

**SHEILA REGINA MAIA BRAGA**

**EFEITOS DE BEBIDAS COM BAIXO pH E DA ESCOVAÇÃO DENTAL  
SIMULADA SOBRE OS MATERIAIS RESTAURADORES UTILIZADOS  
EM LESÕES CERVICAIS NÃO CARIOSAS**

São Paulo

2005

**Sheila Regina Maia Braga**

**Efeitos de bebidas com baixo pH e da escovação dental simulada  
sobre os materiais restauradores utilizados  
em lesões cervicais não cariosas**

Dissertação apresentada à Faculdade de Odontologia da Universidade de São Paulo, para obter o título de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Odontologia.

Área de Concentração: Dentística

Orientador: Prof. Dr. Narciso Garone Netto

São Paulo

2005

## FOLHA DE APROVAÇÃO

Braga SRM. Efeito de bebidas com baixo pH e da escovação dental simulada sobre os materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

São Paulo, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2005

### Banca Examinadora

1) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

2) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

3) Prof(a). Dr(a). \_\_\_\_\_

Titulação: \_\_\_\_\_

Julgamento: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## DEDICATÓRIA

A Deus

Obrigada Senhor, pelo Dom precioso da vida.

Esta vida que generosamente nos destes.

Obrigada por meus pais, amigos, professores, colegas, por todos quanto fizeram parte dessa jornada.

Obrigada por esta etapa vencida.

Receba Senhor, minha alegria e minha eterna gratidão.

Que Tua constante presença ilumine sempre meu futuro.

À minha família

Que sempre foi o alicerce da minha vida. Seu amor, estímulo, carinho e compreensão são a alma dessa vitória.

Em especial, aos meus pais, Mario e Neusa, que não mediram esforços na minha formação e pelo imensurável amor.

Amo muito vocês!

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Profa Dra. Maria Angela Pita Sobral

Nos momentos de mestre, o mais sincero dos amigos

Nos momentos de amigo, o mais leal dos mestres

Obrigada pela orientação, aprendizado, apoio, incentivo e, sobretudo, pela amizade.

Prof. Dr. Narciso Garone Netto

Exemplo de dedicação acadêmica, meu sincero agradecimento pela orientação e apoio na realização deste trabalho.

## **AGRADECIMENTOS**

À Profa. Dra. Maria Aparecida Alves de Cerqueira Luz, pelo incentivo e apoio.

À Profa. Dra. Miriam Lacalle Turbino, pelo auxílio na realização e compreensão da estatística.

Aos colegas de Pós-graduação e da disciplina de Dentística Restauradora | pelo enriquecedor convívio. Ao colega Washington Steagall Jr., pelas fotografias e desenhos.

Ao Instituto de Matemática e Estatística (IME-USP), especialmente à Profa. Dra. Júlia Maria Pavan Soler e Lincoln Cardoso Yamasaki, pelos esclarecimentos estatísticos.

À FAPESP pelo auxílio à pesquisa.

Às bibliotecárias, pela rapidez em executar a revisão final deste trabalho.

A todos os funcionários do Departamento de Dentística.

*Para ser grande, sê inteiro: nada teu exagera ou exclui.  
Sê todo em cada coisa.  
Põe quanto és no mínimo que fazes.  
Assim em cada lago a lua toda brilha, porque alta vive.*

*Ricardo Reis  
(Fernando Pessoa)*

Braga SRM. Efeitos de bebidas com baixo pH e da escovação dental simulada sobre os materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

## RESUMO

O presente estudo analisou *in vitro* o efeito de bebidas com baixo pH (suco de laranja, Coca-Cola e uísque) e da escovação dental simulada sobre os materiais restauradores utilizados em lesões cervicais não cariosas: resina composta microhíbrida Filtek Z250/3M, resina composta de micropartículas Durafill VS/Heraeus Kulzer, resina composta flow Natural Flow/DFL, compômero Dyract AP/Dentsply, cimento de ionômero de vidro resino-modificado Vitremer/3M. Os materiais foram avaliados quanto à alteração de peso e rugosidade superficial, em balança analítica e em rugosímetro, respectivamente. Foram confeccionados vinte corpos-de-prova de 10 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, de cada material. Cinco corpos-de-prova de cada material foram imersos nas bebidas testadas, por 10 dias a 37 °C, com trocas diárias das bebidas. A água destilada foi utilizada como controle. Após a imersão, os corpos-de-prova foram submetidos a 20.000 ciclos de escovação, utilizando escovas de cerdas macias e solução creme dental/água destilada na proporção 1:2. A alteração de peso foi determinada pela porcentagem correspondente à diferença de peso inicial e total (após erosão + escovação). A alteração da rugosidade superficial foi determinada pela diferença entre a rugosidade inicial e total (após erosão + escovação). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de ANOVA e Tukey com  $p < 0,05$ . A imersão em suco de laranja e Coca-Cola, seguida pela escovação, causou maior alteração de peso, estatisticamente significativa para o Dyract (-2,55%/-1,72%) e para o Vitremer (-5,03%/-2,42%) comparados às RC Z250 (0,33%/0,20%), Durafill (0,17%/-0,18%) e Natural Flow (-0,14%/-0,17%). O CIVRM Vitremer apresentou as maiores alterações de rugosidade superficial (2,96  $\mu\text{m}$ /1,59  $\mu\text{m}$ ) após imersão em suco de laranja e Coca-Cola, seguida de escovação. Houve correlação entre alteração de peso e rugosidade superficial.

Palavras-Chave: Erosão; Abrasão dentária; Resinas compostas; Cimentos de ionômeros de vidro; Compômeros; Propriedades de superfície; Escovação dentária

Braga SRM. Effect of acidic beverages and toothbrushing upon restorative materials used in noncarious cervical lesion [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 2005.

## ABSTRACT

This study evaluated *in vitro* the effect of acidic beverages (orange juice, Coca-Cola soft drink, whisky) and toothbrushing upon restorative materials used in noncarious cervical lesions: one hybrid composite (Filtek Z250/3M), one microfill composite (Durafill VS/Heraeus Kulzer), one flow composite (Natural Flow/DFL), one compomer (Dyract/Dentsply) and one resin-modified glass ionomer (Vitremer/3M). Twenty standardized cylindrical specimens (10 mm in diameter and 4 mm thickness) of each material was made. In this research, measures of the changes in weight and roughness surface were carried out using an analytical scale and a rugosimeter, respectively. Five specimens of each material were immersed in test solutions for a 10-day period at a temperature of 37 °C. Distilled water was used like a control. After erosion, the specimens were submitted to 20,000 strokes of toothbrushing using soft bristles tips and a slurry contained a 1:2 mixture of toothpaste and distilled water. The changes of weight was calculated by percentage corresponded of difference between initial and total weights (before and after erosion + toothbrushing). The changes of roughness was determined by difference between initial and total roughness (before and after erosion + toothbrushing). The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and Tukey Test at level of  $p < 0.05$ . The immersion in orange juice and Coca-Cola followed by toothbrushing caused higher changes of weight, statistically significant, for Dyract (-2.55%/-1.72%) and Vitremer (-5.03%/-2.42%) compared to Z250 (0.33%/0.20%), Durafill (0.17%/-0.18%) and Natural Flow (-0.14%/-0.17%). Vitremer presented the highest changes of surface roughness (2.96  $\mu\text{m}$ /1.59  $\mu\text{m}$ ) after immersion in orange juice and Coca-Cola followed by toothbrushing. There was correlation between changes of weight and roughness.

Key-works: Erosion; Tooth abrasion; Composite resins; Glass ionomer cements; Compomers; Surface properties; Toothbrushing

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 4.1 - Cimento de ionômero resino-modificado .....	58
Figura 4.2 - Compômero .....	58
Figura 4.3 - Resina composta Durafill.....	59
Figura 4.4 - Resina composta Filtek Z250.....	59
Figura 4.5 - Resina composta Natural Flow .....	59
Figura 4.6 - Balança analítica.....	62
Figura 4.7 - Máquina simuladora de escovação .....	62
Figura 4.8 - Medidor de pH .....	62
Figura 4.9 - Rugosímetro .....	63
Figura 4.10 - Matrizes de poliuretano .....	64
Figura 4.11 - Confecção dos corpos-de-prova com resina composta .....	66
Figura 4.12 - Confecção do corpo-de-prova com resina flow.....	66
Figura 4.13 - Seringa utilizada para inserção do CIVRM nas matrizes .....	67
Figura 4.14 - Seringa utilizada para inserção do compômero nas matrizes .....	67
Figura 4.15 - Pesagem dos corpos-de-prova .....	70

Figura 4.16 - Avaliação da rugosidade dos corpos-de-prova .....	71
Figura 4.17 - Apresentação das bebidas utilizadas (A- água destilada, B- refrigerante, C- suco de laranja, D- uísque) .....	72
Figura 4.18 - Dentifrício Colgate .....	74
Figura 4.19 - Escovas dentais Sorriso/Kolynos .....	74
Figura 4.20 - Posicionamento das escovas na máquina de escovação.....	75
Figura 4.21 - Posicionamento dos corpos-de-prova na máquina de escovação .....	75
Figura 4.22 - Lupa estereoscópica e máquina fotográfica acoplada .....	77

## LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 4.1 - Materiais utilizados, composição da matriz orgânica das partículas de carga, porcentagem dos componentes inorgânicos em volume e peso e tamanho médio das partículas .....	65
Tabela 4.2 - Distribuição dos corpos-de-prova .....	68
Tabela 5.1 - Médias e desvios-padrão do Peso (mg) dos corpos-de-prova no momento inicial, após erosão e após escovação segundo o tipo de bebida e material restaurador .....	79
Tabela 5.2 - Médias e desvios-padrão da alteração de peso (%) dos materiais para cada momento e bebida.....	81
Tabela 5.3 - Análise de Variância ( $p < 0,05$ ) para a alteração de peso, quanto as bebidas (B), os materiais (M) e os momentos (m).....	82
Tabela 5.4 - Médias da alteração de peso (%) na interação momento x bebida x material .....	83
Tabela 5.5 - Médias e desvios-padrão da Rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) no momento inicial, após erosão e após escovação segundo o tipo de bebida e material restaurador .....	86
Tabela 5.6 - Médias e desvios-padrão da alteração de rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) dos materiais em cada momento e bebida.....	88
Tabela 5.7 - Análise de Variância ( $p < 0,05$ ) para a alteração de rugosidade, quanto às bebidas (B), os materiais (M) e momentos (m).....	89
Tabela 5.8 - Médias da alteração de rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) na interação momento x bebida x material .....	89
Tabela 5.9 - Médias dos valores de pH iniciais e após 24 horas de imersão dos corpos-de-prova para os 10 dias de testes .....	93

Quadro 4.1 - Produtos utilizados, respectivos fabricantes, tipo de material, números de lote e cores .....64

Quadro 4.2 - Bebidas utilizadas e seus fabricantes .....72

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A -	Fotos dos corpos-de-prova após os momentos inicial, erosão e escovação .....	120
APÊNDICE B -	Médias dos valores de peso e rugosidade superficial dos corpos-de-prova da RC Z250.....	122
APÊNDICE C -	Médias dos valores de peso e rugosidade superficial dos corpos-de-prova da RC Durafill .....	122
APÊNDICE D -	Médias dos valores de peso e rugosidade superficial dos corpos-de-prova da RC Natural Flow .....	123
APÊNDICE E -	Médias dos valores de peso e rugosidade superficial dos corpos-de-prova do compômero Dyract.....	123
APÊNDICE F -	Médias dos valores de peso e rugosidade superficial dos corpos-de-prova do CIVRM Vitremer.....	124

