro são unidas pelo hidrogel poliacrilato de íons metálicos que se arranja com o hidrogel polihidroxietil metacrilato tendo áreas hidrofílicas presentes. Ao contrário do compósito original do cimento de ionômero de vidro, que as partículas de vidro cobertas pelo gel silícico são unidas a matriz consistindo de poliacrilatos de alumínio e cálcio fluoretados

e hidratados. A composição dos materiais comercialmente apresentados variam muito dentro de cada classe dada de cimento de ionômero de vidro, sendo necessário avaliações para determinar as variações nas propriedades. Entre as propriedades para as dadas indicações são de importância: biocompatibilidade; características de presa e de trabalho, propriedades mecânicas, hidratação, lixiviação e características de dissolução; adesão ao esmalte e à dentina, e estética incluindo opacidade.

Em 1990, TEN CATE ⁸⁰ pesquisou na literatura os efeitos do flúor sobre des/remineralização in vitro. Ele encontrou na literatura muitos trabalhos que descrevem a importância de um meio fluoretado na des e remineralização do esmalte dental. A presença de flúor constante e em baixa concentração é efetiva para promover uma deposição do esmalte (remineralização) e inibição da dissolução de minerais (desmineralização). Isso provavelmente ocorre devido à precipitação concomitante de mineral rico em flúor que inibe futuras dissoluções. Este processo fundamental resulta em uma inibição da desmineralização do esmalte e um aumento da remineralização da lesão de esmalte. O autor afirma que para o estudo de padrões e efeitos de substâncias que previnem a cárie, como o flúor, a metodologia de ciclagens de pH (des/remineralização) é o método laboratorial que melhor simula as oscilações de pH que ocorrem na cavidade oral.

BILLINGTON et al.⁵, em 1990 estudaram a proporção pó/líquido do cimento de ionômero de vidro na prática dental, sendo que foi evidente o uso deste cimento numa consistência mais fluída do que a recomendada pelas instruções do fabricante que seria: "..... a consistência de uma resina composta.....". Vinte e dois assistentes dentais foram selecionados e à estes foi sugerido que manipulassem o material como de costume. Três misturas foram feitas e colocadas sobre a folha de alumínio prepesadas de 50x50mm e permitidas dessecar por no mínimo 2 horas num forno a 150°C para medir a perda de peso do componente água e assim estimar a proporção pó/líquido usada. Para isto, calibração das amostras de proporção pó/líquido conhecida foram feitas à temperatura laboratorial de 23±1°C. Para avaliar a atitude dos dentistas com relação as diferentes consistência e proporção, amostras foram preparadas para medida de resistência à compressão e à tração diametral usando o Padrão Britânico BS 6039 às proporções pó/líquido de 6,8:1 (recomendado pelo fabricante) e 5,0:1 (média encontrada no estudo). Teste de consistência, também foi feito usando o padrão citado nas proporções pó/líquido indicada pelos fabricantes de 4 marcas de cimento. Os autores concluíram que a proporção pó/líquido dos cimentos de ionômero de vidro pode ser determinada pela perda de água por desidratação num forno a ar e, com isso

observou-se que o cimento usado variou largamente na prática com relação à proporção pó/líquido e, todas as misturas não seguiam as instruções do fabricante e continham menos pó. Em um dos cimentos testados para proporção recomendada pelo fabricante a consistência foi espessa, sendo seu disco menor do que o exigido pelo Padrão Britânico. Para este dado cimento a proporção pó/líquido encontrada na prática concorda com as exigências do padrão e é semelhante para outros cimentos, mas nem a resistência à compressão e nem a resistência à tração diametral à proporção indicada pelo fabricante alcançaram as exigências do padrão e na consistência encontrada na prática à resistência foi praticamente a metade do que aquela onde foram seguidas as instruções do fabricante.

DODGE et al.²⁴, em 1991, compararam o acabamento da resina composta com discos de óxido de alumínio a seco e umedecido. Foram confeccionadas amostras de 8 mm de diâmetro por 2 mm de espessura de dois compósitos de micropartículas, um de partícula pequena e um híbrido, de acordo com as instruções dos fabricantes. Seis amostras de cada marca foram imediatamente acabadas a seco, utilizando os discos Sof Lex do mais grosso para o mais fino por 30 segundos. Outras seis amostras foram acabadas da mesma maneira, exceto que foram refrigeradas com água. As amostras foram avaliadas pela lisura superficial através de perfilômetro e estabilidade de cor com colorímetro, uma vez por semana, durante cinco semanas. Da mesma forma a dureza superficial foi determinada pelos valores de dureza Knoop. Quando a superfície mais lisa e mudança de cor foram comparadas entre as amostras acabadas a seco e umedecidas, os materiais comportaram-se diferentemente. Quando dureza superficial foi comparada, não houve diferenças significativas nos valores entre as amostras acabadas a seco e úmidas. O acabamento a seco de compósitos foi superior ou igual ao acabamento umedecido em todos os testes, exceto para uma das resinas compostas de micropartículas que produziu significativa alteração de cor.

Em 1991, RAWLS⁷¹ fez um relato dos sistemas de liberação de flúor e outros agentes terapêuticos de materiais odontológicos preventivos. Ele relata que a mera presença de restaurações ou próteses pode alterar o meio intra-oral e desencadear um processo de cárie. A solução seria usar materiais restauradores que tivessem agentes preventivos e terapêuticos, como o flúor, pois assim esse agente pode ser liberado diretamente ou perto do local da cárie, a dosagem sistêmica pode ser minimizada, enquanto o nível da terapêutica local é otimizado. O agente deve estar presente continuamente durante um longo período, dessa forma a dosagem do agente pode ser mantida em um nível constante, o envolvimento direto de profissionais da saúde pode

ser minimizado e a necessidade da submissão do paciente é eliminada ou reduzida. Ele diz ainda que o flúor de cimentos ionoméricos e resinas composta é liberado por dispersão, para isso a água deve se difundir no interior destes materiais, dissolver o agente fluoretado e este é difundido para o exterior. Entretanto, devido à forma concentrada deste agente e sua baixa solubilidade, a perda de volume é muito suave, e, conseqüentemente, a estabilidade estrutural é preservada.

WILLIAMS & BILLINGTON⁸⁵, em 1991, investigaram se as alterações que ocorrem na resistência à compressão de cimentos de ionômero de vidro restauradores, afetam o seu uso clínico num intervalo de tempo de 24 horas e 4 meses. Foram incluídos no estudo cimentos de ionômero de vidro com reação de presa iniciada pela água e cimentos encapsulados. Amostras foram preparadas de acordo com o Padrão Britânico para cimento de ionômero de vidro sendo após 1 hora do início da mistura removidas do molde e estocados em água a 37°C. Para a medida de resistência à compressão, as amostras foram aleatoriamente selecionadas, para cada período de tempo, variando de 24 horas a 140 dias. Os autores encontraram consideráveis alterações na resistência no decorrer do tempo em alguns materiais, mas somente em um, este decréscimo foi abaixo do mínimo de resistência de 125 MPa exigido pelo Padrão Britânico, não sendo válido para alguns cimentos, que sua resistência máxima a 24 horas, aumentaria com o tempo. Materiais à base de ácido poliacrílico sozinho mantiveram sua resistência inicial, enquanto que aqueles que empregam copolímeros do ácido poliacrílico apresentaram alguma deterioração com o tempo. A matriz na qual copolímeros são usados é menos resistente à exposição a condição aquosa, sendo preferíveis aquelas que empregam o ácido poliacrílico.

MATIS et al.⁴⁶, em 1991, avaliaram retenção, manchamento, rugosidade superficial e fendas marginais de dois cimentos ionoméricos e uma resina composta utilizados para restaurar lesões cervicais de abrasão ou erosão, sendo um dos cimentos ionoméricos acabadas após 15 minutos e 24 horas, e mantidas, as restaurações, em uso durante 5 anos. Para execução das restaurações não houve remoção de estrutura dental. Para os cimentos ionoméricos, a lesão foi limpa com solução de ácido poliacrílico 25%, inserido o material restaurador, o contorno dado por uma matriz e acabamento executado após 15 minutos ou 24 horas, sendo que todas as restaurações foram envernizadas após os procedimentos. Para as restaurações com resina composta, a lesão foi preparada com ácido fosfórico 50% por um minuto, recebendo o material seguindo as orientações do fabricante. Uma impressão foi tomada a cada avaliação com material de impressão elastomérico. Os resultados mostraram melhor

retenção dos cimentos ionoméricos e nenhum manchamento foi observado para os materiais utilizados. A rugosidade superficial mostrou comportamento variado e fenda marginal foi estabelecida não afetar retenção ou causar aumento de perda da restauração por abrasão/erosão dos cimentos ionoméricos restauradores. O acabamento do cimento de ionômero de vidro após 15 minutos da colocação não altera seu desempenho clínico.

Em 1992, CURY²² explicou o mecanismo de ação do flúor relatando que o flúor importante é aquele presente no meio durante as ciclagens de pH, quando ocorrem os fenômenos de desmineralização e remineralização, inibindo o primeiro e potencializando o segundo, mantendo um equilíbrio de mineral das estruturas dentárias; o que mostra a importância da presença constante de íons flúor na cavidade oral em pequenas concentrações.

LEWIS et al.⁴², em 1992, compararam a resistência à compressão e módulo de elasticidade de sete materiais de base dental, sendo quatro destes cimento de ionômero de vidro, onde um é convencional, triturado mecânicamente e os outros três contendo reforçadores em polímero fotoativado. Esta investigação foi tomada a 7 minutos, 24 horas e 90 dias onde 12 amostras de 9mm de comprimento e 4mm de diâmetro, foram preparadas de cada material para cada período de teste. As amostras do período de 7 minutos foram submetidas ao teste após dado este tempo do início da mistura. As amostras de 24 horas e 90 dias foram mantidas a 37°C em umidade relativa maior que 30% durante 1 hora e então transferidas a um recipiente com 5ml de água destilada até o momento do teste. As amostras foram polidas e submetidas ao teste numa Máquina Universal INSTRON. A curva tensão/deformação foi dada na tela do computador quando o material foi submetido ao teste. O pico de resistência à compressão foi gravado e o módulo de elasticidade obtido. O experimento mostrou que um material de base resinosa apresenta maior resistência a compressão comparado aos outros cimentos. O autor discutiu a importância da resistência à compressão durante a colocação da restauração definitiva e a dureza do material de base, sendo relevante após a restauração ter sido colocada e submetida aos esforços mastigatórios, o que, se falhasse levaria a fratura da restauração ou microinfiltração nas áreas gengivoproximais.

Em 1993, FORSS²⁹ verificou a liberação de flúor, sódio, sílica, cálcio, estrôncio e alumínio de cimentos ionoméricos em condições neutra (água deionizada) e ácida (ácido láctico pH 4,0). Os materiais utilizados foram Baseline VLC (mistura viscosa),

Baseline VLC (mistura fluida), Fuji LC, Vitrebond e XR Ionomer. As amostras cilíndricas (10 mm de diâmetro e 1,5 mm de altura) foram armazenadas por 24 horas a 37° C e 100% de umidade relativa antes de serem deixadas 16 dias em ácido, com troca nos dias 1, 2, 3, 6, 9, 13, 16, e depois até o 122° dia em água com trocas nos dias 62, 92, 122. A liberação de flúor foi maior em água que em ácido láctico, mas seguiu o mesmo padrão para todas as amostras, uma taxa alta de liberação inicial, diminuindo em seguida até atingir um nível quase constante. Isso sugere que os materiais fotopolimerizados são susceptíveis à erosão como os cimentos convencionais.

Em 1993, VERBEECK et al.⁸² estudaram a liberação de flúor de cimento de ionômero de vidro restauradores espatulados manualmente (Fuji II) e encapsulados (Fuji Cap II). Os corpos de prova dos materiais em forma de disco (3mm de diâmetro e 3mm de altura) foram confeccionados e imersos em água destilada e desionizada a 37°C, sob agitação. Essa água foi trocada nos dias 1, 2, 3, 7 e 14, onde nessas soluções foi medido o flúor liberado. Para os cimentos os autores observaram uma alta taxa de flúor liberado no início e uma drástica queda tendendo à estabilização. Os autores observaram que no processo de liberação de flúor ocorrem duas reações: a primeira é uma erosão que ocorre rapidamente a curto prazo, cessando após certo tempo, e a segunda é através de troca iônica, mais vagarosa e prolongada. Eles concluem que o processo de mistura do cimento de ionômero de vidro influencia drasticamente em sua liberação de flúor tanto a curto como a longo prazo.