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

Bis- GMA	bisfenol A glicidilmetacrilato
CIV	cimento de ionômero de vidro
CIVRM	cimento de ionômero de vidro resino-modificado
cm	centímetro
cm <sup>3</sup>	centímetro cúbico
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo
g	gramas
h	hora
HEMA	hidroxietilmetacrilato
l	litro
LCNC	lesão cervical não cariosa
Lm	limite de medição
MEV	microscopia eletrônica de varredura
mg	miligrama
ml	mililitro
mm	milímetro
mm <sup>2</sup>	milímetro ao quadrado
n°	número
ppm	partes por milhão
Ra	Roughness average (rugosidade média)
RC	resina composta
Rz	soma da média dos cinco maiores picos e dos cinco maiores vales da rugosidade superficial

TCB	produto da reação do ácido tetracarboxílico butano e hidroxietilmetacrilato
TEGDMA	trietilenoglicol dimetacrilato
UDMA	uretano dimetacrilato
USPHS	United States Public Health Service

## LISTA DE SÍMBOLOS

N	normal
NaOH	hidróxido de sódio
pH	potencial hidrogeniônico
x	vezes
°C	graus Celsius
>	maior
<	menor
%	porcentagem
µm	micrometro

# SUMÁRIO

	p.
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	19
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	21
2.1 Lesões cervicais não cariosas .....	21
2.1.1 Etiologia .....	21
2.1.2 Tratamento Restaurador .....	28
2.2 Degradação dos materiais restauradores .....	34
2.2.1 Erosão ou Degradação Química .....	35
2.2.2 Abrasão ou Degradação Mecânica.....	44
2.2.3 Associação de erosão e abrasão ou Degradação química/mecânica .....	52
<b>3 PROPOSIÇÃO</b> .....	57
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	58
4.1 Materiais .....	58
4.1.1 Materiais .....	58
4.1.2 Instrumentais e acessórios.....	59
4.1.3 Equipamentos .....	61
4.2 Métodos .....	63
4.2.1 Confeção dos corpos-de-prova .....	63
4.2.2 Armazenamento em água destilada .....	69
4.2.3 Determinação do peso inicial.....	69
4.2.4 Determinação da rugosidade superficial inicial.....	70
4.2.5 Procedimento de erosão.....	72
4.2.6 Determinação do peso e rugosidade superficial após erosão.....	73
4.2.7 Procedimento de abrasão.....	73

4.2.8 Determinação do peso e rugosidade superficial após escovação.....	76
4.2.9 Exame em Lupa Estereoscópica.....	77
4.2.10 Análise Estatística .....	77
<b>5 RESULTADOS .....</b>	<b>78</b>
5.1 Alteração de Peso .....	78
5.2 Alteração de Rugosidade superficial.....	85
5.3 Correlação alteração de peso x rugosidade superficial.....	92
5.4 Valores de pH das bebidas avaliadas.....	92
5.5 Imagens Ilustrativas .....	93
<b>6 DISCUSSÃO .....</b>	<b>94</b>
6.1 Degradação dos corpos-de-prova .....	97
6.2 Alteração de Peso .....	100
6.3 Alteração de Rugosidade superficial.....	104
<b>7 CONCLUSÕES .....</b>	<b>111</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>112</b>
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>119</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A redução no índice de cárie, a conscientização da importância da higiene bucal, os avanços no tratamento odontológico, associados à maior longevidade do ser humano têm trazido como resultado algumas mudanças no perfil da Odontologia Restauradora. Atualmente os dentes são mantidos na cavidade bucal, às vezes livres de cárie, mas apresentando perdas de estrutura que ocorrem principalmente na região cervical, sendo denominadas de lesão cervical não cariada (LCNC). As LCNC podem ser causadas por erosão, abrasão, abfração ou pela associação destes fatores.

A erosão dental é a dissolução química dos tecidos duros dentais por ácidos intrínsecos ou extrínsecos, sem envolvimento bacteriano (LEVITCH et al., 1994). Os fatores intrínsecos ligados ao desenvolvimento da erosão incluem a regurgitação recorrente por distúrbios gastrointestinais, gravidez, alcoolismo, anorexia e bulimia. As causas extrínsecas consistem do consumo freqüente de alimentos e bebidas ácidas e administração oral de medicamentos ácidos como vitamina C efervescente e aspirina em tabletes (ZERO,1996). As bebidas mais fortemente associadas à erosão dental são os sucos de frutas ácidas, bebidas alcoólicas, refrigerantes e bebidas esportivas (MOAZZEZ; SMITH; BARTLET, 2000).

As lesões cervicais não cariosas, provocadas por abrasão, são definidas como o desgaste patológico dos tecidos duros dentais por forças mecânicas não relacionadas com a oclusão. Vários fatores têm influência na abrasão dental, incluindo os hábitos de escovação, tipo de escova de dente e o dentífrico usado.

Embora os mecanismos de formação das LCNC possam agir independentemente, muitas adições ou sinergismos podem ocorrer, como a combinação da erosão e abrasão, em casos onde a perda de estrutura dental, depois de exposta a sucos de frutas ácidas, é acelerada pela escovação.

As LCNC são freqüentemente restauradas para impedir sua progressão, proteger e aumentar a resistência do remanescente dental, reduzir a sensibilidade dentinária e manter a saúde periodontal. Os materiais atualmente utilizados para restaurar estas lesões são as resinas compostas (RC), cimentos de ionômero de vidro convencionais (CIV), cimentos de ionômero de vidro resino-modificados (CIVRM) e compômeros.

O sucesso dos materiais restauradores é indicado pela manutenção de suas qualidades estéticas e funcionais conferindo sua longevidade na cavidade bucal. Entretanto, neste ambiente, múltiplas e mútuas variáveis podem determinar a efetividade clínica dos materiais restauradores. Um dos principais problemas que afetam a durabilidade dos materiais restauradores é a degradação (ALMEIDA, 1998). Convencionou-se chamar de degradação as alterações físico-químicas apresentadas pelos materiais. No meio bucal, a degradação dos materiais envolve um processo complexo que inclui desintegração e dissolução na saliva, desgaste, erosão causada por alimentos, atividade bacteriana (OILO, 1992).

Poucos dados existem sobre os efeitos dos fatores causadores de lesões cervicais não cariosas sobre os materiais restauradores, dificultando a eleição do material mais adequado e a previsão de sua durabilidade.

As dificuldades e imprevisibilidades acima mencionadas despertam o interesse em estudar o comportamento dos materiais restauradores diante dos mecanismos causadores de LCNC.

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

Na primeira parte desse capítulo dar-se-á enfoque aos trabalhos relacionados às LCNC, sua etiologia e as formas de tratamentos restauradores destas lesões. No segundo item dessa revisão, abordaremos os trabalhos relacionados à degradação dos materiais restauradores quando expostos aos fatores etiológicos das LCNC.

Esta divisão visa a uma maior facilidade de apresentação e compreensão dos assuntos abordados neste trabalho.

### **2.1 Lesões cervicais não cariosas**

#### **2.1.1 Etiologia**

Os mecanismos de formação das lesões cervicais não cariosas estão ligados à erosão, abrasão e flexão dos dentes como fatores isolados e associados.

O conhecimento da etiologia destas lesões é importante para prevenir futuras lesões e interromper a progressão das pré-existentes, além de possibilitar a indicação de tratamentos mais eficazes. Por isso, apresentam-se, a seguir, alguns estudos sobre a etiologia das LCNC enfocando principalmente as lesões de erosão e abrasão e suas associações.

Segundo Brackett (1994) as LCNC são causadas pela combinação de numerosos fatores como a abrasão de escovação, má oclusão, presença de substâncias ácidas na boca. Estas lesões podem ser observadas em pacientes jovens e tornam-se mais freqüentes com o avanço da idade. A incidência é alta em pré-molares. A forma da lesão provavelmente reflete o fator contribuinte para sua formação, sendo que lesões em forma de V são primariamente iniciadas por fadiga oclusal, enquanto lesões em forma de pires são iniciadas pela ação de ácidos endógenos ou exógenos.

Em um estudo de revisão, Levitch et al. (1994) verificaram que os fatores etiológicos relacionados ao desenvolvimento de lesões cervicais eram a erosão, abrasão e flexão dental. Definiram a erosão dental como a perda de estrutura devido à ação química de origem não-bacteriana, podendo ser causada por fatores extrínsecos (alimentos e bebidas ácidas, por exemplo) ou intrínsecos (regurgitação em casos de bulimia e anorexia). As lesões podiam aparecer em qualquer região dos dentes; em geral eram em forma de pires, largas, mas pouco profundas. A abrasão foi descrita como o desgaste patológico dos tecidos duros dos dentes por força mecânica, em geral causadas pela escovação, caracterizando-se por lesões com ângulos definidos, mais freqüentes na região cervical, próximo a junção esmalte-cimento. As lesões originadas pelo excesso de força oclusal, atingiam normalmente apenas um dente e seu adjacente. Os autores concluíram que as LCNC eram comumente encontradas na prática clínica e apresentavam formas variadas.

Touyz (1994) avaliou a acidez e a titulação dos sucos de frutas vendidos no Canadá, em vista da capacidade dos mesmos em causar erosão nos tecidos dentais. Os sucos estudados foram de laranja, maçã, uva, limão, ponche de laranja e

de uva. O pH de cada exemplar foi medido 3 vezes. Na titulação, às bebidas foi acrescentado NaOH até que eles atingissem o pH 10. Os resultados mostraram que o pH variou de 2,85 a 3,86. O suco de laranja estudado obteve o mais alto pH (3,86) e o de limão o mais baixo (2,85). O suco de laranja precisou de maior quantidade de NaOH para atingir o pH 10. O autor concluiu que não era apenas o pH o fator causal da erosão dental, mas a quantidade, tipo de ácido e componentes químicos presentes, também eram importantes.

Lussi, Jaeggi e Jaeggi-Scharer (1995) investigaram se o potencial erosivo de uma bebida sobre o esmalte humano podia ser previsto pelo exame da composição da bebida. Para testes de dureza, superfícies vestibulares de pré-molares foram embutidas em resina acrílica e polidas. As amostras foram divididas em grupos e imersas por 20 minutos em bebidas consideradas ácidas. A dureza superficial foi medida antes e depois da imersão. A concentração de fosfato, flúor, o pH, assim como a titulação de cada bebida foi determinada. O suco de maçã mostrou a maior diminuição na dureza superficial do esmalte, seguido pelo Scheweppes, refrigerantes Orangina e Grapefruit. A menor diminuição na dureza do esmalte foi na imersão em Fendant e Isostar orange, dois tipos de refrigerante. Bebidas com alta concentração de fosfato tiveram baixo efeito na microdureza. Foi possível caracterizar o potencial erosivo de uma bebida pela sua titulação, seu pH, concentração de fosfato e flúor. Entretanto, devido à formação da película adquirida, assim como a capacidade tampão salivar, valor de pH e fluxo dos fluidos bucais, o efeito erosivo das bebidas é reduzido em condições *in vivo*.

Zero (1996) revisando os fatores extrínsecos ligados à etiologia da erosão dental, constatou que vários fatores podiam causar erosão dental e os dividiu em grupos relacionados ao ambiente ou à atividade ocupacional, à dieta, aos

medicamentos e ao estilo de vida. Os fatores ocupacionais eram principalmente relacionados a indivíduos que se expunham diretamente a gases e aerossóis ácidos como os trabalhadores de fábricas de baterias, galvanização, fertilizantes; incluíam também os funcionários de laboratórios que pipetavam ácidos e degustadores de vinho. Os fatores relacionados à dieta receberam mais atenção por afetarem um largo segmento da população. A maioria dos alimentos e bebidas com baixo pH, como os sucos de frutas cítricas, refrigerantes, bebidas esportivas tinham potencial de causar erosão dental. Os medicamentos e produtos de higiene bucal também podiam ter potencial para causar erosão dental, mas em geral, eram empregados em pequenas quantidades e por curto período, limitando sua ação erosiva. O estilo de vida era relativo ao tipo de alimento e de bebida consumidos, à frequência e ao tempo de consumo. A prática de higiene bucal era considerada o fator mais importante na influência do desenvolvimento clínico da erosão dental, uma vez que a combinação da frequência do consumo de alimentos e bebidas ácidas e o superzele na higiene bucal podiam ser considerados fatores de alto risco. Entretanto, o autor observou que uma discussão sobre a erosão dental, sem incluir outros fatores etiológicos envolvidos no desgaste dental, como a abrasão e a atrição, era de limitado valor clínico. Considerou que o desgaste dental era um processo acumulativo e, em larga extensão, irreversível.