RODRIGUES⁷³, em 1993, verificou a influência de materiais protetores sobre a solubilidade em água de cimentos de ionômero de vidro restauradores, empregando o teste gravimétrico indicado pela Associação Dentária Americana, na sua Especificação n° 09 para cimento de silicato. Foram utilizados dois cimentos de ionômero de vidro restauradores (Chelon-fil e Vidrion-R) e confeccionadas 30 amostras, com 20mm de diâmetro por 1,5 mm de espessura, de cada material. Grupos experimentais de cinco amostras foram protegidos com resina fotoativada Scotchbond e Verniz-V. O grupo que não recebeu proteção foi considerado controle. Os tempos de imersão em água destilada foram de 1 hora e 24 horas, após o tempo de geleificação. Os resultados demonstraram que, independente do tempo e materiais utilizados, as amostras que não receberam proteção superficial apresentaram valores de solubilidade estatisticamente diferentes em relação às amostras que foram protegidas. As amostras protegidas com Verniz-V apresentaram os menores índices de solubilidade em relação aquelas protegidas com Scotchbond. Com relação aos materiais, o Vidrion-R apresentou menores índices de solubilidade em relação ao Chelon-Fil quando as amostras não

foram protegidas durante o período de 1 hora. Com relação ao tempo, as amostras de Chelon-Fil sem e com proteção não apresentaram diferenças significantes entre os dois períodos de tempo estudados, enquanto que as amostras de Vidrion-R sem proteção ou protegidas com Scotchbond diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade durante 1 e 24 horas, sendo que durante o período de 1 hora as amostras deste cimento foram menos solúveis em relação ao período de 24 horas.

BOSCARIOLI ⁶, em 1993, avaliou a resistência à compressão de dois cimentos de ionômero de vidro restauradores com ou sem proteção superficial e manipulados sob diferentes condições de temperatura e umidade relativa do ar, nos períodos de 1 e 24 horas de armazenamento. A especificação nº 09 da A.D.A. foi utilizada para adequar a proporção pó/líquido a uma consistência padrão para cada condição ambiental de trabalho. Foram confeccionadas 80 amostras para cada material e divididas em 08 grupos experimentais com 10 amostras, sendo manipulados em ambiente "controlado" ($T=23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $50 \pm 10\%$ UR) e "não controlado" ($T=25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $75 \pm 5\%$ UR) e mantido com e sem proteção superficial nos períodos de armazenamento. Foi concluído que os cimentos ionoméricos estudados sofreram influência da interação ambiente de trabalho, proteção superficial e tempo de armazenamento. O cimento manipulado em ambiente não controlado, mas oferecendo mesma consistência de massa, não diferiu em resistência à compressão daquele manipulado em condições controladas. A proteção superficial impediu absorção de água extra para o desenvolvimento da reação de presa e conseqüentemente de sua resistência. E, o maior tempo de armazenamento ofereceu maior desenvolvimento da reação de presa e resistência.

PAULILLO et al.⁶⁰, em 1993, avaliaram quantitativamente o manchamento de dois cimentos ionoméricos restauradores através de espectrofotometria. Foram obtidos corpos de prova de 4mm em diâmetro e 2mm em espessura de acordo com as instruções dos fabricantes. Após 15 minutos, 1 e 24 horas, as mostras foram imersas em solução de azul de metileno a 2% por 3 minutos, lavadas e permitidas secar por 1 hora, trituradas, sendo então colocadas em 3,2 ml de solução de ácido nítrico 65% por 24 horas. As soluções foram centrifugadas para leitura em espectrofotômetro. Os autores concluíram que a avaliação quantitativa através de espectrofotometria é um método efetivo de avaliar manchamento de cimentos de ionômero de vidro.

Em 1994, Mc LEAN et al.⁵⁰ propuseram uma nomenclatura para cimentos ionoméricos e materiais relacionados. Os autores sugeriram que os cimentos ionoméricos híbridos fossem classificados como cimentos de ionômero de vidro

modificados por resina, e tais materiais devem conter uma significativa porcentagem de reação do tipo ácido-base em sua formulação como parte de seu processo de geleificação. Alguns materiais contêm os componentes essenciais dos cimentos ionoméricos, mas em níveis insuficientes para promover a reação de geleificação tipo ácido-base na ausência de luz, estes materiais devem ser denominados resinas compostas modificadas por poliácidos. Estes termos mostram que existe um espectro de materiais que se estende desde um verdadeiro cimento ionomérico convencional até a verdadeira resina composta, e entre eles os materiais que contêm diferentes proporções de reações do tipo ácido-base e de radicais livres de metacrilato em sua reação de presa.

ONO ⁵⁹, em 1995, avaliou *in vitro* a rugosidade superficial de compósitos, submetidos a diferentes procedimentos de acabamento e polimento. Foram confeccionados 24 corpos de prova de cada material estudado, com 8 mm de diâmetro por 2 mm de espessura e armazenados em estufa a 37°C e 100% de umidade relativa por 24 horas. Após este período de tempo, cada grupo de amostras foi submetido aos procedimentos de acabamento e polimento com diferentes tipos de materiais abrasivos: broca de 30 lâminas ou pontas diamantadas F e FF para acabamento e, Enhance + Prisma Gloss, abrasivos de silicone Viking + gel, ou discos Sof Lex (fino e extra fino) para o polimento. De acordo com os resultados, para os procedimentos de acabamento, as pontas diamantadas apresentaram valores de rugosidade superficial superiores às brocas de 30 lâminas e, os procedimentos de polimento, comportaram-se diferentemente em função dos compósitos estudados.

Em 1995, sendo a maior parte dos estudos realizados a respeito da avaliação da liberação de flúor de materiais restauradores feita em água destilada ou saliva artificial, que não simulam a dinâmica do meio bucal, ocorrendo até inversão dos resultados quando comparados com resultados *in vivo*, CARVALHO ⁸ resolveu avaliar a liberação de flúor de diferentes cimentos de ionômero de vidro e resinas compostas em função do tempo de imersão em diferentes soluções, considerando a dinâmica do processo de cárie (des- remineralização). Amostras cilíndricas foram confeccionadas de cada material e imersas nas soluções estudadas: água deionizada, saliva artificial e ciclagens de pH, deixando as amostras 6 horas na solução desmineralizante e depois 18 horas na solução remineralizante durante 15 dias. A liberação e a concentração de flúor foram determinadas. Os dados sugerem que a comparação de liberação de flúor de materiais dentários pode mudar quando os meios de imersão são considerados. Todos os

materiais mantiveram o mesmo padrão de liberação de flúor onde, inicialmente houve maior liberação, com decréscimo gradativo até uma constante de inferior valor.

5. PROPOSIÇÃO

Em vista da Revisão de literatura, levando em consideração a importância do cimento de ionômero de vidro como material restaurador propusemo-nos a quantificar o manchamento, pela concentração de corante impregnado sobre os cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, através de espectrofotometria, em função da proteção e acabamento superficial, com monitoramento da rugosidade da superfície.

6. MATERIAIS E MÉTODO

6.1. Materiais

Os materiais utilizados (tabela 1) são cimentos de ionômero de vidro indicados para restauração direta, mas com diferenças em sua composição e sistema de geleificação e/ou polimerização.

O material Chelon Fil é um cimento de composição convencional, quimicamente ativado por uma reação do tipo ácido-base, onde o pó é composto por partículas de vidro de flúor aluminosilicato de cálcio e o líquido, por solução aquosa de ácido polimaleico.

O material Vitremer é um cimento de ativação tripla, ou seja, em sua reação de presa ocorre a polimerização fotoiniciada de radicais livres de metacrilato, e duas reações químicas: a reação convencional do cimento ionomérico do tipo ácido-base para geleificação e uma reação de oxi-redução para iniciação da polimerização dos radicais livres de metacrilato. Dessa forma, seu pó é composto por partículas de vidro de flúor aluminosilicato de cálcio e, persulfato de potássio e ácido ascórbico micro encapsulados. O líquido é uma solução aquosa de ácido policarboxílico modificado com grupos metacrilatos suspensos, copolímeros, HEMA e fotoiniciadores.

E, o material Dyract é um material restaurador composto por partículas de flúor aluminosilicato de cálcio em uma matriz de monômeros ácidos e fotoiniciadores (cetonas aromáticas), apresentado na forma de um único componente encapsulado fotopolimerizável.

Tabela 1- Cimentos Ionoméricos utilizados no experimento.

Material	Fabricante
CHELON FIL	ESPE- Fab. Pharmazeutischer Präparate GMBH & CO., N., Seefeld Germany, DFL Ind. e Com. Ltda.
VITREMER	3M- Dental Products Division, St. Paul, Minn., USA.
DYRACT	De Trey Division, Dentsply Ltda., Weybridge, UK.

6.2. Método

6.2.1. Preparo das amostras

Foram confeccionados corpos de prova em condição ambiental controlada conforme a especificação nº 9 da Associação Dentária Americana ($50 \pm 10\%$ de umidade relativa e $23 \pm 1^\circ \text{C}$ de temperatura).

Materiais, instrumentais e equipamentos foram deixados neste ambiente ao menos 24 horas antes. Os corpos de prova apresentavam-se com 4mm de diâmetro e 2mm de espessura que foram obtidos por meio de uma matriz metálica de 12 mm de diâmetro externo e 2mm de espessura com um orifício interno central com 4 mm de diâmetro.

Para os cimentos Chelon Fil e Vitremer, a relação pó/líquido para a manipulação seguiu as instruções do fabricante. A incorporação do pó ao líquido foi feita sobre uma placa de vidro com o auxílio de uma espátula nº 70 (Duflex) que também auxiliava no preenchimento da ponta adequada da seringa Centrix (DFL), sendo o meio utilizado para levar o cimento manipulado à matriz até seu total preenchimento. Estas matrizes eram comprimidas entre duas lâminas de vidro de 1,5mm de espessura por um peso de 500g. Para o cimento Chelon Fil, este foi mantido durante 7 minutos, que era o tempo especificado pelo fabricante para a presa do cimento. Para os demais cimentos (Vitremer e Dyract) o peso foi mantido durante 5 minutos e então retirado e feita a fotopolimerização (Visilux 2, 3M) durante 40 segundos em cada face exposta do cimento na matriz. O cimento Dyract apresentando-se em um único componente foi levado diretamente ao preenchimento da matriz por meio de sua seringa de aplicação, antes da sequência dos últimos procedimentos citados.

Desta forma foram confeccionados para o experimento 40 amostras para cada cimento, totalizando 120 corpos de prova. Estes eram divididos em função das variáveis avaliadas: proteção superficial imediata e acabamento após 24 horas, conforme mostra a tabela nº 2.

6.2.2 Procedimentos experimentais.

Os corpos de prova experimentais logo após sua confecção e depois de removidos da matriz, apresentavam 3 faces: uma envolvendo lateralmente a amostra e duas planas e paralelas entre si.

Todas as 40 amostras de cada um dos cimentos receberam em duas faces (a lateral e uma das faces planas) a aplicação de uma camada de verniz de unha incolor

(Colorama). A terceira face do corpo de prova foi considerada a face experimental (figura 1), onde recebeu os tratamentos. Isto simulou situação clínica, onde normalmente restaurações confeccionadas com este tipo de material, apresentam exposição ao meio oral.

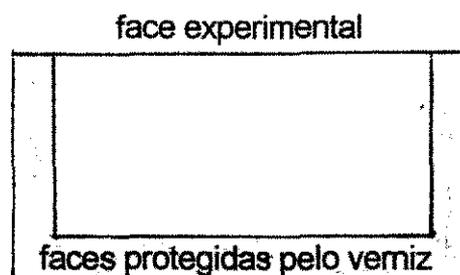


Figura 1- Caracterização da amostra

Os cimentos, desta forma, foram divididos em dois grupos de 20 amostras cada. Um, recebendo cobertura com o mesmo verniz para unha na face experimental e o outro grupo não, sendo considerado respectivamente: com proteção superficial (CP) e sem proteção superficial (SP). Em seguida os corpos de prova eram levados a uma estufa a 37° C e 100% de umidade relativa e aí mantidos durante 24 horas.

Decorrido este tempo as amostras eram removidas da estufa e seguido o segundo tratamento: acabamento superficial.

Cada grupo de 20 amostras com ou sem proteção superficial de cada um dos cimentos foi dividido em dois novos grupos de 10 amostras como mostra a tabela 2.

Um destes novos grupos recebeu acabamento na face experimental com o sistema de polimento e acabamento dental Sof Lex (3M). Este sistema de acabamento apresentava-se como discos abrasivos numa sequência de granulações usadas de maneira decrescente. Os grupos que receberam o acabamento, este foi feito com auxílio de um baixa rotação (Micro Motor Elétrico - DENTEC) e mandril para disco de lixa. Para cada corpo de prova era utilizado um único disco, que era mantido agindo sobre a superfície experimental durante 5 segundos cada e em seguida descartado. Foram utilizadas somente as três últimas granulações. Desta forma foi definido os novos grupos como: com acabamento superficial (CA) e sem acabamento superficial (SA), totalizando então 12 grupos de 10 amostras (Tabela 2).