Lyttle, Sidhu e Smyth (1998) enviaram questionários sobre o diagnóstico, tratamento e frequência de LCNC para dentistas de Nova Escócia, Canadá. Este questionário continha uma foto de uma lesão de abfração, com a forma típica de cunha e as perguntas eram relacionadas a essa lesão. A maioria dos dentistas que responderam ao questionário classificou a lesão como abrasão, seguida do diagnóstico de erosão, cárie de raiz, abfração e atrição. A causa mais provável da

formação da lesão foi respondida como sendo a escovação e apenas 36% considerou as forças oclusais como provável causa.

Larsen e Nyvad (1999) compararam o pH e a titulação de vários refrigerantes com seu efeito erosivo sobre a solubilidade da apatita. Dezoito bebidas foram avaliadas (refrigerantes, águas minerais e sucos de laranja). O pH e a concentração de cálcio, fosfato e flúor foram determinados. A titulação foi determinada até o pH atingir 5,5 e 7,0. Dentes humanos foram revestidos com esmalte de unha, exceto uma janela de 3X4 mm e expostos por uma semana às bebidas. A profundidade da erosão na superfície dos dentes, após a imersão nas bebidas, ficou em torno de 3 mm para os espécimes imersos em refrigerantes e sucos de laranja frescos. As superfícies foram levemente afetadas para a maioria das águas minerais. A dissolução do esmalte aumentou quando o pH da bebida diminuía. Nas bebidas com menores pHs, foi necessário mais NaOH para trazê-las ao pH de neutralidade. Em particular, o suco de laranja precisou de mais NaOH para se neutralizar.

A relação entre erosão dental, pH e os hábitos de ingestão de bebidas, em um grupo de adolescentes, foi investigado por Moazzez, Smith e Bartlett (2000). O pH foi medido simultaneamente na superfície de quatro dentes em 11 pacientes, com idade entre 10 a 16 anos, com erosão, e em 10 pacientes-controle sem erosão. As medições foram feitas antes, durante e depois dos pacientes beberem 330 ml de refrigerante tipo cola. A maneira e o tempo em que a bebida foi ingerida também foram observados, assim como o fluxo salivar e a capacidade tampão da saliva. Os resultados mostraram que os pacientes com erosão beberam mais refrigerantes e beberam diretamente da lata mais freqüentemente do que os pacientes-controle. O pH da superfície vestibular dos molares superiores permaneceu mais baixo, por mais tempo, em pacientes portadores de erosão do que nos pacientes isentos de erosão.

A superfície vestibular dos incisivos superiores teve exposição mais prolongada a baixos pHs no grupo controle. Os autores concluíram que o padrão do pH bucal diferiu entre os pacientes com e sem erosão, depois de beberem bebidas ácidas, e isto podia ser relacionado aos diferentes hábitos de ingestão, influenciando o padrão de erosão naqueles pacientes.

Tendo em vista a ocorrência de um maior número de dentes com lesões por erosão, Sobral et al. (2000), analisaram o pH de algumas frutas através de seus sucos (limão, maracujá, acerola, morango, caju, uva, laranja, goiaba, abacaxi e manga) e de bebidas industrializadas supostamente ácidas (Gatorade, Coca-Cola, Coca-Cola diet, Guaraná, Guaraná diet, iogurte natural, vitamina C). Verificaram que os valores do pH oscilaram de 2,13 a 4,86 (média 3,48), sendo o suco de limão a bebida natural mais ácida (2,13), e a Coca-Cola, a bebida industrializada com o menor pH (2,36). A diluição e o tempo decorrido entre o preparo ou abertura das embalagens e a medição não alteraram consideravelmente o pH. Os autores concluíram que todas as bebidas e sucos testados mostraram valores de pH abaixo do pH crítico de dissolução da estrutura dental (5,5). Os resultados obtidos sugeriram a possibilidade de desmineralização da estrutura dental quando essas bebidas e sucos eram consumidos.

As características das LCNC foram investigadas por Tar et al. (2002) em pacientes adultos com alta incidência de lesões. As lesões foram avaliadas quanto à forma, dimensão, sensibilidade, manchamento e oclusão. Na avaliação as LCNC apresentaram principalmente pequenas dimensões de profundidade e largura (menores 2 mm). Apresentavam manchamento e baixa sensibilidade. A maioria das dentições estudadas tinha oclusão classe I de Angle, com função em grupo, prevalência de facetas de desgaste e pequena ou nenhuma mobilidade. As lesões

cervicais foram mais comuns em dentes posteriores superiores e especialmente em primeiro pré-molares. Pacientes idosos exibiram mais LCNC. Nenhuma diferença entre homens e mulheres foi encontrada.

Na sociedade moderna, tem aumentado o consumo de alimentos ácidos, conseqüentemente a erosão dental tem sido causa freqüente de desgaste dental. A erosão pode resultar do consumo de bebidas e alimentos ácidos e pode ser exacerbada pela xerostomia e incorreta escovação dental. A superfície dental afetada apresenta-se arredondada e brilhante e pode tornar-se hipersensível. A localização do dente afetado depende de como o agente erosivo é consumido (YIP; SMALES; KAIDONIS, 2003).

Menezes et al. (2004) avaliaram a rugosidade superficial e o desgaste promovidos por diferentes dentífrícios em dentina radicular previamente exposta à uma substância erosiva. Segmentos de dentina bovina foram submetidos a cinco eventos de erosão/abrasão, cada um composto de exposição a Sprite Diet ou água destilada, por 5 minutos, seguida de exposição a uma solução remineralizante (saliva artificial) por 1 minuto, e simulação de escovação com escovas de cerdas macias e carga de 300 g durante 5000 ciclos. Quatro dentífrícios foram comparados: um padrão, um contendo bicarbonato de sódio, um clareador e um controle de tártaro; a água destilada foi utilizada como controle. A análise estatística indicou que o efeito do dentífrício sobre a rugosidade e o desgaste não dependia se a dentina foi erodida ou não antes da escovação. Os dentífrícios contendo bicarbonato de sódio, clareador e controle de tártaro promoveram o maior aumento na rugosidade estatisticamente significativa quando comparados ao dentífrício padrão e à água destilada. O dentífrício controle de tártaro provocou o maior desgaste da dentina, enquanto o dentífrício padrão e a água destilada, os menores desgastes. Não houve

diferença significativa no desgaste promovido pelos dentífricos contendo bicarbonato de sódio, clareador e controle de tártaro. Os dados mostraram que a remoção de estrutura dental depende do dentífrico utilizado.

### 2.1.2 Tratamento Restaurador

O tratamento das LCNC depende do grau de comprometimento da estrutura dental e da etiologia da lesão. Lesões representadas por discretas perdas de estrutura e sem sintomatologia devem ser monitoradas, e o fator etiológico, suprimido; já lesões extensas e/ou aquelas com hipersensibilidade dentinária devem receber tratamento restaurador.

Atualmente os materiais restauradores mais utilizados em LCNC são as RC, CIV, CIVRM e compômeros.

Tyas (1995) recomendou que o material indicado para cavidades de classe V de LCNC deveria ser o CIVRM pela simplicidade de técnica e alta adesão à estrutura dental. Já em locais onde a estética e o polimento eram essenciais deveria utilizar-se a restauração de RC de micropartículas com agente de união esmalte/dentina. A RC de micropartículas era indicada por ter baixo módulo de elasticidade, permitindo ao material deformar-se com a estrutura dental, durante a deformação induzida pelo estresse oclusal. Em lesões mais profundas, dever-se-ia usar uma base de CIVRM e restauração de RC de micropartículas, pois esta técnica minimizava os efeitos deletérios da contração de polimerização da resina, enquanto provia boa estética e polimento e um reservatório de flúor.

Neo et al. (1996) avaliaram a performance clínica de quatro materiais restauradores em LCNC. As lesões foram restauradas com os seguintes materiais: Fuji Cap II (CIV convencional), Fuji II LC (CIVRM), APH/Universal Bond 3 (RC), Lite Fil IIA/Imperva Bond (RC). Uma avaliação, imediatamente após a confecção das restaurações, e uma reavaliação, após 18 meses, foram feitas utilizando o critério de Ryge (USPHS), para retenção, manutenção da cor, adaptação marginal, manchamento cavosuperficial, forma anatômica e presença de cárie secundária. Os resultados da avaliação, na classificação alfa, (cl clinicamente ideal) para os quatro materiais, respectivamente, após 18 meses, foram: manutenção da cor (9%, 48%, 57%, 55%), manchamento marginal (71%, 76%, 52%, 50%), adaptação marginal (24%, 24%, 33%, 15%), forma anatômica (67%, 86%, 95%, 45%) e retenção (100%, 95%, 100%, 65%). Os resultados indicaram que o CIV convencional exibiu uma pobre manutenção da cor, e o CIVRM teve desempenho semelhante às RC, quanto a este critério de avaliação. Em geral, todos os materiais exibiram algum manchamento marginal, mas somente para o material APH houve diferença superior estatisticamente significativa na avaliação após 18 meses. A forma anatômica de todas as restaurações permaneceu estável, durante o período de avaliação, não havendo diferença entre os materiais.

Sidhu, Sherriff e Watson (1997) examinaram *in vivo* o desgaste dos CIVRM usando a rugosidade superficial como padrão de desgaste. Dez pacientes com 4 lesões cervicais de abrasão foram selecionados. As quatro lesões, em cada paciente, foram restauradas cada uma com Fuji II LC, Vitremer, Photac-Fil e Fuji Cap II (CIV convencional). Impressões de silicona foram feitas da superfície de cada restauração, depois do polimento, e em intervalos de 3 meses, até completar 24 meses da confecção das restaurações. Réplicas de resina epóxicas revestidas com

ouro foram obtidas através das impressões de silicona para avaliar a superfície de desgaste. A avaliação quantitativa do desgaste foi feita pela medição da rugosidade superficial (Ra). Imagens de microscopia eletrônica de varredura promoveram a análise qualitativa das superfícies. Os valores de Ra iniciais foram os menores apresentados pelos materiais com exceção do CIV convencional. Todos os materiais mostraram uma distribuição cíclica da rugosidade com os valores alternando aumentos e decréscimos com o tempo, havendo uma estabilização aos 24 meses, quando todos os materiais, com exceção Fuji Cap II, estavam mais rugosos do que logo após o polimento.

A RC flow (Flow-it) foi avaliada por Estafan, Schulman e Calamia (1999), em restaurações de classe V, quanto a sua habilidade em reduzir a sensibilidade dentinária. Pacientes necessitando de restaurações classe V, causadas por erosão, abrasão ou cárie na área cervical foram selecionados. Cada paciente exibia sensibilidade dentinária de moderada à severa. Um total de 52 restaurações foi feito utilizando o sistema adesivo de frasco único Bond 1, a resina flow (Flow-It) e um selante de superfície (Protect-It). Os pacientes foram questionados quanto à sensibilidade e rugosidade ou aspereza superficial das restaurações feitas com a resina flow. Um paciente relatou sensibilidade em um dente tratado que persistiu por uma semana, mas esta sensibilidade extinguiu-se nas visitas de controle de 1, 3, 6 meses e 1 ano. Nenhum dos outros pacientes manifestou sensibilidade ou aumento na rugosidade. Os autores concluíram que a RC flow, usada neste estudo, para restauração de classe V era clinicamente eficaz, na redução da sensibilidade dentinária, por bloquear os túbulos dentinários com tags de resina e prevenir o movimento do fluido nos túbulos.