Cada amostra desses 12 grupos antes de voltar ao armazenamento em estufa a 37° C e 100% de umidade relativa, onde permaneceu por 24 horas adicionais, recebeu uma leitura de rugosidade superficial (Rugosímetro Prazis - Rug 3, Argentina), para avaliar alguma correlação com o manchamento.

Tabela 2. Delineamento Experimental.

MATERIAL	TRATAMENTO SUPERFICIAL		Grupos	Amostras
	Proteção	Acabamento		
CHELON FIL	Sem prot.	Sem acab.	SPSA	10
		Com acab.	SPCA	10
	Com prot.	Sem acab.	CPSA	10
		Com acab.	CPCA	10
VITREMER	Sem prot.	Sem acab.	SPSA	10
		Com acab.	SPCA	10
	Com prot.	Sem acab.	CPSA	10
		Com acab.	CPCA	10
DYRACT	Sem prot.	Sem acab.	SPSA	10
		Com acab.	SPCA	10
	Com prot.	Sem acab.	CPSA	10
		Com acab.	CPCA	10
			12 grupos	120 amostras

Após o tempo final de armazenamento (48 horas) com a sequência pré estabelecida dos procedimentos, os corpos de prova eram removidos da estufa, pesados, para garantir padronização da relação superfície/peso igual para todos os cimentos, e corados em sua face experimental com solução aquosa de azul de metileno a 2% durante 3 minutos. A tensão superficial da solução corante favoreceu para que somente a face desejada fosse corada, tendo sido utilizado para este procedimento um conta gotas.

Em seguida, cada amostra foi lavada durante 10 segundos com água destilada com o auxílio de uma pisceta, e deixadas secar em temperatura ambiente para serem triturados em grau e pistilo de aço inoxidável. O pó resultante da trituração foi colocado em tubo de ensaio com o auxílio de um funil de vidro e pincel de pelo de camelo. Cada tubo de ensaio recebeu 3,5 ml de álcool absoluto P.A., onde permaneceu 48 horas para extrair e solubilizar o corante impregnado.

Ao final deste período os tubos de ensaio foram centrifugados (Centrífuga TOMY-model IC 15 AN) durante 3 minutos a uma velocidade de 3500 rpm e o sobrenadante utilizado para leitura em espectrofotômetro (BECKMAN- Du 65), após ter sido feita uma curva de calibração com soluções padrões de azul de metileno em concentrações conhecidas e especificado para cada cimento estudado, o melhor

comprimento de onda para leitura. Dessa forma pôde ser medido a quantidade de corante impregnado em cada amostra.

6.2.3. Curva de calibração do aparelho espectrofotômetro.

Para a curva de calibração foram confeccionadas 6 amostras para cada cimento, da mesma maneira que aquelas preparadas para os testes, com exceção dos procedimentos exibidos na face experimental, até ser conseguido o pó do cimento em tubos de ensaio.

Foram preparadas soluções padrões de azul de metileno em álcool absoluto P.A. nas concentrações de 1, 2, 4, 6, 8 e 10 μg de corante/ml de álcool absoluto, por meio de diluição.

Em cada um dos 6 tubos de ensaio, para cada cimento, foram colocados 4 ml de cada uma das 6 diferentes soluções preparadas de concentrações conhecidas de azul de metileno. Estes foram da mesma forma centrifugados e o sobrenadante utilizado inicialmente para varredura do aparelho espectrofotométrico para análise dos diversos comprimentos de onda, e a verificação daquele que melhor se dava a absorção de luz para o corante utilizado, em função do cimento estudado. Os comprimentos de onda utilizados foram 659 nm para o cimento Chelon Fil e 658 nm para os cimentos Vitremer e Dyract (Figuras 2, 3 e 4).

Estes comprimentos de onda foram utilizados para a leitura de absorção de luz pelo aparelho espectrofotométrico das soluções alcoólicas de azul de metileno com concentrações conhecidas dos diversos cimentos e posteriormente para leitura das amostras. Desta forma, para cada cimento, pôde ser estabelecido um coeficiente de correlação entre absorção de luz e a concentração conhecida de corante das amostras experimentais através de uma regressão linear expressa numa equação (Fig. 5, 6 e 7).

6.2.4. Obtenção dos resultados e análise estatística.*

Os resultados de absorção de luz para as amostras dos diversos grupos de cada cimento foram anotados e convertidos quantitativamente em μg de corante/ml de álcool absoluto, através da equação estabelecida para cada cimento ionomérico estudado (Figuras 5, 6 e 7).

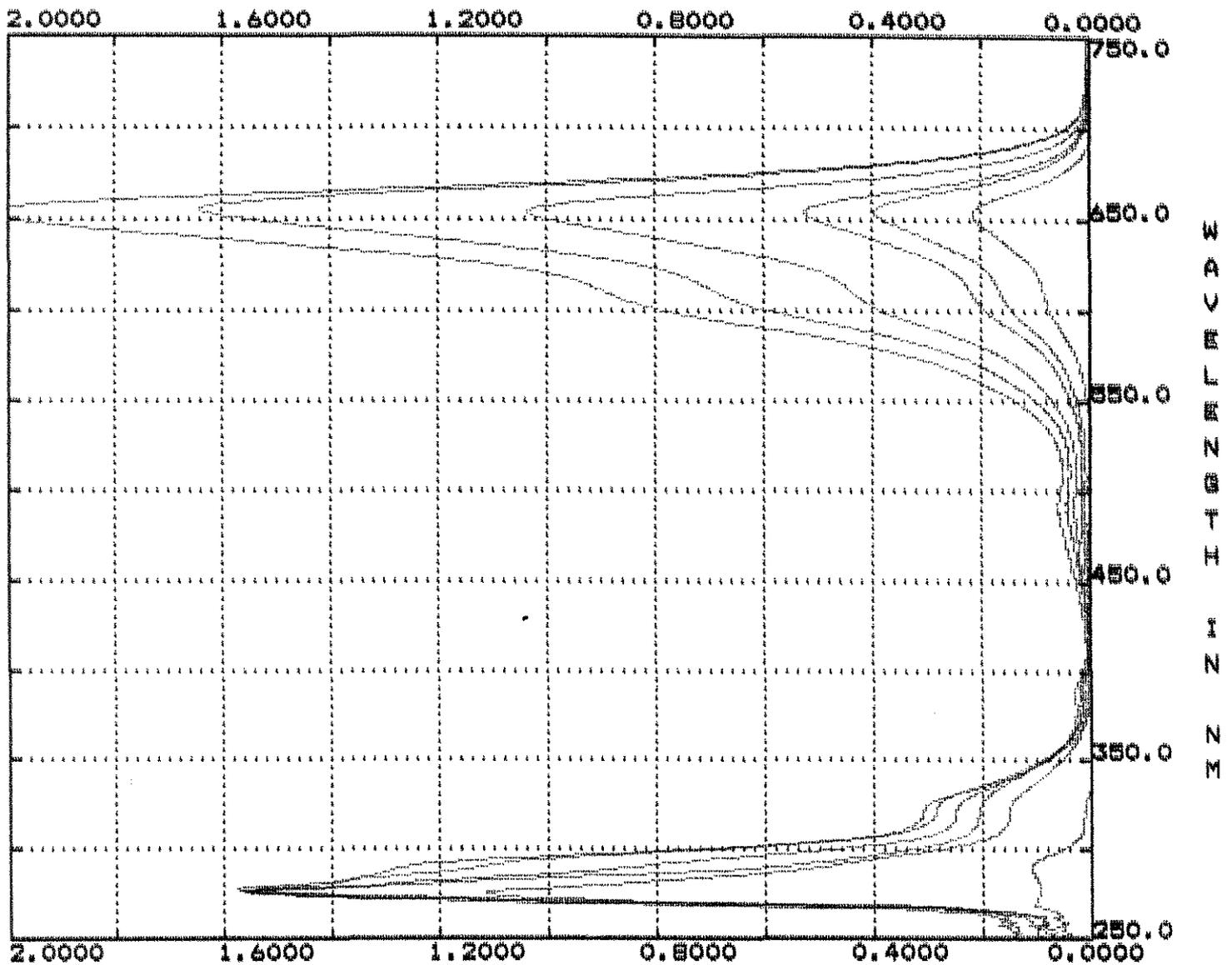
A média dos resultados originais de cada grupo para concentração de corante,

*SISTEMA DE ANÁLISE ESTATÍSTICA - SANEST; Autores: Elio Paulo Zonta - Amauri Almeida Machado. Instituto Agronômico de Campinas - IAC.

rugosidade superficial e peso das amostras foram calculados (Anexo), submetidos a análise de variância multifatorial e para comparações individuais foi aplicado o Teste de Tukey ($p < 0,01$).

**BECKMAN
DU-65 SPECTROPHOTOMETER**

ABSORBANCE

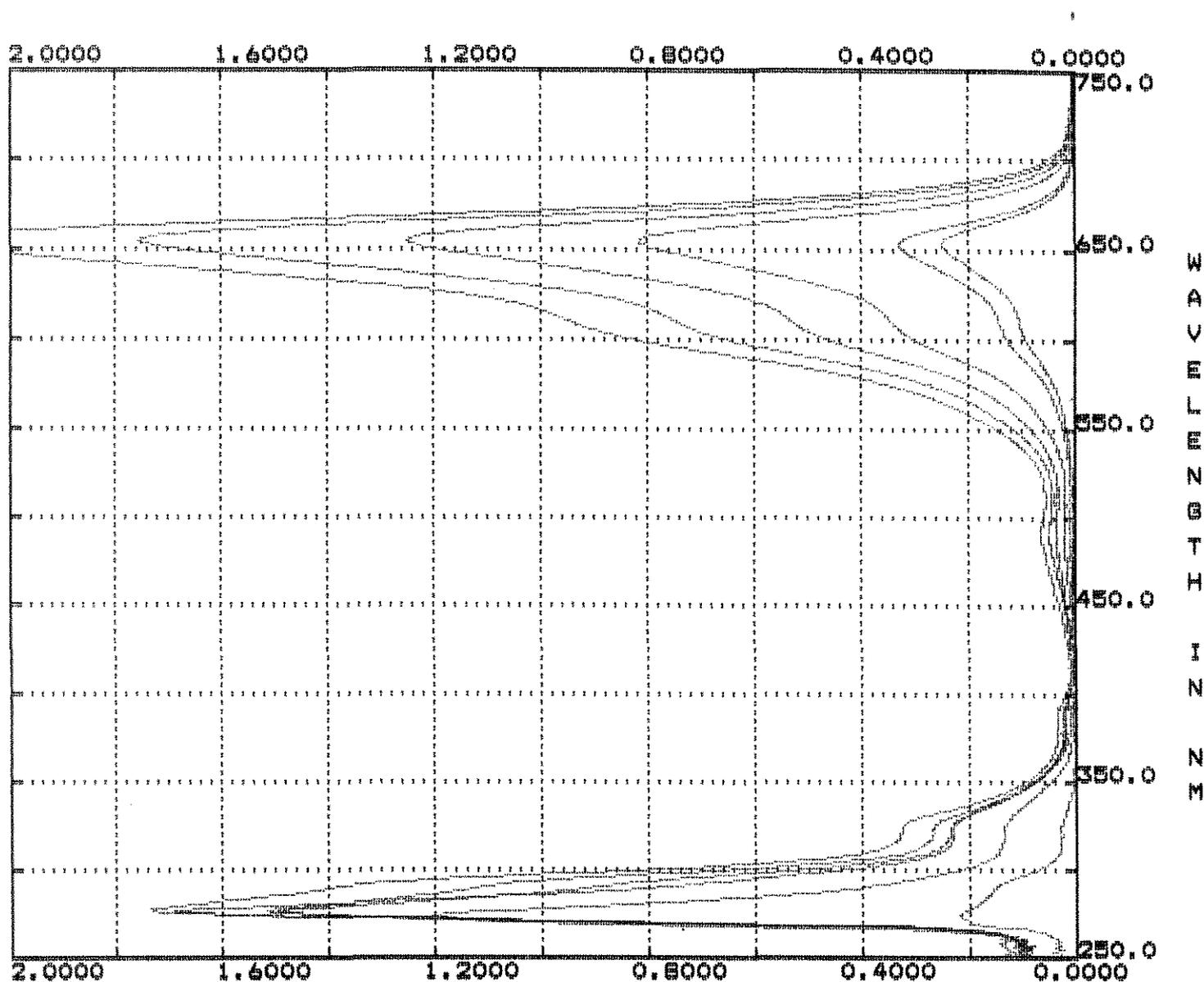


Scan Speed: 750 nm/min

Figura 2-Ilustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Chelon Fil nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 659 nm).