Gladys et al. (1999) compararam o desempenho estético de três CIVRM (Fuji II LC em cápsulas, Vitremer, 3M Experimental 155) e um compômero (Dyract) a um CIV convencional (HIFI Master Palette). Cavidades de classe V foram restauradas utilizando-se estes materiais e observadas clinicamente por 18 meses. O índice estético avaliado foi mudança de cor, translucidez e opacidade, e rugosidade superficial. Em geral, os resultados estéticos dos CIVRM e do compômero ficaram distantes do ótimo. A aparência estética das restaurações deteriorou-se por causa da descoloração das margens, mudanças na translucidez e opacidade e rapidez no aparecimento de rugosidades e perda de brilho da superfície. Tanto o CIVRM quanto o compômero, avaliados neste estudo, foram melhores esteticamente do que o CIV convencional. Os autores chegaram à conclusão de que as indicações clínicas destes materiais eram limitadas a áreas onde a estética não era primordial, mas onde a facilidade de aplicação destes materiais podia garantir um resultado funcional mais duradouro.

Folwaczny et al. (2000) avaliaram as características clínicas de restaurações cervicais após 24 meses após a realização. Foram confeccionadas restaurações cervicais em incisivos, caninos e pré-molares. Os dentes foram aleatoriamente divididos em 4 grupos: Grupo A, dentes restaurados com Tetric (RC); Grupo B, dentes restaurados com Dyract (compômero); Grupo C, dentes restaurados com Fuji II LC (CIVRM); Grupo D, dentes restaurados com Photac Fil (CIVRM). A avaliação foi feita após 8 e 24 meses. Os critérios de avaliação foram estabilidade de cor, forma anatômica, textura superficial, integridade marginal, descoloração marginal e perda da restauração. Em geral, os resultados deste estudo revelaram que a qualidade era significativamente melhor nas restaurações com RC, já que não ocorreu nenhum caso não aceitável clinicamente, perante os critérios avaliados.

Várias restaurações com CIVRM foram avaliadas como não-aceitáveis clinicamente em pelo menos um ou mais critérios. Concluíram que as restaurações de RC e compômero tinham qualidade superior às de CIVRM.

As performances clínicas de um compômero (Compoglass) e um CIVRM (Fuji II LC) foram comparadas por Brackett et al. (2001) por dois anos. Trinta e quatro pares de restaurações de Compoglass e Fuji II LC foram confeccionadas em LCNC de erosão/abfração sem nenhum preparo de cavidade. As lesões que seriam restauradas com Compoglass foram condicionadas (esmalte e dentina) com ácido fosfórico a 37%, por 10 segundos, e depois revestidas com duas camadas de adesivo, antes da inserção do material restaurador. As restaurações foram avaliadas imediatamente após a confecção, após 6, 12, 18 e 24 meses usando o critério Ryge/USPHS modificado, que avalia retenção, manutenção da cor, descoloração marginal, cárie secundária, forma anatômica, adaptação marginal. No intervalo de dois anos, as restaurações com Fuji II LC apresentaram igual ou melhor qualidade nos parâmetros analisados, comparado ao Compoglass. Três restaurações de Compoglass exibiram cárie secundária, dentro de 1 ano, e cinco restaurações do mesmo material foram perdidas antes da avaliação de 6 meses. Nenhuma restauração de Fuji II LC foi perdida ou exibiu cárie secundária. O CIVRM pareceu ser superior ao compômero em restaurações de lesões cervicais de erosão/abfração quando os dois foram usados de acordo com o protocolo deste estudo.

Loguércio et al. (2003) compararam o desempenho clínico de um CIVRM (Vitremmer) e um compômero (Dyract) em restaurações classe V de LCNC após 5 anos. As restaurações foram avaliadas quanto à retenção, à forma anatômica, à adaptação, ao manchamento marginal, à manutenção da cor, à textura superficial e à cárie secundária. Na avaliação, nenhuma cárie secundária foi detectada. A taxa de

retenção, para o Vitremer (93%) e para o Dyract (78,5%), não diferiu significativamente. Considerando a forma anatômica, somente duas restaurações de cada material foram avaliadas como não ideal, mas clinicamente aceitável (critério bravo). Quanto à adaptação marginal e ao manchamento, o CIVRM (Vitremer) foi significativamente melhor do que o compômero (Dyract), após 5 anos. O desempenho do Dyract foi melhor em termos de textura superficial e manutenção de cor.

Chinelatti et al. (2004) avaliaram o desempenho clínico de um CIVRM (Vitremer) e dois compômeros (F2000 e Freedom) após 1 ano. Oitenta e sete restaurações (29 de cada material), sendo 78 de LCNC e 9 lesões de cárie foram avaliadas imediatamente, após a confecção, depois de 6 meses e 1 ano. O método USPHS foi utilizado para manutenção de cor, manchamento marginal, presença de cárie, forma anatômica, integridade marginal e textura superficial. Na avaliação imediata, as restaurações foram consideradas clinicamente ideais para todos os critérios. Quanto ao período de avaliação, diferença significativa foi observada entre a avaliação imediata e a reavaliação após 1 ano. No exame após 1 ano, Freedom foi classificado como bravo (clinicamente aceitável) ou charlie (clinicamente inaceitável) para todos os critérios examinados. Vitremer ganhou classificação alfa (clinicamente ideal) apenas no critério cárie. F2000 apresentou os melhores resultados, embora apresentando significativa alteração de cor. Freedom e Vitremer foram estatisticamente diferentes quanto à forma anatômica e textura superficial. Após 1 ano de acompanhamento, F2000 mostrou resultados mais aceitáveis quanto aos critérios analisados.

## 2.2 Degradação dos materiais restauradores

O sucesso dos materiais restauradores está diretamente relacionado com sua longevidade, na cavidade bucal. Neste ambiente, os materiais estão sujeitos a inúmeras agressões, podendo-se citar as alterações de pH, presença constante de umidade, abrasão.

Os trabalhos aqui apresentados mostram alguns destes desafios e como os materiais restauradores se comportam diante destas agressões.

Oilo (1992), estudou a biodegradação das RC e dos CIV determinando que a biodegradação dos materiais restauradores era um processo complexo de absorção, desintegração e transporte externo de íons. Para as resinas, concluiu que ocorriam vários tipos de processos de degradação como a hidrólise e a oxidação. Elementos das partículas de carga e produtos da degradação da resina podiam deslocar-se do corpo da restauração. Para os CIV a total desintegração da camada superficial era observada, juntamente com uma pequena liberação de elementos do corpo da restauração. A degradação era um processo lento tanto para a RC como para o CIV. Durante o período inicial de exposição à umidade, a liberação era alta e depois estabilizava em valores baixos, mas constantes. A correlação entre medidas *in vitro* e situações *in vivo* era difícil de estabelecer.

Almeida (1998) estudou os aspectos relevantes na degradação das RC, abordando a polimerização, acabamento e polimento, absorção de líquidos, desgaste e manchamento. Verificou que a degradação podia ser acelerada por falhas no tipo e na qualidade da polimerização. A capacidade de absorção de água e o contato constante com a umidade causavam a perda de propriedades importantes

da RC, facilitando a deterioração dos seus componentes. A degradação podia ter lugar tanto nas superfícies ásperas, desgastadas, como nas inadequadamente polidas. O manchamento era sempre um sinal de degradação e, aliado a ele, estava o desgaste como principal causa das substituições de restaurações de RC nos dentes posteriores. Concluiu que a degradação era de difícil solução, pois tinha carácter multifatorial.

### 2.2.1 Erosão ou Degradação Química

Asmussen (1984) investigou a diminuição da dureza causada pelo etanol e ácidos orgânicos da placa bacteriana em polímeros com base em Bis-GMA. Foi medida a dureza (identificação de Wallace) como um determinante para a resistência à abrasão da superfície polida das resinas. A dureza foi medida antes e depois da armazenagem, por 1 dia, em etanol, ácido acético, ácido propiônico, ácido láctico. Não somente o etanol, mas também os ácidos acético e propiônico, causaram diminuição na dureza nos polímeros com base em Bis-GMA. A ação dos ácidos diminuiu com o aumento do conteúdo de TEGDMA até 50 mol% das RC. A ação foi ainda menor para conteúdos de TEGDMA acima deste limite. O ácido láctico não causou diminuição na dureza. O autor concluiu que os ácidos orgânicos da placa podem influenciar a qualidade das restaurações de resina com respeito ao desgaste e susceptibilidade ao manchamento.

A influência de líquidos que simulam alimentos no desgaste de alguns materiais compósitos foi determinada por McKinney e Wu (1985). Os materiais

avaliados foram uma resina convencional com partículas de quartzo (Adaptic), uma resina com vidro de estrôncio (Profile), uma resina foto ativada (Prisma Fil), e uma resina de micropartículas (Silar). Os líquidos empregados foram o heptano e soluções aquosas de etanol a 100, 75, 50, 25, 0%. Amostras dos materiais foram embebidas nos líquidos, por 1 semana, a 37 °C. Todos os compósitos testados revelaram danos resultantes do condicionamento nos líquidos, com a diminuição na dureza superficial e resistência ao desgaste. O maior efeito de perda de dureza foi obtido com o condicionamento na solução de etanol 75%, na seguinte ordem de materiais: Adaptic, Profile, Silar e Prisma Fil. O aumento na taxa de desgaste, após o condicionamento, correspondeu à queda na dureza, exceto para a resina com partículas de vidro de estrôncio (Profile) condicionada em água pura, onde o desgaste aumentou consideravelmente sem haver diminuição na dureza.

Walls, McCabe e Murray (1988) mediram a resistência à erosão de três CIV: Ketac Fil, Chelon, Fuji Type II F. A influência do tempo, após a manipulação, antes do material ser exposto à erosão, também foi determinado. O ambiente erosivo foi obtido com soluções com pH 4, 6, 8 e 10. O efeito da erosão foi avaliado em um perfilômetro. Grupos de amostras permaneceram 15 min, 1 hora, 24 horas, 7 dias, e 28 dias em água destilada antes de se exporem às soluções erosivas, por 6 horas, para um grupo, e 18 horas para os restantes. Todos os três cimentos foram mais suscetíveis à erosão quando expostos à solução com pH 4. As maiores perdas foram observadas nos espécimes que ficaram apenas 15 minutos em água destilada antes de expostos às soluções erosivas. Fuji Type II F exibiu significativamente menos erosão do que os outros dois materiais, sob todas as condições testadas. Na maioria das circunstâncias, o Chelon foi significativamente mais resistente à erosão do que Ketac Fil. Os autores concluíram que a susceptibilidade dos CIV à erosão é

afetada pelo tempo decorrido, após a manipulação, antes de serem expostos ao ambiente ácido, pelo pH da solução erosiva e pelas características do material testado.

A microdureza superficial de materiais restauradores, após a imersão em líquidos que simulam alimentação, foi avaliada por Kao (1989). Os materiais testados foram RC: Concise, Prisma Fil, Silux, FulFil, Helio Molar, P-30, Occlusin e o CIV Ketac Fil. As amostras foram imersas em heptano, soluções aquosas de etanol, na concentração 100, 75, 50, 25 e 0%, por 0,1,3,7,18 e 30 dias a 37°C. A microdureza Knoop foi medida antes e depois dos períodos de imersão. As medidas foram feitas em superfícies com polimento e na superfície apenas polimerizada contra uma tira de matriz e lâmina de vidro. A dureza foi maior na superfície polida, por ser rica em partículas de carga, quando comparada à superfície sem polimento, que é rica em matriz orgânica. RC com matriz similar tenderam a ter comportamento similar nas soluções. Aquelas com matriz com base UDMA (Helio Molar, PrismaFil, Occlusin) foram significativamente mais susceptíveis às soluções do que aquelas com matriz Bis-GMA. A solução que causou maior redução na dureza dos materiais foram as soluções de etanol a 75% e 50%.

Chadwick et al. (1990) avaliaram os efeitos do armazenamento em água destilada, lactato (pH 4) e citrato (pH 6) sobre a dureza e o desgaste em três compósitos (Oclusin, P30 e Ful Fil). Amostras das resinas foram armazenadas nas soluções por 1 ano. A dureza dos três materiais armazenados em citrato não mudou. No caso da resina P30, armazenada em água, e dos outros materiais, armazenados em lactato, uma redução na dureza foi observada. Não houve diferença significativa entre o desgaste dos espécimes depois de um ano ou uma semana de armazenamento em água. Os espécimes de Ful Fil armazenados em citrato tiveram

maior desgaste do que os espécimes armazenados em água. A redução na dureza de alguns materiais não resultou no aumento de desgaste. Isto indica que o efeito da diminuição da dureza estava limitado a uma fina camada superficial. Embora não significativa *in vitro*, este efeito aumentaria provavelmente a taxa de desgaste *in vivo*, desde que o material afetado fosse perdido, expondo uma nova camada para mais ataque. Isto prejudicaria os materiais, na durabilidade clínica à longo prazo, por prejudicar sua resistência a abrasão.

Martin e Jedynekiewicz (1998) mediram as alterações dimensionais e de peso ocorridas pela sorção de água em materiais resinosos (resina microhíbrida – Prisma TPH, resina dual – Dicor MGC e um compômero – Dyract), usando um laser para medir as dimensões e uma balança de precisão para o peso. Corpos-de-prova de cada material testado foram preparados, mantidos em dessecador, por 48 horas, e depois pesados e medidos. Em seguida, foram armazenados em água deionizada a 37 °C. Medidas foram feitas, em intervalos de 48 horas por 14 dias, intervalos de 5, dias por 2 meses, e, então, intervalos de 30 dias, por 12 meses, e por fim, a cada 3 meses até completar 24 meses. Mudanças significativas na porcentagem de ganho de peso e expansão linear ocorreram durante 90 dias, para as resinas, e durante 150 dias, para o compômero. A expansão higroscópica do Dyract foi estatisticamente maior (2,26%) do que da resina TPH (0,51%) e resina dual (1,09%).

Após o armazenamento em diferentes soluções, Geurtsen, Leyhausen e Garcia-Godoy (1999) investigaram a microdureza assim como a liberação de flúor de quatro compômeros: Compoglass F, F2000, Dyract AP, e um compômero experimental. Amostras dos materiais foram armazenadas por 6 dias em água deionizada, solução ácida pH 4,2, solução neutra pH 7, solução neutra pH 7 contendo enzima esterase. A liberação de flúor foi medida a cada 48 horas. A

microdureza Vickers de cada grupo foi determinada antes do armazenamento nas soluções, assim como após 24, 48 e 144 horas nas soluções. Algumas amostras foram mantidas secas para servirem como controle. A microdureza de todos os compômeros diminuiu, depois do armazenamento em todas as soluções, em comparação às amostras mantidas secas. As amostras dos materiais F2000 e do compômero experimental foram significativamente mais duros do que os espécimes de Compoglass e Dyract em todos os momentos. A maior quantidade de F foi liberada em solução ácida seguida pela solução com enzima esterase, exceto para o Dyract, que liberou quantidades equivalentes em solução ácida e água deionizada. Os autores sugeriram que a ação da esterase salivar podia enfraquecer a superfície dos compômeros. A consequência clínica seria o aumento no desgaste e a redução da resistência à carga. Em adição, a liberação de F dos compômeros podia ser aumentada por enzimas hidrolíticas na saliva e sob condições ácidas.

Nicholson et al. (1999) determinaram a interação de quatro compômeros (Dyract, Compoglass, Hytac e Ana Compomer) com solução aquosa de ácido láctico e compararam ao comportamento de um CIV (AquaCem plus) e a uma RC (Pekafil). Cinco cilindros de cada material foram preparados e pesados. Eles foram armazenados individualmente em 2,0 cm<sup>3</sup> de solução de ácido láctico, a 0,02 mol/l por 1 semana; então o pH foi determinado e os espécimes re-pesados. A solução de ácido láctico foi trocada, e os espécimes foram armazenados por mais 1 semana, depois da qual o pH e o peso foram novamente medidos. Isto foi repetido a intervalos de 1 semana até completar 6 semanas. Todos os compômeros aumentaram o pH das soluções em média de 0,26 unidade. Este efeito foi similar para o CIV, sendo significativamente maior do que para a RC, a qual não teve efeito no pH. O aumento no pH reduziu significativamente com o tempo. Depois de 1

semana, todas as mudanças de pH foram acompanhadas pela redução na massa dos espécimes, indicando susceptibilidade e erosão ácida. Hytac foi significativamente mais resistente a erosão do que os outros compômeros e teve o menor efeito na mudança de pH da solução. Estes resultados mostraram que os compômeros neutralizaram a solução de ácido láctico, mas sofreram processo de erosão.

Abu-Bakr et al. (2000) avaliaram o efeito do álcool (uísque), bebidas de baixo pH (suco de laranja e Coca-Cola) e água deionizada na força de compressão, microdureza de superfície, solubilidade e textura de superfície de compômeros (Dyract, Compoglass, Xen), um CIVRM (Fuji II LC) e uma RC (Clearfil). Os dados das propriedades mecânicas avaliadas foram obtidos após 60 dias de imersão nas substâncias testadas. Para o teste de dureza de superfície, os compômeros mostraram dureza significativamente maior que o CIVRM, mas significativamente menor do que RC. Todos os espécimes imersos em suco de laranja e Coca-Cola apresentaram as maiores reduções na dureza. No teste de força de compressão, a resina mostrou os maiores valores entre os materiais testados; os resultados mostraram uma diferença significativa entre compômeros e CIVRM. Os compômeros e a RC tiveram valores maiores que o CIVRM. Quanto ao tipo de solução, os espécimes imersos em água deionizada mostraram os mais altos valores; não houve diferença significativa entre os outros meios. Para o teste de solubilidade, foi medido o peso dos espécimes antes e depois da imersão nas substâncias. Os espécimes imersos em bebidas de baixo pH mostraram maior solubilidade do que os imersos em uísque e água deionizada. Não houve diferença significativa na solubilidade entre os materiais testados, baseado na substância na qual eles foram imersos. A microscopia eletrônica de varredura mostrou mudanças na textura de superfície,

especialmente para os espécimes imersos em álcool e bebidas de baixo pH. A superfície da resina foi levemente afetada, visto que na superfície dos materiais híbridos parece ter ocorrido perda discernível de material e formação de fendas. Destes resultados, os autores concluíram que os materiais restauradores híbridos, especialmente o compômero, exibiram grandes mudanças na superfície e nas suas propriedades mecânicas quando imersos em algumas substâncias, principalmente alcoólicas e de baixo pH.

O ambiente químico é um aspecto da cavidade bucal que pode influenciar na degradação *in vivo* das RC. Pensando nisso Yap, Low e Ong (2000) avaliaram os efeitos de líquidos que simulam alimentos na rugosidade superficial e dureza de RC (Silux Plus, Z100, Spectrum TPH, e P50) e compômeros (F2000 e Dyract AP). Metade das amostras foi usada no teste de microdureza Knoop e o restante para os testes de rugosidade (Ra). Cada grupo de amostras foi subdividido e acondicionado por 1 semana como segue: Grupo 1 (controle): ar a 37 °C; Grupo 2: água destilada a 37 °C; Grupo 3: 0,02 N ácido cítrico a 37 °C; Grupo 4: 0,02N de ácido láctico a 37 °C; Grupo 5: heptano a 37 °C; Grupo 6: solução 50% etanol-água a 37 °C. Os resultados mostraram que a rugosidade de todos os materiais avaliados não foi afetada estatisticamente pelos líquidos, entretanto houve grande aumento na rugosidade do Dyract AP, após condicionamento em ácido cítrico e solução de etanol-água. Nenhuma diferença significativa na dureza foi notada, após condicionamento da resina Spectrum TPH e dos compômeros Dyract AP e F2000, nos vários líquidos. As resinas com base em Bis-GMA aparentaram ser mais susceptíveis ao efeito de redução da dureza em alguns líquidos: Silux Plus, à solução etanol-água, Z100 ao ácido láctico, e solução etanol-água e P50, à solução etanol-água.

Abu-Bakr et al. (2001) avaliaram o efeito do álcool (uísque), bebidas de baixo pH (suco de laranja e Coca-Cola) e água deionizada na rugosidade superficial de materiais restauradores híbridos como os compômeros (Dyract, Compoglass F, Xenon, F2000) e um CIVRM (Fuji II LC). A metade da superfície dos corpos-de-prova foi revestida com verniz. Os espécimes foram imersos nas soluções, por 10 dias, à temperatura de 37 °C. As medições da textura de superfície foram feitas usando um microscópio de varredura a laser. Os corpos-de-prova imersos em suco de laranja e uísque mostraram os valores mais altos de Ra e Rz do que os espécimes imersos em Coca-Cola e água deionizada. As imagens da microscopia a laser mostraram diferenças significantes entre a parte revestida com verniz e a outra metade sem cobertura, sendo maior a rugosidade na metade não coberta por verniz, principalmente nos espécimes imersos em substâncias de baixo pH. Os resultados mostraram que a rugosidade foi significativamente maior para os espécimes imersos em bebidas alcoólicas ou com baixo pH, causando deterioração da superfície dos materiais, a qual poderia ser detectada clinicamente pela rugosidade e perda de brilho da superfície.

Yap et al. (2001) avaliaram o efeito de algumas substâncias na dureza superficial de quatro RC (Silux, Z100, Ariston, Surefil). A relação entre dureza e espessura da camada de degradação também foi estudada. Após a polimerização, os espécimes foram armazenados em saliva artificial a 37 °C por 24 horas. Os espécimes foram submetidos ao teste de microdureza Knoop e, em seguida, armazenados nas seguintes substâncias, por 1 semana a 37 °C: saliva artificial, água destilada, 0,02 N ácido láctico, 0,02 N ácido cítrico, heptano e solução de etanol (75-25%). Depois do condicionamento, os espécimes foram novamente submetidos ao teste de dureza e seccionados para análise em estereomicroscópio com aumento

de 600x para analisar a espessura da camada de degradação. Os efeitos das substâncias foram material dependente. Para Silux, Z100 e Surefil, o ácido cítrico causou a maior alteração na dureza do material seguido pela saliva artificial. Para o Ariston, o heptano causou a maior alteração. Uma pequena, mas significativa, correlação existiu entre alteração na dureza e espessura da camada de degradação. A camada de degradação, para Silux, foi maior no heptano e etanol, para Z100 no etanol e água. Para o Ariston, a degradação foi maior na saliva artificial e ácido láctico, e Surefill, no ácido láctico e cítrico.

Turssi et al. (2002) avaliaram o efeito de diferentes ambientes de armazenamento sobre a superfície dos materiais resinosos. Um CIVRM (Fuji II LC melhorado), um compômero (Dyract AP), uma RC de micropartículas (Durafill VS) e uma RC microhíbrida (Filtek Z250) foram testados. A rugosidade superficial foi medida para obter os valores de Ra inicial. Os corpos-de-prova foram então armazenados, em água destilada ou saliva artificial, a 37 °C, por 24 h, ou ainda sujeitos ao regime de ciclagem de pH (6 h a 37 °C, em solução ácida pH 4.3 e 18 h a 37 °C, em saliva artificial pH 7). Ao final de 10 dias de armazenamento, leituras finais da rugosidade superficial foram feitas. A rugosidade superficial dos materiais resinosos aumentou significativamente quando sujeitos ao regime de ciclagem de pH, comparados à água destilada e à saliva artificial. O CIVRM apresentou as superfícies mais rugosas em todos os armazenamentos, e a RC Durafill, a superfície mais lisa. Não houve diferença no aumento de rugosidade provocada pelo armazenamento em água destilada ou em saliva artificial, para todos os materiais.