BECKMAN
DU-65 SPECTROPHOTOMETER

ABSORBANCE

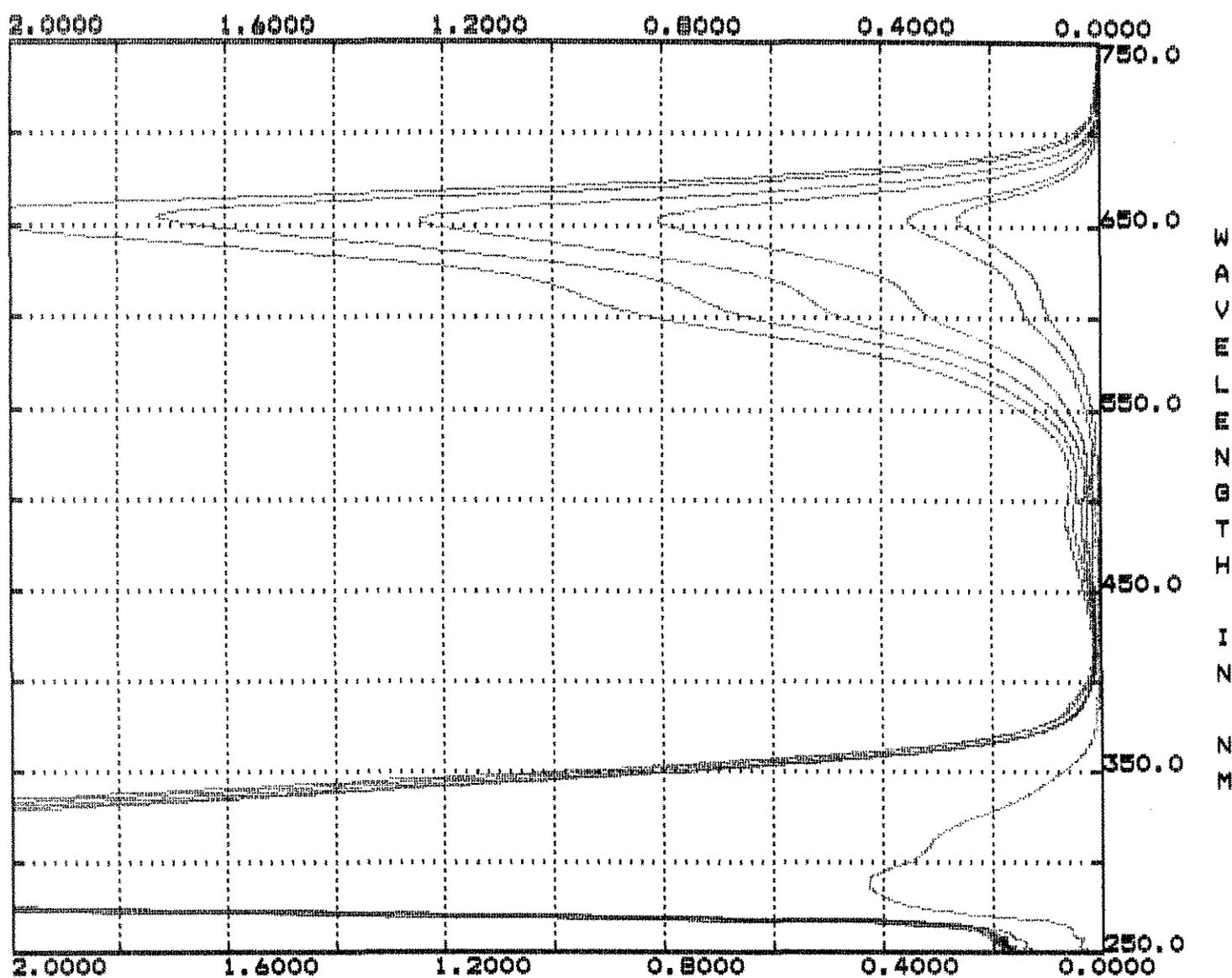


Scan Speed: 750 nm/min

Figura 3-Ilustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Vitremer nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 658 nm).

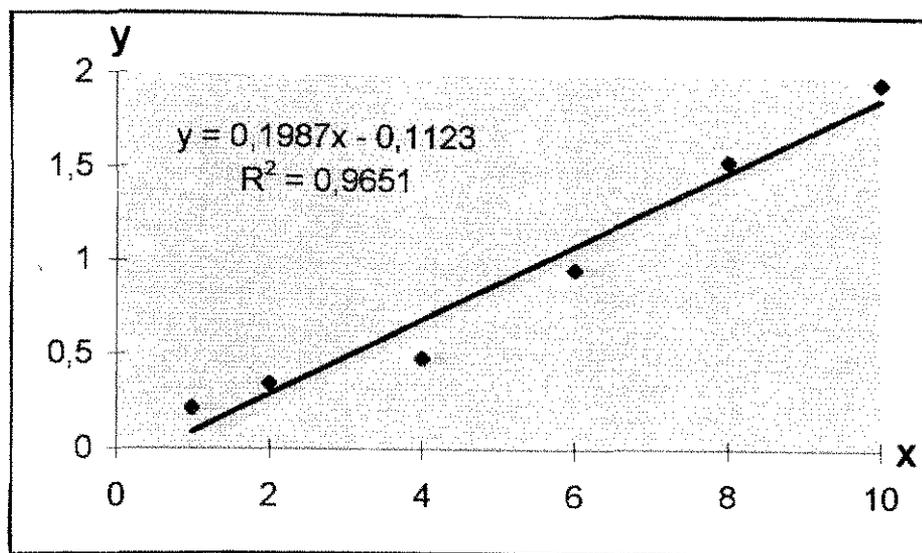
BECKMAN
DU-65 SPECTROPHOTOMETER

ABSORBANCE



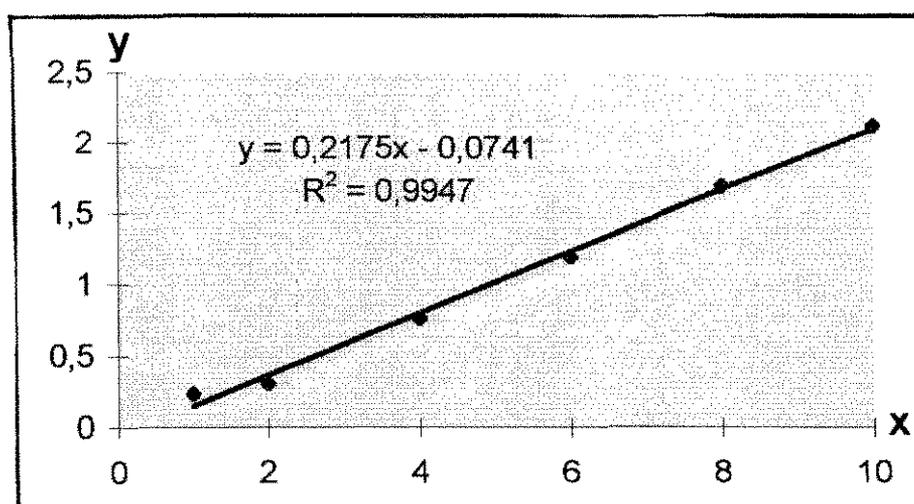
Scan Speed: 750 nm/min

Figura 4-Ilustração gráfica da varredura do aparelho espectrofotômetro, para a análise nos diversos comprimentos de onda do cimento ionomérico restaurador Dyract nas diversas concentrações de corante (Comprimento de onda 658 nm).



$$R = 0,9824$$

Figura 5-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Chelon Fil, e sua correspondente regressão linear.



$$r = 0,9973$$

Figura 6-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Vitremer, e sua correspondente regressão linear.

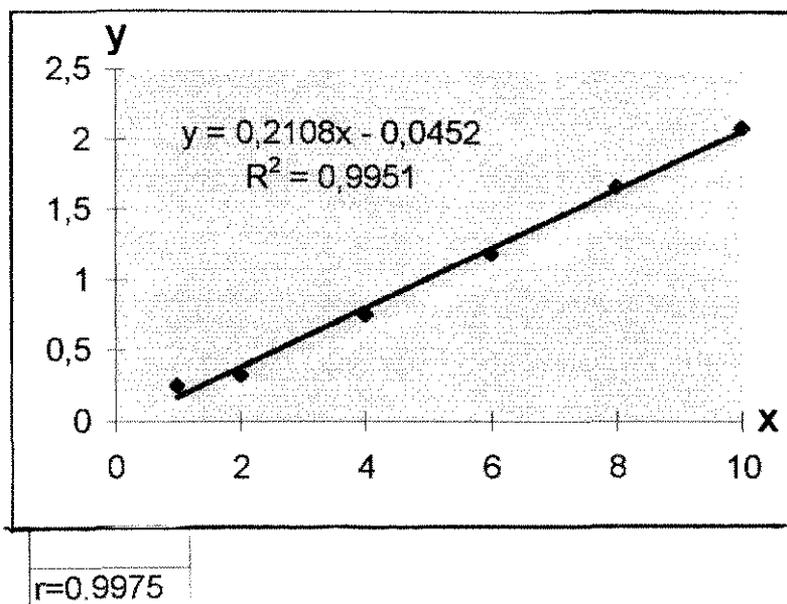


Figura 7-Illustração gráfica da correlação entre concentração conhecida de corante em $\mu\text{g/ml}$ (eixo x) e absorção de luz (eixo y), para o cimento ionomérico restaurador Dyract, e sua correspondente regressão linear.

7. RESULTADOS

Os valores originais e médios obtidos para os testes de concentração de corante impregnados nas amostras após 48 horas de armazenamento, rugosidade superficial medidas na superfície experimental após 24 horas e peso das amostras para os cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função das variáveis proteção superficial e acabamento após 24 horas na superfície experimental estão apresentados nas tabelas representadas pelos Anexos 1 a 13.

Estes valores foram submetidos à Análise de Variância e está apresentado na tabela 3, para concentração de corante. Em seguida, os valores foram submetidos ao teste de Tukey ($p < 0,01$), e estão apresentados nas figuras 8, 9, 10 e 11, para concentração de corante caracterizando manchamento.

Tabela 3 -Análise de Variância

CAUSAS DA VARIACAO	G.L.	S.Q.	Q.M.	VALOR F	PROB.>F
MATERIAL	2	2.5970391	1.2985195	17984.4918	0.00001
PROTECAO	1	0.0095426	0.0095426	132.1652	0.00001
ACABAMEN	1	0.0001093	0.0001093	1.5131	0.21898
MAT*PRO	2	0.0002744	0.0001372	1.9000	0.15247
MAT*ACA	2	0.0005059	0.0002529	3.5033	0.03255
PRO*ACA	1	0.0015002	0.0015002	20.7783	0.00008
MAT*PRO*ACA	2	0.0003627	0.0001813	2.5115	0.08392
RESIDUO	108	0.0077978	0.0000722		
TOTAL	119	2.6171320			

MEDIA GERAL = 0.393384

COEFICIENTE DE VARIACAO = 2.160 %

Concentração de corante impregnado nas amostras após 48 horas de armazenamento mostrou diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre os cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract (Tabela 4 e figura 8).

Tabela 4- Valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores estudados.

MATERIAL	Conc. Corante	
CHELON FIL	0,5875	A
VITREMER	0,3610	B
DYRACT	0,2315	C

Letras distintas diferem entre si ao nível de 1% de significância. DMS 1%= 0,00562

concentração de
corante ($\mu\text{g/ml}$)

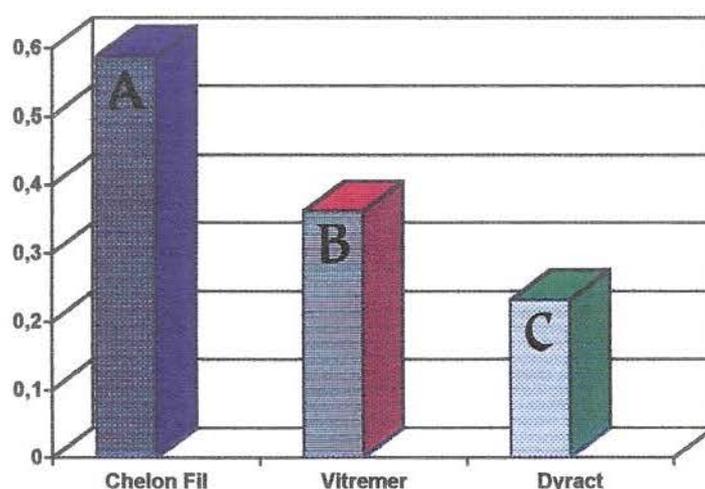


Figura 8- Ilustração gráfica da tabela 4. Valores originais médios das concentrações de corante impregnados nas amostras dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer, e Dyract.