McKenzie, Linden e Nicholson (2003) testaram a força de compressão e a força flexural biaxial de três CIV convencionais (Aqua Cem, Chem Fil Superior, Chem Fil) e um CIVRM (Vitremer), após armazenamento, tanto em meios neutros

(água, solução salina, saliva total sem estimulação ou saliva da parótida estimulada), como em bebidas ácidas (suco de maçã, suco de laranja e Coca-Cola). Os períodos de armazenamento variavam de 1 dia a 1 ano. Em meio neutro, as forças de compressão e flexão de todos os cimentos estudados mostraram resultados similares, com significativo aumento na força de compressão, após 6 meses e 1 ano, mas nenhuma diferença entre os meios neutros. A força flexural não se alterou significativamente nos meios neutros. Resultados dos espécimes armazenados em Coca-Cola foram semelhantes àqueles armazenados em meio neutro. Espécimes armazenados em suco de laranja e maçã sofreram severa erosão, resultando na dissolução dos espécimes dos CIV convencionais, após 3 a 6 meses e/ou significativa perda de força em 1 a 3 meses. A erosão do CIRM, Vitremer, levou à significativa redução na força, mas não à dissolução, mesmo após 1 ano.

### 2.2.2 Abrasão ou Degradação Mecânica

Harrington et al. (1982) avaliaram a perda de peso e a rugosidade superficial de alguns materiais (RC sem carga, RC convencionais, RC de micropartículas, silicato, CIV, e amálgama), após escovação simulada. Foram confeccionados corpos-de-prova desses materiais e mantidos em água a 37 °C. Após 7 dias, os espécimes foram pesados e medida a rugosidade superficial. Os espécimes então foram submetidos a 60.000 movimentos de escovação com 100 ml de uma mistura de dentífrico e solução 0,5% de carboximetilcelulose. A cada 20.000 movimentos, os espécimes eram pesados e recolocados em posições diferentes. Os materiais que

apresentaram menor perda de peso foram as RC convencionais (9 a 15  $\mu\text{m}$ ) junto com o silicato e o amálgama. As RC sem carga sofreram o maior desgaste (aproximadamente 120  $\mu\text{m}$ ). As RC de micropartículas e o CIV obtiveram valores intermediários (27 a 63  $\mu\text{m}$ ). A perda de peso foi maior nos primeiros 20.000 movimentos, o que pôde ser atribuído á perda da resina superficial rica em matriz. As RC sem carga e as de micropartículas mantiveram a superfície lisa, após os ciclos de escovação, em contraste com as RC convencionais, silicato e o CIV, que aumentaram apreciavelmente suas rugosidades. O amálgama foi o único material que teve sua rugosidade diminuída após a escovação.

Jones, Fisher e Wilson (1985) avaliaram a abrasividade de várias pastas dentais sobre a superfície de duas RC (Delphic, RC convencional e Orion, RC de micropartículas). Após armazenamento em água destilada por 7 dias, os corpos-de-prova foram pesados e analisada a rugosidade superficial. A simulação de escovação foi realizada com uma mistura de cada dentifrício avaliado com carboxymetil celulose (3:7) e realizados 60.000 movimentos de escovação. Terminado o ciclo de escovação, os corpos-de-prova foram novamente pesados e medida a rugosidade superficial. Concluíram que a RC de micropartículas desgastou mais do que a RC convencional. No caso das pastas com alta abrasividade, a quantidade de abrasão na RC de micropartículas foi de 4 a 5 vezes maior do que na RC convencional. Quando utilizado pastas menos abrasivas esta diferença foi de 2 vezes. Nos corpos-de-prova onde não foram utilizados dentifrícios, apenas água destilada, a escovação não afetou significativamente nenhum dos materiais. Todos os dentifrícios produziram aumento na rugosidade superficial das resinas. Os valores da rugosidade superficial, após a escovação, foram similares para os dois materiais restauradores.

O efeito da escovação dental associada a dentifrícios na superfície de uma RC híbrida (Herculite-Kerr) foi observado por Goldstein e Lerner (1991). Em um pré-teste, 24 amostras da RC foram divididas em 4 grupos, colocadas numa máquina de simulação de escovação e submetidas a 10.000 movimentos de escovação, em 100cc de água deionizada com 4 diferentes tipos de escovas dentais, para determinar se o tipo de escova afetava a topografia da resina composta. Os resultados mostraram que não houve diferença entre os grupos e que os valores encontrados antes e depois aos testes não foram diferentes estatisticamente. Para o teste com os dentifrícios foram selecionadas as seguintes marcas: Colgate, Crest, Viadent, Supersmile, Shane, Sensodyne, Rembrandt e Topol. 100 mg de pastas dentais foram misturadas a 100 ml de água. Amostras da RC foram submetidas a 20.000 movimentos de escovação. A rugosidade superficial foi medida com o auxílio de um rugosímetro. A RC exibiu uma boa resistência ao desgaste. A adição dos dentifrícios causou deterioração em todas as amostras. Os resultados mostraram que a superfície da RC híbrida foi alterada pela escovação, e a pasta dental Colgate produziu a superfície menos rugosa estatisticamente do que as encontradas com os outros dentifrícios.

Em um ensaio de escovação *in vitro*, Samuel (1993) avaliou a rugosidade superficial de três RC (Herculite XR, Prisma APH e P50); dois CIV (Vidrion R e Chelon Fil) e um amálgama (Dispersalloy), submetidos à ação ou não de um dentifrício. Cada material foi submetido a 250 escovações por minuto, num período de 2 horas, totalizando 30.000 ciclos por amostra. Com auxílio de um perfilômetro utilizando o parâmetro Ra (rugosidade média), foram realizadas leituras para a medida da rugosidade. Os resultados da análise estatística mostraram que não houve alteração da textura superficial dos materiais submetidos apenas à ação de

uma escova extramacia em água destilada, porém, quando foi acrescentado o dentífrico, todos os materiais restauradores tiveram a sua topografia alterada. O material que apresentou a superfície com maior rugosidade superficial inicial foi o Dispersalloy (0,6394  $\mu\text{m}$ ), seguido pelo Vidrion R (0,2697  $\mu\text{m}$ ), Chelon Fil (0,1760  $\mu\text{m}$ ), Herculite XR (0,0491  $\mu\text{m}$ ), P50 (0,0342  $\mu\text{m}$ ) e por último o Prisma APH (0,0338  $\mu\text{m}$ ). Porém, esta ordem foi alterada, após o ensaio de escovação, ou seja, o Vidrion R apresentou a maior rugosidade (1,2508  $\mu\text{m}$ ), seguido pelo Herculite XR (1,0300  $\mu\text{m}$ ), Chelon Fil (0,6210  $\mu\text{m}$ ), Prisma APH (0,4542  $\mu\text{m}$ ), Dispersalloy (0,4082  $\mu\text{m}$ ) e por último, o P50 (0,2754  $\mu\text{m}$ ). Também foi possível observar que, em todos os materiais ocorreu um aumento da rugosidade superficial, exceto para o amálgama, que reduziu a rugosidade inicial para os níveis mais baixos.

Momoi et al. (1997) compararam o desgaste, a rugosidade superficial e a dureza de CIV convencionais (Fuji Type II, Ketac-Fil) e CIVRM (Fuji Type II LC, Photac-Fil), quando submetidos à abrasão de escovação dental/dentífrico. Amostras de amálgama com alto teor de cobre (Spherical-D) e de RC (Z100) foram usadas como materiais de referência. Espécimes de cada material foram preparados e submetidos à abrasão de escovação, usando 20.000 movimentos de escovação, à velocidade de 160 ciclos/minuto e carga de 3,4 N. A quantidade de perda de material foi determinada por um perfilômetro. As características da superfície, depois da abrasão, foram avaliadas em microscópio eletrônico de varredura. A resistência à abrasão e à dureza dos CIVRM foi significativamente mais baixa que dos CIV convencionais, quando as duas formas do produto do mesmo fabricante foram comparadas. A resistência à abrasão dos CIVRM foi estatisticamente mais baixa do que do amálgama e da resina composta. Imagens da microscopia, após a abrasão,

mostraram superfícies mais rugosas para todos os CIV comparados ao amálgama e à RC.

Domene (1998) comparou a magnitude de desgaste de três categorias de cimentos ionoméricos, quando submetidos ao teste de escovação simulado. O CIV convencional Vidrion R, o CIVRM Vitremer e o compômero Variglass foram manipulados em duas condições: manual e mecanicamente. Para realização do desgaste, utilizou-se uma máquina apropriada com escova macia, solução do dentífrico em água destilada (1:2) e velocidade de 374 ciclos por minuto até completar 100.000 movimentos. A quantidade de massa perdida, em cada espécime, foi obtida pela diferença entre a pesagem da massa inicial e a massa final, usando-se uma balança analítica de precisão. Os resultados mostraram que houve desgaste nos cimentos, porém foram de extensões diferentes. O maior grau de resistência foi para o Variglass, seguido pelo Vitremer e Vidrion R. O desgaste maior sempre foi para os cimentos manipulados manualmente e na mesma ordem acima.

Frazier, Rueggeber e Mettenburg (1998) compararam a resistência ao desgaste por escovação de três compômeros (Compoglass, Dyract, Hytac) e três CIVRM (Fuji II LC, Photac Fil, Vitremer) a duas RC (Herculite XRV, Silux Plus). Os espécimes foram submetidos a 120.000 movimentos de escovação e carga de 200 g em uma máquina de escovação. Foi usada uma mistura de dentífrico e água deionizada (1:1) durante a escovação. A resistência à abrasão foi calculada medindo-se a massa dos espécimes antes e subsequente à escovação. A perda de massa variou de 0,013 g (Hytac) a 0,061 g (Compoglass). Nenhuma relação entre resistência ao desgaste e o conteúdo de carga do material foi encontrado. Houve diferença significativa na resistência ao desgaste entre RC, compômeros e CIVRM.

O Compoglass obteve o maior desgaste observado na pesquisa. Os compômeros Hytac e Dyract tiveram significativamente melhor resistência ao desgaste do que a RC de micropartículas (Silux). Os CIVRM apresentaram menor variação na resistência ao desgaste como um grupo. O desgaste destes produtos foi estatisticamente equivalente ao da RC.

Moldes (1998) avaliou a resistência à abrasão por escovação da RC TPH, CIV Ketac Fil e do compômero Dyract. Os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada a 37 °C, por uma semana. Antes e após a escovação, foi utilizado o projetor de perfil PJ 300 e, com o programa Scanpak 2D, foi realizada a medição através da coleta de pontos em todo o contorno dos corpos de prova. Por análise matemática foi obtida a área desgastada em mm<sup>2</sup>. Utilizando-se mistura de creme dental e água destilada (80mg/50ml), os corpos-de-prova foram submetidos a 10.000 ciclos de escovação. As médias de desgaste em mm<sup>2</sup> para a RC foi de 1,306, para CIV 0,743, e, para o compômero, 1,084. Foram encontradas diferenças estatisticamente significantes somente entre a RC e o CIV. O CIV apresentou o menor desgaste superficial, e a RC o maior.

Para analisar a perda de massa e a rugosidade superficial, após a escovação, Desiderato et al. (2001) submeteram RC microhíbridas a um teste de abrasão *in vitro* através de escovação simulada. As marcas comerciais utilizadas foram: Z250, TPH Spectrum, Charisma, Suprafill. Durafill VS foi o grupo controle. Para os testes de abrasão utilizou-se uma máquina apropriada com escovas macias e soluções de dentífrício. A quantidade de massa foi verificada antes e depois da escovação, utilizando uma balança analítica. A avaliação da rugosidade superficial foi obtida com um rugosímetro antes e após o término da escovação. A análise estatística dos resultados mostrou que as resinas Z250 (1,28%) e Suprafill (1,60%) apresentaram

menor alteração de massa, seguida da resina TPH (2,14%). Durafill (3,43%) e Charisma (3,78%) apresentaram as maiores alterações. Com relação à rugosidade superficial, observou-se um melhor comportamento da RC Charisma (0,0756  $\mu\text{m}$ ), seguida das resinas Z250 (0,1148  $\mu\text{m}$ ), Durafill (0,1640  $\mu\text{m}$ ), Suprafill (0,1816  $\mu\text{m}$ ) e TPH (0,1936  $\mu\text{m}$ ).

Garcia et al. (2004) realizou um teste de abrasão *in vitro* por escovação simulada para analisar a perda de massa e a alteração da rugosidade superficial em RC fluidas (Aeliteflo, Natural Flow, Wave, Flow-It Lf, Flow-It) e RC controles (Z100, Silux Plus). Foram realizados aproximadamente 100.000 ciclos de escovação. A determinação do desgaste dos materiais foi verificada pela quantidade de massa perdida após a escovação. A rugosidade foi determinada quantitativamente com auxílio de um rugosímetro e qualitativamente por MEV. Os materiais não apresentaram diferenças estatisticamente significantes quanto à alteração de massa. A Aeliteflo apresentou a maior alteração de massa, seguida da RC de micropartículas Silux Plus. A RC microhíbrida Z100 apresentou a menor alteração de massa, ficando o restante das RC fluidas com alteração intermediária a estas três resinas. A maior alteração de rugosidade foi verificada para a resina Wave, com diferenças estatisticamente significantes em relação às outras resinas testadas. As menores alterações de rugosidade foram verificadas para a RC Natural Flow e Aeliteflo. Não foi verificada correlação entre a porcentagem de perda de massa e rugosidade superficial.

Um estudo *in vitro*, com o intuito de constatar as propriedades de desgaste e rugosidade dos CIV, foi realizado por Rios et al. (2002). Os materiais empregados foram Fuji Plus, Ketac Molar e Vitremer (em duas diferentes proporções pó/líquido: 1:1 e ¼:1). A determinação de desgaste foi obtida através da quantidade de massa

perdida após simulação de escovação. A rugosidade superficial foi determinada através de leituras em rugosímetro. A escovação simulada realizou 10.000 ciclos, na velocidade de 374 ciclos/minuto, com carga de 200 g. Utilizaram-se escovas com cerdas macias e uma mistura pasta/água na proporção 1:2. Os resultados revelaram que o Vitremer diluído e Fuji Plus foram menos resistentes à abrasão de escovação e apresentaram o maior aumento na rugosidade superficial.

Mondelli et al. (2003) avaliaram o comportamento *in vitro*, em relação ao desgaste, após escovação simulada, de três RC com carga cerâmica (Tetric Ceram, Ariston, Definite) e uma liga de amálgama (Velvalloy). Foram obtidas, por meio da utilização de balança analítica e rugosímetro (Ra), as médias de alteração de massa e rugosidade superficial, antes e depois de 100.000 ciclos de escovação à velocidade de 374 ciclos por minuto e carga de 250 g. A liga de amálgama apresentou a menor alteração de massa (0,41%), com diferenças significantes em relação às resinas. Entre as resinas, não houve diferença estatisticamente significativa para alteração de massa, sendo que a Ariston apresentou a maior alteração (6,90%), seguida pela Definite (5,58%) e Tetric Ceram (4,80%). O Ariston também apresentou a maior alteração de rugosidade (6,95  $\mu\text{m}$ ), seguido de Tetric Ceram (3,462  $\mu\text{m}$ ), Definite (1,696  $\mu\text{m}$ ) e Velvalloy (0,377  $\mu\text{m}$ ), havendo diferenças significantes entre todos os materiais. O amálgama apresentou o melhor comportamento frente ao desgaste, após escovação simulada.

Takeuchi et al. (2003) estudaram *in vitro*, a influência do selamento de superfície, na rugosidade superficial da RC P60, antes e depois da abrasão por escovação. Amostras foram aleatoriamente distribuídas em grupos: controle sem selante, grupo com selante de superfície Protect-it e um grupo selado com agente adesivo Single bond. As amostras foram avaliadas quanto à rugosidade superficial

inicial e depois de submetidas à escovação simulada com 35.600 ciclos, com 200 g de carga e mistura de pasta/água. Nenhuma diferença estatisticamente significativa foi observada entre o controle e os grupos experimentais. Entretanto, uma diferença significativa foi encontrada entre as medidas feitas antes e depois da escovação. Baseado nos resultados, o uso de selante de superfície ou agente glaseador não aumentou a integridade superficial. O uso de dentifrício e escovação resultou em significantes alterações na lisura superficial da RC.

### 2.2.3 Associação de erosão e abrasão ou Degradação química/mecânica

Attin et al. (1998) avaliaram a resistência de dois compômeros (Dyract, Compoglass) à abrasão de escovação sob condições ácida e neutra. Espécimes dos materiais foram confeccionados e armazenados por 24 horas a 95% de umidade e 37 °C. Após este período, foram divididos em 2 grupos, os espécimes do primeiro grupo foram imersos em solução ácida (pH 3,0) e o segundo, em solução neutra, (pH 6,8) por 8 horas. Em seguida, foram submetidos ao teste de abrasão por escovação. A escovação foi simulada com 200 movimentos/minuto e carga de 275 g. Foi utilizada uma mistura abrasiva de 2 ml de água destilada, 1 g de dentifrício e 1,2 g de pedra-pomes. Os espécimes foram submetidos a 2.000 movimentos de escovação. A seqüência de imersão e escovação foi repetida 3 vezes. A quantidade de abrasão foi medida através de um perfilômetro a laser. Para ambos materiais, a abrasão, após imersão em solução ácida, foi significativamente maior, comparada com a abrasão após imersão em solução neutra. Sob ambas condições, a

resistência à abrasão do Dyract foi estatisticamente superior a do Compoglass. O estudo demonstrou que a abrasão por escovação do Dyract e Compoglass aumenta sob severas condições ácidas. Entretanto, o aumento na abrasão devido às condições ácidas é relativamente pequeno, embora, estatisticamente significativo. Os autores concluíram, portanto, que os compômeros testados, são apropriados para restaurar áreas do dente que estão especialmente sujeitas a desafios ácidos e forças de escovação dental.

Buchalla, Attin e Hellwig (2000) investigaram quatro cimentos resinosos (Compolute Aplicap, Variolink Ultra, C&B Metabond e Panavia 21), dois cimentos de carboxilato (Poly-F Plus, Durelon), dois CIV (Fuji I, Ketac-Cem Aplicap), um CIVRM (Vitremer), um compômero (Dyract) e um cimento de fosfato de zinco (Harvard), segundo suas resistências à abrasão de escovação depois de armazenados em soluções neutra e ácida. Os exemplares dos materiais foram armazenados por 7 dias, em umidade relativa 100% a 37 °C. Doze amostras de cada material foram armazenadas, por 24 horas, em solução com pH 6,8, e as doze amostras restantes, em solução com pH 3,0. Todos os espécimes foram então sujeitos a 2.000 movimentos de abrasão de escovação em uma máquina de escovação com 100 movimentos por minuto e carga de 2,75 N, juntamente com uma mistura abrasiva (20 ml de água destilada, 10 g de dentifrício e 12 g de pedra pomes). A seqüência de armazenamento e escovação foi repetida 3 vezes, totalizando 6.000 movimentos por espécime. A abrasão foi medida com um perfilômetro laser computadorizado. Os resultados mostraram que, com exceção dos cimentos resinosos, todos os outros materiais mostraram aumento estatisticamente significativo na abrasão, quando submetidos a condições de armazenamento ácido. Sob as duas condições de

armazenamento, os cimentos de carboxilato tiveram a maior abrasão, e os cimento resinosos, a menor.

Sarrett, Coletti e Peluso (2000) estudaram os efeitos de bebidas alcoólicas no desgaste das RC. Testaram as RC Herculite XR, Prisma Fil, Silux Plus, P-50 e Z100 usando uma máquina simulando a ação do contato de substâncias abrasivas na superfície da restauração. Foram feitas pastas abrasivas misturadas à água deionizada, cerveja, vinho e solução etanol/água 9 vol%. Os espécimes foram submetidos a um simulador de desgaste clínico por 3 dias. O vinho e a solução de etanol causaram significativamente mais desgaste, comparados à cerveja e à água. Não houve diferença no desgaste entre o vinho e o grupo de etanol 9 vol%. O grupo da cerveja não foi significativamente diferente do grupo da água. Prisma-Fil e Herculite XR mostraram os maiores desgastes enquanto Silux Plus, P-50 e Z100 mostraram os menores desgastes. Os resultados indicaram que as bebidas alcoólicas com 9 vol% de etanol aumentaram o desgaste das RC, visto que a cerveja possui 5 vol% e produziu menos desgaste.

Shabaniyan e Richards (2002) compararam as taxas de desgaste do esmalte a três materiais restauradores estéticos (CIV convencional – Fuji IX, CIVRM – Fuji II LC, RC – Z100) sob diferentes cargas (0, 3.2, 6.7 e 9.95 Kg) e níveis de pH (1.2, 3.3, 7.0). Dez restaurações de cada material foram feitas em amostras de esmalte. O desgaste foi feito em uma máquina eletromecânica, onde as restaurações foram atritadas contra uma superfície de esmalte, com movimentos unidirecionais a 80 ciclos/minuto. A taxa de desgaste foi avaliada através de um microscópio de luz modificada para quantificar a mudança na altura em pontos definidos da restauração e da superfície de esmalte. A taxa de desgaste do esmalte e dos outros materiais variou significativamente com o pH, carga e tipos de materiais. O desgaste do

esmalte foi mais influenciado pela variação de pH visto que a RC foi a menos afetada pelo ácido. O CIV convencional foi mais susceptível do que a RC aos efeitos da variação de pH. A susceptibilidade do CIVRM ao ácido ficou entre a RC e o CIV convencional. Esmalte e CIV convencional foram afetados similarmente pela carga. A RC foi mais resistente do que o CIV convencional ao desgaste sob altas cargas; CIVRM exibiu resistência intermediária. Dentro das limitações deste estudo, os três materiais testados foram mais resistentes do que o esmalte em condições ácidas. A RC demonstrou a menor susceptibilidade ao ácido. A resistência ao ácido e carga do CIVRM foi consistentemente menor do que da RC e maior do que do CIV convencional.

Turssi et al. (2002) avaliaram o efeito das condições de armazenamento antes da simulação de escovação na textura superficial dos materiais restauradores. Um CIVRM (Fuji II LC), um compômero (Dyract), uma RC de micropartículas (Durafill), uma RC microhíbrida (Z250) foram testados. Corpos-de-prova dos materiais foram aleatoriamente divididos em 3 grupos de condições de armazenamento: água destilada deionizada 24 h, saliva artificial 24 h, ou regime pH cíclico, que consistia em imersão em 5 ml de solução ácida por 6 h e mais 18 h imersos em água destilada deionizada. Após 24 h imersos em água destilada deionizada, foi medida a rugosidade superficial dos corpos-de-prova. Os corpos-de-prova foram então submetidos às condições de armazenamento, seguida de simulação de escovação por 10.000 ciclos, velocidade 4,5 ciclos/segundo e carga de 300 g com mistura pasta/água, proporção de 1:3. Este protocolo de armazenamento e escovação foi repetido 10 vezes e, após este procedimento, foi medida novamente a rugosidade superficial. Dentro das condições de armazenamento, todos os materiais sofreram aumento significativo na rugosidade superficial. Com armazenamento cíclico o

CIVRM e o compômero apresentaram superfícies menos rugosas quando comparados às outras soluções de armazenamento. Para as RC, nenhuma diferença entre as condições de armazenamento foi detectada. Durafill obteve superfície mais lisa seguida pelo Dyract, e este a superfície mais lisa que a Z250. Fuji II LC obteve a superfície mais rugosa.