Letras diferentes indicam que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$).

Esta diferença foi observada mesmo quando estes cimentos foram separados em função das variáveis estudadas na face experimental: proteção superficial após a confecção das amostras e acabamento após 24 horas (Tabela 5 e figura 9). Dessa forma o cimento Chelon Fil foi o que apresentou maior manchamento, com maior concentração de corante impregnado sobre a face experimental, seguido pelo cimento Vitremer intermediário e o cimento Dyract, aquele com menor grau de manchamento.

Tabela 5 - Valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos, em função das variáveis proteção e acabamento superficial.

GRUPOS \ MATERIAIS	CHELON FIL	VITREMER	DYRACT
SPSA	0,5998 A	0,3695 B	0,2452 C
SPCA	0,5903 A	0,3745 B	0,2342 C
CPSA	0,5742 A	0,3452 B	0,2205 C
CPCA	0,5857 A	0,3548 B	0,2262 C

Medias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 1% de significância. DMS 1% = 0,01124

Conc. Corante ($\mu\text{g/ml}$)

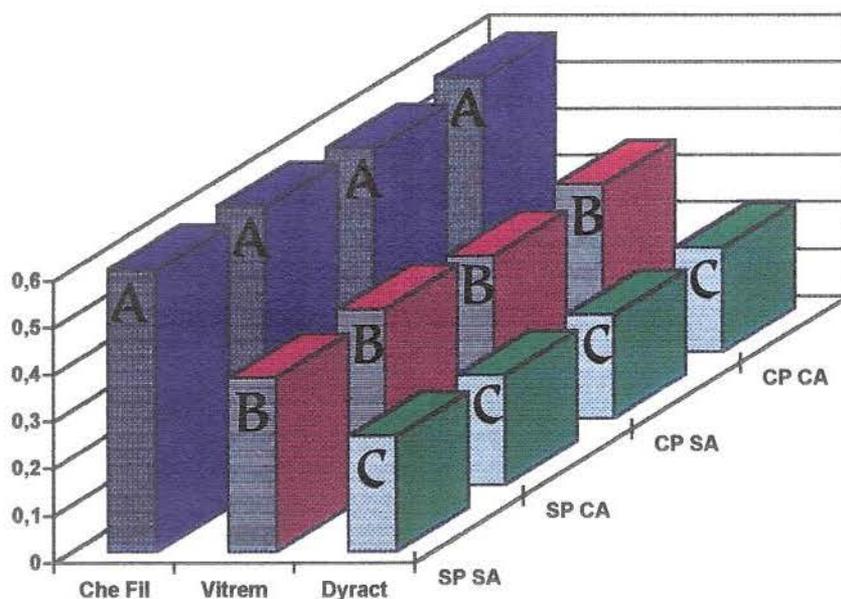


Figura 9 - Ilustração gráfica da tabela 5. Valores originais médios da concentração de corante impregnado nas amostras dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função das variáveis proteção e acabamento superficial. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$).

Quando estes cimentos foram comparados com relação a variável proteção superficial, somente os grupos dos materiais Chelon Fil e Dyract mantidos com acabamento superficial na face experimental, não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,01$), sendo que as amostras que não receberam proteção apresentaram um valor numérico de concentração de corante superior, consequentemente maior manchamento, que as amostras que receberam a proteção superficial.

Todos os outros grupos apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) nos valores de concentração de corante, mantendo superioridade no manchamento para as amostras dos cimentos que não receberam a proteção superficial (Tabela 6 e figura 10).

Tabela 6 - Valores originais médios da variável proteção superficial para concentração de corante dos cimentos ionoméricos em função do acabamento superficial.

MATERIAL		SEM PROTEÇÃO	COM PROTEÇÃO
CHELON FIL	Sem acab.	0,5998 A	0,5742 B
	Com acab.	0,5903 A	0,5857 A
VITREMER	Sem acab.	0,3695 A	0,3452 B
	Com acab.	0,3745 A	0,3548 B
DYRACT	Sem acab.	0,2452 A	0,2205 B
	Com acab.	0,2342 A	0,2262 A

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 1% de significância. DMS 1% = 0,00991.

concentração
de corante ($\mu\text{g/ml}$)

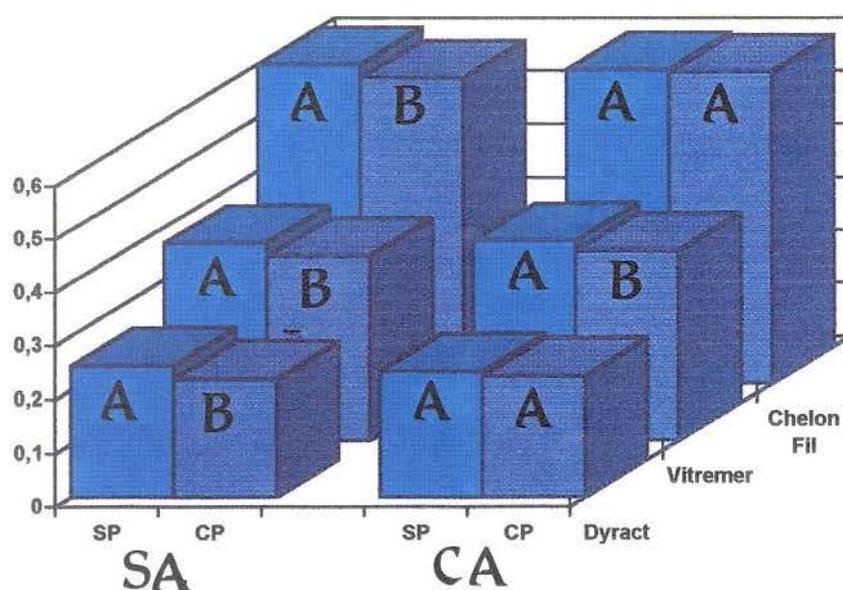


Figura 10 Ilustração gráfica da tabela 6. Comparação da variável proteção superficial ausente ou presente, para os valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função do acabamento superficial.

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) e só são válidas para barras unidas graficamente.

Com relação ao acabamento superficial, os grupos dos cimentos avaliados não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p>0,01$) entre aqueles que receberam ou não o acabamento, com exceção dos grupos onde o Chelon Fil foi mantido com proteção superficial, apresentando superioridade no valor de concentração de corante para o grupo com acabamento, e os grupos onde o Dyract foi mantido sem proteção superficial, que apresentou superioridade no manchamento o grupo sem acabamento (Tabela 7 e figura 11).

Tabela 7 - Valores originais médios da variável acabamento superficial para concentração de corante dos cimentos ionoméricos em função da proteção superficial.

MATERIAL		SEM ACABAMENTO	COM ACABAMENTO
CHELON FIL	Sem prot.	0,5998 A	0,5903 A
	Com prot.	0,5742 B	0,5857 A
VITREMER	Sem prot.	0,3695 A	0,3745 A
	Com prot.	0,3452 A	0,3548 A
DYRACT	Sem prot.	0,2452 A	0,2342 B
	Com prot.	0,2205 A	0,2262 A

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si ao nível de 1% de significância. DMS 1% = 0,00991.

conc. de corante ($\mu\text{g/ml}$)

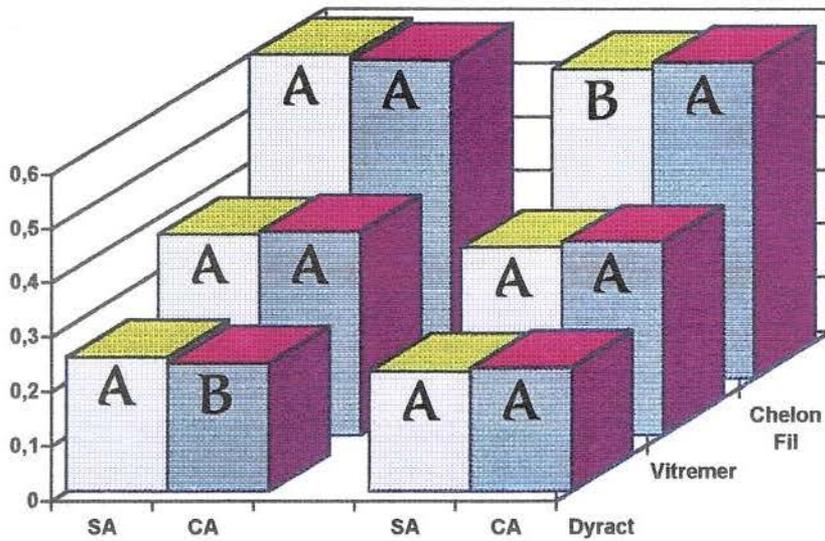


Figura 11 Ilustração gráfica da tabela 7. Comparação da variável acabamento superficial ausente ou presente, para os valores originais médios de concentração de corante dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, em função da proteção superficial.

Letras diferentes indicam diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) e só são válidas para barras unidas graficamente.

A análise dos resultados de rugosidade superficial indicaram a não existência de uma relação com o manchamento dos cimentos ionoméricos restauradores estudados. Para os resultados de peso, os cimentos mostraram igual relação superfície/peso, visto que apresentavam volumes iguais. A proteção superficial não alterou o peso, bem como os procedimentos de acabamento e polimento não ofereceram remoção de material.

8. DISCUSSÃO

Considerações gerais nos levaram a avaliar a efetividade da proteção superficial e acabamento e polimento sobre a resistência ao manchamento dos cimentos ionoméricos convencional Chelon Fil, modificado por resina Vitremer e de uma resina composta modificada por poliácido, o Dyract. Segundo PAULILLO et al.⁶⁰, a metodologia espectrofotométrica de avaliação do corante quantitativamente, em microgramas de corante impregnado sobre as amostras dos cimentos, é uma maneira mais objetiva de avaliação de manchamento.

A proteção superficial selecionada foi o esmalte para unha incolor^{25, 56, 73, 96}, e o acabamento e polimento, foi executado com os discos flexíveis de óxido de alumínio apresentado em diversas granulações Sof Lex que foram usados de maneira decrescente. Estes, segundo a literatura^{9, 23, 38, 45, 59, 72, 92} apresentam uma boa lisura superficial para material ionomérico e resinoso, porém LUTZ et al.⁴³ salientam que discos somente são convenientes para superfícies planas ou convexas e com acesso direto e não para acabamento de pequenas áreas de superfícies côncavas e oclusal de dentes posteriores.

Todas as superfícies resultantes, tendo recebido ou não a proteção superficial e acabamento e polimento, foram monitoradas pela medida da rugosidade superficial após o último procedimento, apesar de LEITÃO & HEGDAL⁴⁰ concluir que rugosímetros apresentam uma medida média de picos e vales, sendo que o valor numérico pode significar uma série de características superficiais.

De acordo com os resultados obtidos neste experimento, podemos observar pela tabela 4 e figura 8 que houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre as concentrações de corante impregnado na superfície das amostras dos cimentos ionoméricos estudados, onde esta foi maior para o cimento Chelon Fil, seguido do cimento Vitremer e com menores valores para o cimento Dyract. Estes encontros estão de acordo com os achados de LINGARD et al.⁴¹, onde materiais resinosos são menos manchados que o cimento de ionômero de vidro convencional. O autor sugere que a reatividade superficial dos materiais é específico para cada material, e a alteração de cor por manchamento pode ser resultado da união química dos agentes corantes, antes da deposição superficial deste. Quanto a isso, foi comentado a efetividade da polimerização¹¹ nos materiais, onde, se houver falha, pode alterar a reatividade desse material aumentando assim a união química dos agentes corantes e conseqüentemente o manchamento.

LINGARD et al.⁴¹ observou ainda que os materiais resinosos e ionoméricos comportam-se inversamente quando os agentes corantes são avaliados no corpo da

restauração, onde o cimento ionomérico apresentou menor concentração destes. O autor relaciona isto ao tipo de estrutura do material como compósito. Após a polimerização, ambos são apresentados na forma de uma matriz orgânica, envolvendo um material de carga, que muitas vezes no material resinoso, esta pode também ser inorgânica. A ligação entre a matriz e a carga no material ionomérico foi considerada pouco definida com a reação do ácido poliacrílico sobre as partículas vítreas formando um gel silícico, apresentando uma barreira à permeação e difusão de fluídos. Já para o material resinoso, que apresenta ligação matriz/carga bem definida, é bem estabelecido que este absorve água, sugerindo processo de penetração do agente corante, via difusão nessa interface, apesar da superfície ter sido tratada com agentes silano para produzir boa união com a matriz.

Os resultados da figura 8 pode ser amplamente estudados na tabela 5 e figura 9 que mostra a interrelação dos cimentos ionoméricos com os tratamentos de superfície: proteção e acabamento. Pode ser observado que as diferenças na concentração de corante entre os cimentos Chelon Fil, Vitremer e Dyract foram mantidas nos diversos tratamentos. Fazendo uma comparação com os dados obtidos de rugosidade superficial, também sob interrelação com as variáveis estudadas, observamos que não houve uma correlação direta entre os cimentos em função dos tratamentos superficiais. Valores superiores de rugosidade superficial não apresentaram concentração de corante ou manchamento maior (Anexo). HACHIYA et al.³⁰ relacionando o acabamento à descoloração de um material resinoso encontrou que a superfície mais lisa do material conseguida em contato com a tira matriz, descoloriu mais que a superfície polida e provavelmente mais rugosa, sendo que o procedimento de acabamento e polimento, se executado precocemente, aumenta a descoloração. Este encontro esta de acordo com os achados de LINGARD et al.⁴¹ e com os nossos resultados, mostrando que reatividade é mais efetiva que a deposição de agentes corantes. Segundo este autor procedimentos precoces podem oferecer agressividade à superfície do material, favorecendo a rugosidade, mas estando o manchamento relacionado à imaturação do cimento e não as características superficiais. Apesar de SHINTANI et al.⁷⁷ observar maior acúmulo de placa sobre uma superfície polida quando comparada com uma superfície lisa polimerizada contra tira matriz, também não correlacionou diretamente manchamento com rugosidade superficial.

Observando a tabela 7 e figura 11, onde os procedimentos de acabamento e polimento foram comparados à ausência destes quanto à concentração de corante, podemos verificar que não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,01$). Houve exceção, apresentando diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$), apenas dos grupos onde o Chelon Fil foi mantido com proteção superficial e do grupo onde o

Dyract foi mantido sem proteção superficial, sendo que este último apresentou superioridade no valor de concentração de corante para as amostras que não foram acabadas e polidas superficialmente. Para o cimento Dyract a ausência do acabamento superficial fez com que o grupo apresentasse maior concentração do componente matriz na superfície, pela polimerização sob pressão contra a lâmina de vidro, sendo este, o componente responsável pela reatividade do material com o agente corante^{30,41}. Pode ter também sofrido menor maturação por ausência da proteção superficial, o que aumentaria sua reatividade.

Com relação ao cimento Chelon Fil, a superioridade no valor de concentração de corante para as amostras que receberam o acabamento e polimento no grupo protegido superficialmente pode ter ocorrido em função desta proteção ter sido removida com estes procedimentos. Segundo MOUNT & MAKINSON⁵⁷ proteção superficial deve ser utilizada para prevenir manchamento. Alguns agentes protetores por ter natureza hidrofóbica^{25,96} pode oferecer dificuldade de umedecimento pela substância corante, que foi apresentada em solução aquosa, por diferença de tensão superficial. Isto foi observado para todos os cimentos mantidos sob proteção superficial (tabela 7 e figura 11). Os valores de concentração de corante nas amostras que receberam os procedimentos de acabamento e polimento foram superiores àqueles que não os receberam.

A ação da proteção superficial pode também ser observada na tabela 6 e figura 10 comparativa dessa variável para os cimentos ionoméricos, principalmente nos grupos que não receberam o acabamento superficial e conseqüentemente o agente protetor não foi removido. Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre os grupos que receberam a proteção superficial comparados àqueles que não a receberam, com exceção dos cimentos Chelon Fil e Dyract, que receberam os procedimentos de acabamento e polimento. Estes grupos não apresentaram diferença estatística ($p > 0,01$), porém todos os grupos, sendo estes incluídos, apresentaram valores de concentração de corante inferiores para as amostras que receberam a proteção superficial. A proteção superficial mesmo sendo removida com os procedimentos de acabamento após 24 horas, pode ter favorecido o desenvolvimento da reação de presa e conseqüentemente sua maturação.

Rugosidade superficial não foi estudada profundamente por não ter sido o direcionamento deste trabalho, somente a relação desta ou não com a resistência ao manchamento, não sendo desta forma os corpos de prova obtidos para esta finalidade. Os valores de rugosidade superficial foram avaliados na superfície dos corpos de prova preparados e tratados para resistência ao manchamento e estes valores foram somente utilizados para monitoramento dos acontecimentos superficiais, mesmo que rugosidade

superficial possa expressar uma série de características superficiais⁴⁰. Apesar do acabamento e polimento poder oferecer um aumento da área superficial de contato do cimento com o agente corante, a rugosidade superficial não interferiu no manchamento dos cimentos ionoméricos.

Quanto a metodologia através de espectrofotometria, com a avaliação quantitativa do valor exato de corante depositado sobre as amostras, esta pôde oferecer um método efetivo para avaliar alteração de cor do cimento de ionômero de vidro, caracterizando resistência ao manchamento⁶⁰. Muitos autores analisam a alteração de cor dos materiais restauradores estéticos, fazendo de maneira qualitativa^{30, 31, 38, 41, 46, 77, 92}, muitas vezes clínico visual. Isto além de ser uma forma subjetiva, não possibilita o uso de testes estatísticos mais específicos.

Um ponto a ser considerado neste trabalho é o meio de armazenamento. Muitos trabalhos sobre a ação do meio de armazenamento de cimentos de ionômero de vidro já foram realizados, porém em água, e isto tendo sido criticado quanto a avaliabilidade, principalmente para teste de solubilidade^{4, 66, 83, 87}. Tentativas simulando o que acontece *in vivo* foram feitas com a utilização de soluções neutras e ácidas^{18, 52, 53}. Foi ainda salientado, que além de dissolução superficial os vários tipos de cimento sofrem desintegração^{18, 29, 74}, o que pode levar a alteração de estética⁶⁵, mesmo não havendo depósito de substâncias corantes. VER BEECK et al.⁸² conclue que os cimentos ionoméricos tem justamente ação anticariogênica e cariostática por troca iônica, mas também por erosão^{29, 44, 71} e, muitos estudos de liberação de flúor salienta a necessidade da utilização de meios de armazenamento que simulem a ciclagem de pH, o que pode mostrar inversão de resultados quando comparados a outros meios de imersão^{8, 22, 80}. Além desses fatores, LINGARD et al.⁴¹ sugere a alteração da temperatura do meio, o que pode afetar a reatividade do agente corante em solução com o material restaurador, bem como a diferença entre os coeficientes de expansão térmico dos elementos que compõe o material favorecendo sua difusão para o interior do mesmo.

Observando estes fatos podemos visualizar a necessidade de estudos adicionais que possam ainda oferecer resultados mais realísticos com relação a resistência ao manchamento de materiais estéticos. Simulando a utilização desses materiais na cavidade oral, veículos e agente corante também devem ser considerados em função de sua afinidade com os vários tipos de substratos. Como entre os fatores que determinam a durabilidade de um material restaurador estético está na sua capacidade de manter a cor original quando em função na cavidade oral, tentativas devem ser feitas na busca de uma situação que favoreça a vida útil, muitas vezes comprometida pela alteração de cor.

9. CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos podemos concluir que:

1- Houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre todos os cimentos ionoméricos estudados quanto à resistência ao manchamento, onde os valores de concentração de corante foram superiores para o cimento Chelon Fil, seguido pelo Vitremer e por último o cimento Dyract apresentando os valores inferiores. Esta diferença foi mantida quando os cimentos foram comparados dentro de cada grupo estudado em função das variáveis proteção e acabamento superficial.

2 - Com relação à variável proteção superficial, houve diferença estatisticamente significativa ($p < 0,01$) entre a presença ou não deste tratamento, sendo que as amostras que não receberam a proteção superficial apresentaram valores superiores de concentração de corante. Houve exceção dos cimentos Chelon Fil e Dyract quando mantidos com acabamento superficial, que não apresentaram diferença estatisticamente significativa ($p > 0,01$).

3 - Com relação à variável acabamento superficial não houve diferença estatisticamente significativa ($p > 0,01$) entre as amostras acabadas ou não superficialmente, com exceção dos cimentos Chelon Fil mantido com proteção e Dyract mantido sem proteção superficial.

4 - A rugosidade superficial não interferiu no manchamento das amostras dos cimentos ionoméricos restauradores estudados.

10. ANEXO

Anexo 1 - Cimento Chelon Fil mantido sem proteção e sem acabamento superficial (SPSA)

Amostra	Rugosidade (μm)	Peso (g)	Concentração de corante $\mu\text{g} / \text{ml}$ álcool
1	0,62	0,1040	0,6004
2	1,13	0,1051	0,5953
3	0,53	0,1019	0,5953
4	1,06	0,0952	0,5953
5	0,81	0,1007	0,6004
6	0,54	0,1020	0,6004
7	0,86	0,0930	0,6054
8	1,11	0,1001	0,6004
9	0,99	0,1007	0,6054
10	0,73	0,0951	0,6004

Anexo 2 - Cimento Chelon Fil mantido sem proteção e com acabamento superficial (SPCA)

Amostra	Rugosidade (μm)	Peso (g)	Concentração de corante $\mu\text{g} / \text{ml}$ álcool
1	1,00	0,1041	0,5853
2	2,43	0,1047	0,5903
3	1,68	0,0971	0,5802
4	1,52	0,1018	0,5853
5	1,11	0,0896	0,5802
6	1,20	0,1004	0,6004
7	1,15	0,1026	0,5853
8	1,35	0,1013	0,5802
9	1,15	0,0920	0,5953
10	1,41	0,0900	0,6205

Anexo 3 - Cimento Chelon Fil mantido com proteção e sem acabamento superficial (CPSA)

Amostra	Rugosidade (μm)	Peso (g)	Concentração de corante $\mu\text{g} / \text{ml}$ álcool
1	1,58	0,1042	0,5702
2	1,33	0,0900	0,5752
3	1,78	0,0688	0,5702
4	0,99	0,0995	0,5752
5	0,64	0,1090	0,5752
6	1,26	0,0980	0,5752
7	0,90	0,1007	0,5752
8	0,96	0,0945	0,5752
9	1,14	0,1050	0,5752
10	1,34	0,0962	0,5752

Anexo 4 - Cimento Chelon Fil mantido com proteção e com acabamento superficial (CPCA)

Amostra	Rugosidade (μm)	Peso (g)	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	0,65	0,0961	0,5752
2	1,73	0,0887	0,5802
3	0,79	0,1010	0,5802
4	1,63	0,0951	0,5752
5	1,17	0,0943	0,6104
6	1,59	0,1036	0,5802
7	0,87	0,1027	0,5853
8	0,85	0,1010	0,6004
9	1,16	0,0999	0,5853
10	1,43	0,1063	0,5853

Anexo 5 - Cimento Vitremer mantido sem proteção e sem acabamento superficial (SPSA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	0,94	0,1046	0,3452
2	0,61	0,1042	0,3728
3	0,51	0,1034	0,3590
4	1,87	0,0977	0,3728
5	1,69	0,0984	0,3682
6	1,04	0,1037	0,3866
7	0,67	0,1016	0,3590
8	0,52	0,1007	0,3866
9	1,14	0,0952	0,3728
10	0,47	0,0986	0,3728

Anexo 6 - Cimento Vitremer mantido sem proteção e com acabamento superficial (SPCA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	1,43	0,0980	0,3636
2	1,73	0,0985	0,3590
3	0,48	0,0996	0,3590
4	1,62	0,1005	0,3912
5	1,11	0,0904	0,3820
6	1,64	0,0958	0,3912
7	0,78	0,0998	0,3774
8	1,18	0,0943	0,3728
9	1,71	0,0947	0,3636
10	1,36	0,0954	0,3860

Anexo 7 - Cimento Vitremer mantido com proteção e sem acabamento superficial (CPSA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	1,59	0,0972	0,3452
2	2,34	0,0974	0,3406
3	3,06	0,0976	0,3452
4	2,62	0,0973	0,3406
5	0,62	0,0980	0,3544
6	0,76	0,1030	0,3406
7	0,85	0,0966	0,3452
8	2,91	0,1047	0,3452
9	1,23	0,1039	0,3452
10	1,31	0,1043	0,3498

Anexo 8 - Cimento Vitremer mantido com proteção e com acabamento superficial (CPCA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	1,62	0,1024	0,3490
2	0,62	0,1006	0,3636
3	0,91	0,1043	0,3452
4	2,37	0,0964	0,3544
5	1,66	0,0947	0,3636
6	2,69	0,0990	0,3498
7	2,23	0,0957	0,3452
8	1,20	0,0960	0,3544
9	0,93	0,0956	0,3544
10	0,64	0,0935	0,3590

Anexo 9 - Cimento Dyract mantido sem proteção e sem acabamento superficial (SPSA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	2,06	0,0978	0,2381
2	1,88	0,0988	0,2381
3	2,01	0,1017	0,2381
4	0,87	0,0984	0,2571
5	3,10	0,0898	0,2381
6	1,13	0,0932	0,2523
7	0,80	0,0870	0,2428
8	1,19	0,1039	0,2523
9	1,51	0,0957	0,2523
10	1,04	0,0785	0,2428

Anexo 10 - Cimento Dyract mantido sem proteção e com acabamento superficial (SPCA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	2,07	0,0710	0,2286
2	0,65	0,0906	0,2286
3	0,69	0,0877	0,2428
4	0,47	0,1042	0,2523
5	0,71	0,1053	0,2286
6	0,87	0,1095	0,2333
7	0,82	0,0984	0,2286
8	0,77	0,1036	0,2286
9	0,73	0,1023	0,2333
10	0,84	0,0935	0,2381

Anexo 11 - Cimento Dyract mantido com proteção e sem acabamento superficial (CPSA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	0,59	0,1107	0,2239
2	0,84	0,1098	0,2191
3	0,32	0,1055	0,2286
4	0,99	0,1016	0,2191
5	0,39	0,1048	0,2191
6	1,76	0,1058	0,2191
7	1,00	0,1036	0,2191
8	0,43	0,1064	0,2191
9	1,71	0,0768	0,2191
10	0,90	0,0938	0,2191

Anexo 12 - Cimento Dyract mantido com proteção e com acabamento superficial (CPCA)

Amostra	Rugosidade	Peso	Concentração de corante $\mu\text{g/ml}$ álcool
1	1,60	0,1120	0,2286
2	1,17	0,1065	0,2333
3	0,97	0,1048	0,2381
4	0,62	0,0892	0,2144
5	0,53	0,0945	0,2286
6	1,91	0,0990	0,2191
7	1,04	0,1026	0,2239
8	0,59	0,1006	0,2239
9	0,46	0,1070	0,2239
10	0,61	0,0994	0,2286

Anexo 13 - Valores originais médios e desvio padrão das amostras dos cimentos ionoméricos restauradores Chelon Fil, Vitremer e Dyract, dos resultados obtidos para peso, rugosidade superficial e concentração de corante, em função das variáveis proteção e acabamento superficial.

MATERIAL	GRUPO	PESO (g)	RUGOSIDADE (μm)	CONC. CORANTE ($\mu\text{g/ml}$)
CHELON FIL	SPSA	0,0997 ($\pm 0,0012$)	0,8380 ($\pm 0,0727$)	0,5998 ($\pm 0,0011$)
	SPCA	0,0983 ($\pm 0,0018$)	1,4000 ($\pm 0,1318$)	0,5903 ($\pm 0,0039$)
	CPSA	0,0965 ($\pm 0,0035$)	1,1920 ($\pm 0,1069$)	0,5742 ($\pm 0,0006$)
	CPCA	0,0988 ($\pm 0,0016$)	1,1570 ($\pm 0,1205$)	0,5857 ($\pm 0,0035$)
VITREMER	SPSA	0,1008 ($\pm 0,0010$)	0,9460 ($\pm 0,1577$)	0,3695 ($\pm 0,0040$)
	SPCA	0,0967 ($\pm 0,0009$)	1,3040 ($\pm 0,1326$)	0,3745 ($\pm 0,0040$)
	CPSA	0,1000 ($\pm 0,0012$)	1,7290 ($\pm 0,2928$)	0,3452 ($\pm 0,0013$)
	CPCA	0,0978 ($\pm 0,0011$)	1,4870 ($\pm 0,2362$)	0,3548 ($\pm 0,0021$)
DYRACT	SPSA	0,0944 ($\pm 0,0024$)	1,5590 ($\pm 0,2254$)	0,2452 ($\pm 0,0023$)
	SPCA	0,0966 ($\pm 0,0035$)	0,8620 ($\pm 0,1389$)	0,2342 ($\pm 0,0025$)
	CPSA	0,1018 ($\pm 0,0031$)	0,8930 ($\pm 0,1609$)	0,2230 ($\pm 0,0010$)
	CPCA	0,1015 ($\pm 0,0020$)	0,9500 ($\pm 0,1553$)	0,2262 ($\pm 0,0021$)

onde: SP - sem proteção superficial

CP - com proteção superficial

SA - sem acabamento

CA - com acabamento

11. SUMMARY

The glass ionomer cement, like a preventive material, comes evolving very much, appearing new kinds, to get better mechanic, aesthetic and manipulation properties. The purpose of this study was to evaluate color alteration from staining of the several cements kinds, due to surface protection and finishing, through spectrophotometric study quantifying the dye concentration deposited over the cement. Samples with 4 mm of diameter and 2 mm of thickness were obtained of Chelon Fil, Vitremer and Dyract cements. These samples were covered with nail varnish over one of the flat and the circulate faces. The other one was the experimental face and received the treatments: surface protection or no, with the same material, and surface finishing or no after 24 hours. This way, it was obtained 4 groups with 10 samples to each cement. After this last procedure, surface rugosity was taken over the experimental face. The samples were maintained under 37°C and 100% RH. After 48 hours, the samples were weighed, stained with methylene blue 2% during 3 minutes, washed in destilate water (10 seconds), dried and triturated until obtained a powder, that was put in test tubes with 3,5 ml of absolute alcohol during 48 hours. The spectrophotometric reading was taken of the supernatant after centrifugation. Before the reading, it was done a calibration curve with methylene blue standard solutions in absolute alcohol with 0, 1, 2, 4, 6, 8 and 10 µg/ml concentration, where 4ml were put in test tubes containing triturated samples of each cement without any surface treatment. Through reading of calibration curve was verified the absorbance top and this wavelength was used to each cement to reading. It was obtained also a linear regression with a correlation coefficient between optic density and dye concentration. With this equation, the dye concentration could be obtained of each sample and each group results mean was calculated and submitted Variance Analysis and Tukey Test ($p < 0,01$). The results showed to have significant statistically difference ($p < 0,01$) to dye concentration deposited over the ionomeric cement samples, where the Chelon Fil was the most stained, followed to Vitremer and Dyract. These differences were maintained when the cements were observed in each group. To surface protection variable, it showed significant statistically difference ($p < 0,01$) between presence or no of this treatment, with exception Chelon Fil and Dyract cements when maintained with surface finishing. There was superiority to dye concentration values to samples that didn't receive the surface protection. The surface finishing variable didn't show significant statistically difference ($p > 0,01$) between the finished surfacelly or no samples, except to cements Chelon Fil maintained without protection and Dyract with surface protection. It wasn't observed direct correlation between surface rugosity and staining.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS *

- 1- AMERICAN DENTAL ASSOCIATION. Concil on Dental Materials and Devices. Dental silicate cement: specification n° 9. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.102, n.3, p.350-351, Mar. 1981.
- 2- ARENDS, J., CHRISTOFFERSEN, J. Nature and role of loosely bound fluoride in dental caries. J. dent. Res., Washington, v.69, p.601-605, Feb. 1990 [Special Issue].
- 3- BARRY, T.I., CLINTON, D.J., WILSON, A.D. The structure of glass-ionomer cement and its relationship to the setting process. J. dent. Res., Washington, v.58, n.3, p.1072-1079, Mar. 1979.
- 4- BEECH, D.R., BANDYOPADHYAY, S. A new laboratory method for evaluating the relative solubility and erosion of dental cements. J. oral Rehabil., Oxford, v. 10, n. 1, p. 57-63, Jan. 1983.
- 5- BILLINGTON, R.W., WILLIAMS, J.A., PEARSON, G.J. Variation in powder/liquid ratio of a restorative glass-ionomer cement used in dental practice. Br. dent. J., London, v.169, n.6, p.164-167, Sept. 1990.
- 6- BOSCARIOLI, A.P.T. Influência do meio ambiente, proteção superficial e tempo de armazenamento sobre a resistência à compressão de cimentos de ionômero de vidro restauradores. Tese (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1993, 78p.
- 7- BRUNE, D., SMITH, D. Microstructure and strength properties of silicate and glass-ionomer cements. Acta odont. scand., Oslo, v.40, n.6, p.389-396, Dec. 1982.
- 8- CARVALHO, A.S. Avaliação da liberação de flúor de materiais restauradores em função dos meios de imersão. Tese (Mestrado em Materiais Dentários)- Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1995, 101p.

*De acordo com a NBR 6023 de agosto de 1989 da Associação Brasileira de Normas Técnicas, Abreviatura de Periódicos: "Word List of Scientific Periodicals".

- 9- CHEN, R. C. et al.. A quantitative study of finishing and polishing techniques for a composite. J. prosth. Dent., St Louis, v.59, n.3, p. 292-297, Mar. 1988.
- 10- COHEN, S., SCHULMAN, A. Glass ionomer cements. A material review. N. Y. J. Dent., New York, v.55, n.7, p.257-261, Nov. 1985.
- 11- COUNCIL ON DENTAL MATERIALS, INSTRUMENTS AND EQUIPMENT. Visible light cured composites and activating units. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.110, n.1, p.100-103, Jan. 1985.
- 12- CRISP, S., WILSON, A.D. Reactions in glass ionomer cements: III The precipitation reaction. J. dent. Res., Washington, v.53, n.6, p. 1420-1424, Nov-Dec. 1974.
- 13- _____, _____. Reaction in glass ionomer cements: V. Effect of incorporating tartaric acid in the cement liquid. J. dent. Res., Washington, v.55, n.6, p.1023-1031, Nov-Dec. 1976.
- 14- CRISP, S., BRIAN, G.L., WILSON, A.D. Glass ionomer cements: chemistry of erosion. J. dent. Res., Washington, v.55, n.6, p.1032-1041, Nov.-Dec. 1976.
- 15- _____, LEWIS, B.G., _____. Characterization glass-ionomer cements. 1. Long term hardness and compressive strength. J. Dent., Surrey, v.4, n.4, p.162-166, Jul. 1976.
- 16- _____, _____, _____. Characterization of glass-ionomer cements. 2. Effect of the powder:liquid ratio on the physical properties. J. Surrey, v.4, n.6, p.287-290, Nov. 1976.
- 17- _____, _____, _____. Characterization of glass-ionomer cements. 3. Effect of polyacid concentration on the physical properties. J. Dent., Surrey, v.5, n.1, p.51-56, Mar. 1977.
- 18- _____, _____, _____. Characterization of glass-ionomer cements 6. A study of erosion and water absorption in both neutral and acidic media. J. dent., Surrey, v.8, n.1, p.68-74, Mar. 1980.

- 19- _____ et al. Glass ionomer cement formulations. II-The synthesis of novel polycarboxylic acids. J. dent. Res., Washington, v.59, n.6, p.1055-1063, Jun. 1980.
- 20- _____ et al. Properties of improved glass ionomer cement formulations. J. Dent, Surrey, v.3, n.3, p.125-130, May 1975.
- 21- _____ et al.. Reactions in glass ionomer cements. II - An infrared spectroscopic study. J. dent. Res., Washington, v.53, n.6, p.1414-1419, Nov.-Dec. 1974.
- 22- CURY, J.A. Uso do flúor In: BARATIERI, L.N. et al.. Dentística- procedimentos preventivos e restauradores. Rio de Janeiro: Ed. Santos; Quintessence, 1992, p.43-67.
- 23- DIJKEN, J.W.V., MEURMAN, J.H., JARVINEN, J. Effect of finishing procedures on surface textures of some resin restoratives. Acta. odont. scand., Oslo, v.38, n. 5, p. 293-301, 1980.
- 24- DODGE, W.W. et al.. Comparison of wet and dry finishing of resin composite with aluminium oxide discs. Dent. Mater., Washington, v.7, n.1, p.18-20, Jan. 1991.
- 25- EARL, M.A., IBBETSON, R.J. The clinical desintegration of a glass-ionomer cement. Br. dent. J., London, v.161, n. 8, p.287-291, Oct. 1986.
- 26- _____, HUME, W.R., MOUNT, G.J. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across glass ionomer cement surface. Aust. dent. J., St. Leonards, v.30, n.4, p.298-301, Aug. 1985.
- 27- _____, MOUNT, G.J., HUME, W.R. Effect of varnishes and other surface treatments on water movement across glass ionomer cement surface -II. Aust. dent. J., St. Leonards, v.34, n.4, p.326-329, Aug. 1989.
- 28- EIDE, R., TVEIT, A.B. Finishing and polishing glass ionomer-cements. Acta odont. scand., Oslo, v.48, n. 6, p.409-413., 1990.

- 29- FORSS, H. Release of fluoride and other elements from light-cured glass ionomers in neutral and acid conditions. J. dent. Res., Washington, v.72, n.8, p.1257-1262, Aug. 1993.
- 30- HACHIYA, et al.. Relation of finish to discoloration of resins. J. prosth. Dent., St Louis, v.52, n.6, p.811-814, Dec. 1984.
- 31- HAYASHI et al.. In vitro study of discoloration of composite resins. J. prosth. Dent., St Louis, v.32, n.32, p.66-69, Jul. 1974.
- 32- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Dental glass polyalkenoate cements: specification n° 7489, 1 ed., International standard ISO, 1986, 10p.
- 33- KAO, E.C. Influence of food simulating solvents on resin composites and glass ionomer cements. Dent. Mater., Washington, v.5, n. 3, p.201-208, May 1989.
- 34- KENT, B.E., LEWIS, B.G., WILSON, A.D. The properties of glass ionomer cement. Brit. dent. J., London, v.135, n.7, p.322-326, Oct. 1973.
- 35- _____, _____, _____. Glass ionomer cements formulations: I. The preparation of novel fluoralumino silicate glasses high in fluorine. J. dent. Res., Washington, v.58, n.6, p.1607-1619, Jun. 1979.
- 36- KNIBBS, P.J., PEARSON, G.J. Finishing glass ionomer cement. Br. dent. J., London, V.157, n. 11, p.398-400, Dec. 1984.
- 37- LAMBERT, R.L. Glass ionomer cements. J. Coll. dent. Ass., denver, v.69, n.2, p.14-18, Oct. 1990.
- 38- LAMBRECHTS, P., VANHERLE, G. Observation and comparison of polished composite surfaces with the aid of SEM and profilometer. I. Following tooth cleaning procedures. J. oral Rehabil., Oxford, v.9, n. 2, p.169-182, Mar. 1982.
- 39- _____, _____. Observation and comparison of polished composites surfaces with the aid of SEM and profilometer. II. Following tooth cleaning procedures. J. oral Rehabil., Oxford, v.9, n. 3, p.203-216, May 1982.

- 40- LEITÃO, J., HEGDAHL, T. On the measuring of roughness. Acta odont. scand., Oslo, v.39, n. 6, p.379-384, Dec. 1980.
- 41- LINGARD, G.L., DAVIES, E.H., VON FRAUNHOFER, J.A. An invitro study of staining of anterior restorative materials. J. Dent., Surrey, v.6, n.3, p.247-258, Sep. 1978.
- 42- LEWIS, B.A., BURGESS, J.O., GRAY, S.E. Mechanical properties of dental base materials. J. Am. Dent., San Antonio, v.5, n.2, p.69-72, Apr. 1992.
- 43- LUTZ, F., SETCOS, J.C., PHILLIPS, R.W. New finishing instruments for composites resins. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.107, n.4, p.575-580, Oct. 1983.
- 44- MALDONADO, A., SWARSTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. An in vitro study of certain properties of glass ionomer cements. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.96, n.5, p.785-791, May 1978.
- 45- MATIS, B. et al.. Clinical evaluation and early finishing of glass ionomer restorative materials. Oper. Dent., Seattle, v.13, n. 2, p.74-80, Spr. 1988.
- 46- _____ et al.. How finishing affects glass ionomers. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.122, n. 8, p.43-46, Jul. 1991.
- 47- McLEAN, J.W. Glass ionomer cements. Br. dent. J., London, v.164, n.9, p.293-300, May 1988.
- 48- _____, GASSER, O. Glass cermet cements. Quintess. Int., Berlim, v.16, n. 5, p.333-343, May 1985.
- 49- _____, WILSON, A.D. the clinical development of the glass ionomer cements. I Formulations and properties. Aust. dent. J., St Leonards, v.22, n.1, p.31-36, Feb. 1977.
- 50- _____, NICHOLSON, J.W., WILSON, A.D. Proposed nomenclature for glass ionomer dental cements and related materials. Quintess. Int., Berlim, v.25, n.9, p.587-589, Sep. 1994.

- 51- _____, WILSON, A.D., PROSSER, H.J. Development and use of water hardening glass ionomer luting cements. J. prosth. Dent., St Louis, v.52, n. 2, p. 175-181, Aug. 1984.
- 52- MESU, F.P., REEDIJK, T. Degradation of luting cements measured in vitro and in vivo. J. dent. Res., Washington, v.62, n.12, p.1236-1240, Dec. 1983.
- 53- MITCHEM, J.C., GRONAS, D.G. Clinical evaluation of cement solubility. J. prosth. Dent., St Louis, v.40, n.4, p.453-456, Oct. 1978.
- 54- MOORE, B.K., SWASTZ, M.L., PHILLIPS, R.W. Abrasion resistance of metal reinforced glass ionomer materials. J. dent. Res., Washington, v.64, p.371, 1985 [Abstract 1766- Special Issue].
- 55- MOUNT, G. Longevity of glass ionomer cements. J. Prosth. Dent., St. Louis, v.55, n.6, p.682-685, Jun. 1986.
- 56- _____ The wettability of bonding resins used in the composite resin/glass ionomer "sandwich tecnica". Aust. dent. J., St. Leonards, v.34, n.1, p.32-35, Feb. 1989.
- 57- _____, MAKINSON, O.F. Glass ionomer restorative cements: clinical implications of the setting reaction. Oper. Dent., v.7, n. 4, p.134-141, Aut. 1982.
- 58- O'HARA, J.W., LENTZ, D.L., TAYLOR, T.J. Surface characteristics of glass ionomer cements when treated with cavity varnish. Oper. Dent., Seattle, v.14, n.3, p.133-135, Summer 1989.
- 59- ONO, R. Avaliação dos procedimentos de acabamento e polimento sobre a rugosidade superficial de resinas compostas. Tese (Mestrado em Materiais Dentários)- Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1995, 123p.
- 60- PAULILLO, L.A.M.S. Stain of glass ionomer cement: a spectrophotometric study. J. dent. Res., Washington, v.72, n.4, p.750, Apr. 1993 [Abstract 35].

- 61- PEARSON, G.J. Finishing of glass ionomer cements. Br. dent. J., London, v.155, n. 8, p.226-228, Oct. 1983.
- 62- _____, MESSING, J.J. The abrasivity of finishing agents used on composite filling material. J. Dent., Surrey, v.7, n.2, p.105-110, Jun. 1979.
- 63- PHILLIPS, R.W. Materiais dentários de Skinner. 9ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993, 334p.
- 64- _____ The glass ionomer cement. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.120, n.1, p.19, Jan. 1990.
- 65- _____, BISHOP, B.M. An in vitro study of the effect of mixture on glass ionomer cement. Quintess. Int., Berlin, v.16, n.3, p.175-177, Feb. 1985.
- 66- PLUIM, L.J., et al.. Quantitative cements solubility experiments in vivo. J. oral Rehabil., Oxford, v.11, n. 2, p.171-179, Mar. 1984.
- 67- PROSSER, H.J., JEROME, S.M., WILSON, A.D. The effect of additives on the setting properties of a glass ionomer cement. J. dent. Res., Washington, v.61, n.10, p.1195-1198, Oct. 1982.
- 68- _____, POWIS, D.R., _____. Glass ionomer cements of improved flexural strength. J. dent. Res., Washington, v.65, n.2, p.146-148, Feb. 1986.
- 69- _____, RICHARDS, C.P., _____. NMR spectroscopy of dental materials. II- the role of tartaric acid in glass ionomer cements. J. Biomed. Mater. Res., New York, v.16, n.4, p.431-444, Jul. 1982.
- 70- _____ et al. Characterization of glass ionomer cements. 7 - The physical properties of current materials. J. Dent., Surrey, v.12, n.3, p.231-240, Sep. 1984.
- 71- RAWLS, H.R. Preventive dental materials: sustained delivery of fluoride and other therapeutic agents. Adv. dent. Res., Washington, v.5, n. , p.50-55, Dec. 1991.
- 72- RAZABONI, A.M. et al.. Estudo de pontas e discos no tratamento superficial de compósitos. R.G.O., Porto Alegre, v.31, n.1, p.76-81, Mar. 1983.

- 73- RODRIGUES, R.C.M. Influência de a entes protetores na solubilidade de cimentos de ionomero de vidro restauradores. Tese (Mestrado em Materiais Dentários) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba, Universidade Estadual de Campinas, 1993. 87p.
- 74- ROULET, J.F., WALTI, C. Influence of oral fluid on composite resin and glass ionomer cement. J. prosth. Dent., St Louis, v.52, n. 2, p.182-189, Aug. 1984.
- 75- SAVOCA, D.E., FELKNER, L.L. The effect of finishing composite resin surfaces at different times. J. prosth. Dent., St Louis, v.44, n.2, p.167-170, Aug. 1980.
- 76- SETCHELL, D.J., TEO, C.K., KHUN, A.T. The relative solubilities of four modern glass ionomer cements. Br. dent. J., London, v. 158, n.6, p.220-222, Mar. 1985.
- 77- SHINTANI, H. et al.. Effects of various finishing methods on staining and accumulation of streptococcus mutans HS-6 on composite resins. Dent. Mater., Washington, v.1, n.6, p.225-227, Dec. 1985.
- 78- SMITH, D.C. Composition and characteristics of glass ionomer cements. J. Am. dent. Ass., Chicago, v.120, n.1, p.20-22, Jan. 1990.
- 79- _____. A new dental cement. Br. dent. J., London, v. 125, n.5, p.381-384, Nov. 1968.
- 80- TEN CATE, J.M. In vitro studies on the effect of fluoride on de- and remineralization. J. dent. Res., Washington, v.69, n. , p.614-619, Feb. 1990.
- 81- VAN NOORT, R. Controversial aspects of composite resin restorative materials. Br. dent J., London, v.155, n.11, p.380-385, Dec. 1983.
- 82- VER BEECK, R.M.H. et al.. The short term fluoride release of a hand-mixed vs. capsulated system of a restorative glass ionomer cement. J. dent. Res., Washington, v.72, n.3, p.577-581, Mar. 1993.
- 83- WALLS, A.W.G. Glass polyalkenoate (glass ionomer) cements: a review. J. Dent., Surrey, v.14, n. 6, p.231-246, Dec. 1986.

- 84- _____, McCABE, J.F., MURRAY, J.J. Factors influencing the setting reaction of glass polyalkenoate (ionomer) cements. J. Dent., Surrey, v.16, n.1, p.32-35, Feb. 1988.
- 85- WILLIAMS, J.A., BILLINGTON, R.W. Changes in compressive strength of glass ionomer restorative materials with respect to time periods of 24h to 4months. J. oral Rehabil., Oxford, v.18, n.2, p.163-168, Mar. 1991.
- 86- _____, _____. Increase in compressive strength of glassionomer restorative materials with respect to time: a guide to their suitability for use in posterior primary dentition. J. oral Rehabil., Oxford, v.16, n.5, p.475-479, Sep. 1989.
- 87- WILSON, A.D. Specification test for the solubility and desintegration of dental cements: A critical evaluation of its meaning. J. dent Res., Washington, v.55, n.5, p.721-729, Sep.-Oct. 1976.
- 88- _____, KENT, B.E. A new translucent cement for dentistry. The glass ionomer cement. Br. dent. J., London, v.132, n.5, p.133-135, Feb. 1972.
- 89- _____, McLEAN, J.W. Glass-ionomer cement. 1ed, Chicago, Illinois, Quintessence Publishing CO., Inc., 1988, 274p.
- 90- _____, CRISP, S., ABEL, G. Characterization of glass ionomer cements. 4 - Effect of molecular weight on physical properties. J. Dent., Surrey, v.5, n.2, p.117-120, Jun. 1977.
- 91- _____, _____, FERNER, A.J. Reactions in glass ionomer cements. IV- Effect of chelating comonomers on setting behavior. J. Dent. Res., Washington, v.55, n.3, p.489-495, May-Jun. 1976.
- 92- _____, HEATH, J.R., WATTS, D.C. Finishing composite restorative materials. J. oral Rehabil., Oxford, v.17, n. , p.79-87, Jan. 1990.
- 93- _____, PADDON, J.M., CRISP, S. the hidration of dental cements. J. dent. Res., Washington, v.58, n.3, p.1065-1071, Mar. 1979.

- 94- _____ et al. The influence of polyacid molecular weight on some properties of glass ionomer cements. J. dent. Res., Washington, v.68, n.2, p.89-94, Feb. 1989.
- 95- WONG., T.C., BRYANT, R. Glass ionomer cements: dispersing and strength. Aust. dent. J., St. Leonards, v.30, n.5, p.336-340, Oct. 1985.
- 96- YAO, K. et al.. Effect of water isolation and early finishing on hardness of glass ionomer cements. J. Osaka Dent. Univ., Osaka, v.24, n. , p.141-147, 1990.