Dorter et al. (2003) avaliaram o efeito da escovação dental na rugosidade superficial e microdureza de dois cerômeros (Admira e Definite), após condicionamento ácido. Algumas amostras foram usadas como controle (armazenamento em água destilada), outras foram escovadas por 10 minutos utilizando-se uma escova elétrica acoplada a um dispositivo que lhe empregava 200 g de carga. Uma mistura pasta/água foi utilizada durante a escovação. Os espécimes remanescentes foram armazenados em ácido fosfórico com pH 1,9 por 24 horas e então metade foi escovada. A rugosidade superficial do Admira e Definite não foi afetada significativamente pelo armazenamento em condição ácida. Entretanto, os espécimes de ambos os materiais, nos grupos controle e após condicionamento ácido, exibiram superfícies significativamente mais lisas do que os espécimes sujeitos à escovação somente e à escovação após condicionamento ácido. Para os dois cerômeros, valores significativamente mais altos de microdureza foram obtidos depois do armazenamento em ácido seguido de escovação. Os autores concluíram que, quando fatores de erosão e abrasão associavam-se, camadas superficiais dos materiais eram removidas e provavelmente expunham as camadas subsuperficiais com valores mais altos de microdureza. Portanto, a escovação após condicionamento ácido afetou significativamente a superfície dos cerômeros.

### 3 PROPOSIÇÃO

A proposta deste estudo foi avaliar *in vitro* a ação de bebidas com baixo pH seguida de escovação dental simulada, na alteração de peso e rugosidade superficial, de cinco materiais restauradores utilizados em LCNC.

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Materiais

Estão listados abaixo os itens utilizados para o preparo, armazenamento e testes dos corpos-de-prova. Os itens estão dispostos em ordem alfabética independente da cronologia de utilização.

#### 4.1.1 Materiais

- CIVRM, Vitremer (3M/Espe, St Paul, MN, EUA), Figura 4.1
- Compômero Dyract AP (Dentsply De Trey GmbH, KG, Alemanha), Figura 4.2
- RC Durafill VS (Heraeus-Kulzer, GmbH & Co, Dormagen, Alemanha), Figura 4.3
- RC Filtek Z250 (3M, Espe, St Paul, MN, EUA), Figura 4.4
- RC Natural Flow (DFL Ind e Com. Ltda, Rio de Janeiro, RJ, Brasil), Figura 4.5



Figura 4.1 – CIV resino-modificado



Figura 4.2 – Compômero

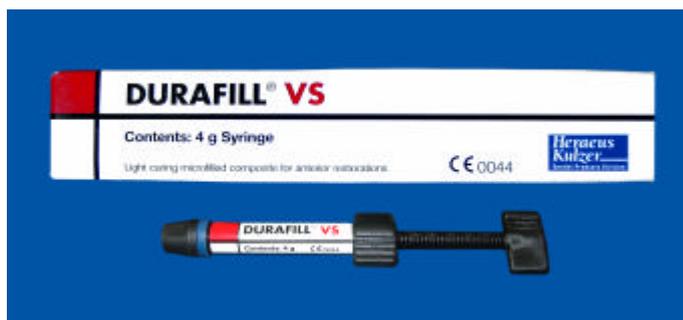


Figura 4.3 – Resina composta Durafill



Figura 4.4 – Resina composta Filtek Z250



Figura 4.5 – Resina composta Natural Flow

#### 4.1.2 Instrumentais e acessórios

- Água destilada (Probem, Laboratório de Produtos Farmacêuticos e Odontológicos, Ltda, Catanduva, SP, Brasil)
- Becker de vidro
- Bloco de papel para espatulação

- Catalisador para silicón de condensação, Activator universal Optosil-Xantopren (Heraeus-Kulzer, Dormagen, Alemanha)
- Condensador Ward nº 2, Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Compressas de gaze hidrófila (MDA Têxtil, Lara e Silva Ltda, São Paulo, SP, Brasil)
- Discos Sof Lex (3M do Brasil Ltda, Sumaré, SP, Brasil)
- Escovas de dente Sorriso Kolynos Master (Colgate-Palmolive, Ind. e Com., Osasco, SP, Brasil), Figura 4.19
- Espátula de inserção nº 1, Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Espátula nº 24, Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Filmes fotográficos, Fujifilm-Superia 100 (Fuji Photo Film da Amazônia Ltda, Manaus, AM, Brasil)
- Frascos de vidro com tampa
- Lâminas de vidro (Perfecta Ind. e Com., São Paulo, SP, Brasil)
- Mandril para contra-ângulo
- Marcador para retroprojctor (Piloto, Brasil)
- Papel absorvente (Status-Serrana, Ind. e Com., São Paulo, SP, Brasil)
- Pasta de dente Colgate cálcio (Colgate-Palmolive, Ind. e Com., Osasco, SP, Brasil), Figura 4.20
- Pinça clínica, Duflex (SSWhite, Rio de Janeiro, RJ, Brasil)
- Placa de vidro
- Ponta Accudose LV (Centrix Incorporated, Shelton, CT, EUA)
- Refrigerante Coca-Cola (Coca-Cola Company, Ribeirão Preto, SP, Brasil), Figura 4.17 (B)
- Seringa Centrix (Centrix Incorporated, Shelton, CT, EUA), Figura 4.13

- Seringa – Dyract (Dentsply De Trey, GmbH, KG, Alemanha), Figura 4.14
- Silicona de condensação, parte pesada, Optosil confort (Heraeus-Kulzer, Dormagen, Alemanha)
- Suco de laranja *in natura*, Figura 4.17 (C)
- Tira de poliéster (Probem, Laboratório de Produtos Farmacêuticos e Odontológicos Ltda, Catanduva, SP, Brasil)
- Uísque White Horse (White Horse Distillers, Glasgow, Escócia), Figura 4.17 (D)

#### 4.1.3 Equipamentos

- Aparelho Fotopolimerizador por luz halógena, Curing Light XL 3000 (3M, Dental Products, St Paul, MN, EUA)
- Balança analítica AB204 (Mettler Toledo, Suíça), Figura 4.6
- Contra-ângulo INTRA 2068 FGBN (Kavo do Brasil SA Ind. e Com., Joinville, SC, Brasil)
- Estufa Orion 502 (Fanem, Franz Sturm e Cia Ltda, São Paulo, SP, Brasil)
- Lupa estereoscópica SZ-PT/SZ40 (Olympus, Tóquio, Japão), Figura 4.22
- Máquina fotográfica (Olympus, Tóquio, Japão)
- Máquina simuladora de escovação, aparelho construído no Departamento de Dentística da FOU SP, Figura 4.7
- Medidor de pH (Quimis Aparelhos Científicos Ltda, Diadema, SP, Brasil), Figura 4.8
- Motor de baixo, L-Motor 181 DBN (Kavo do Brasil SA Ind. e Com.)
- Radiômetro, Curing Light Meter 105 (Demetron Research Corporation, EUA)
- Rugosímetro, SurfTest SJ-201 (Mitutoyo, Kawasaki, Japão), Figura 4.9



Figura 4.6 – Balança analítica

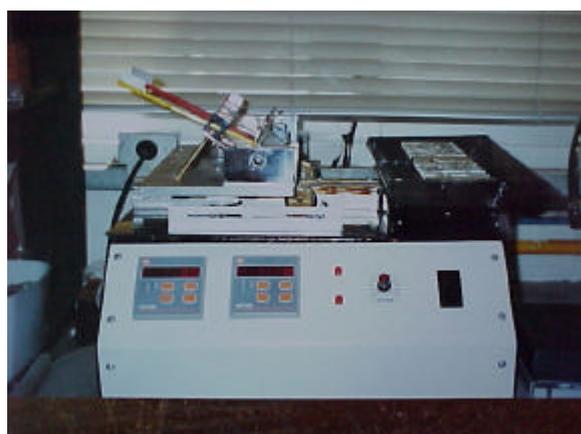
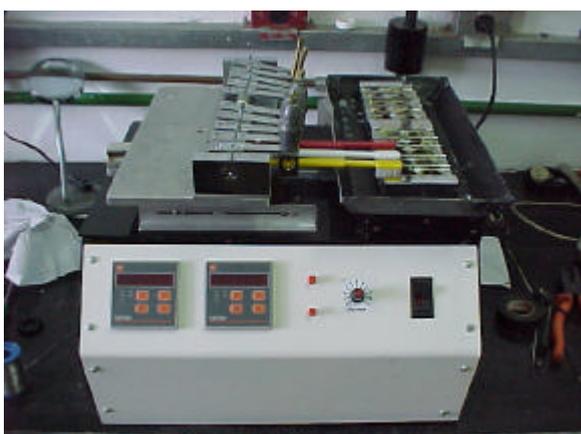


Figura 4.7 – Máquina simuladora de escovação



Figura 4.8 – Medidor de pH



Figura 4.9 – Rugosímetro

## 4.2 Métodos

### 4.2.1 Confeção dos corpos-de-prova

Foram escolhidos cinco materiais normalmente indicados para restaurar LCNC: uma resina microhíbrida, uma resina de micropartículas, uma resina flow, um compômero e um cimento de ionômero de vidro resino-modificado.

Estes materiais são fotopolimerizáveis e estão disponíveis no mercado nacional.

O Quadro 4.1 apresenta os nomes comerciais, tipo de material, fabricantes, números de lote, cor selecionada dos materiais restauradores utilizados.

A composição básica dos materiais testados: matriz orgânica, carga inorgânica (tipo de partícula), quantidade (%) em volume e em peso de carga e o tamanho médio das partículas, estão apresentados na Tabela 4.1.

Os corpos-de-prova foram confeccionados em matrizes de poliuretano com dimensões de 10mm de diâmetro interno e 4mm de altura (Figura 4.10).

<b>Produto</b>	<b>Fabricante</b>	<b>Tipo de Material</b>	<b>Lote</b>	<b>Cor</b>
Filtek Z250	3M-Espe	Resina microhíbrida	21610	A3
Durafill VS	Heraeus/Kulzer	Resina micropartículas	030131	A3
Natural Flow	DFL	Resina flow	0208675	A3
Dyract AP	Dentsply	compômero	0111001578	A3
Vitremer	3M-Espe	Ionômero de vidro resino- modificado	Pó: 0612 Líquido: 0713	A3

Quadro 4.1 – Produtos utilizados, respectivos fabricantes, tipo de material, números de lote e cores



Figura 4.10 – Matrizes de poliuretano e corpo-de-prova

Tabela 4.1 – Materiais utilizados, composição da matriz orgânica e das partículas de carga (tipo de partícula), porcentagem dos componentes inorgânicos em volume e peso e tamanho médio das partículas

Material	Matriz orgânica	Tipo de Partícula	Partícula		
			Volume (%)	Peso (%)	Tamanho médio (µm)
Filtek Z250	Bis-GMA, UDMA, Bis-HEMA	Zircônia, sílica	71%	84,5%	0,19 a 3,3
Durafill VS	UDMA	Dióxido de silício, fragmentos polimerizados	—	—	0,02 a 0,07 e 10-20
Natural Flow	Bis-GMA, Dimetacrilato	Vidro de Boro Silicato de AL, Sílica	43%	60%	—
Dyract AP	UDMA, TCB	Vidro de Flúor Silicato de AL e Sr, Fluoreto de Estrôncio	47%	75%	0,8
Vitremer		Cristais de Fluoraluminossilicato, Ácido polialquenóide modificado	—	—	—

A manipulação dos materiais seguiu as instruções dos fabricantes.

As RC microhíbrida e de micropartículas foram inseridas no interior das matrizes com espátula de inserção nº1, em camadas, e acomodadas com condensador Ward nº2 até o preenchimento da matriz (Figura 4.11).

A resina flow foi inserida diretamente através da seringa, a qual é comercializada, acoplada a pontas dispersadoras correspondentes, até preencher toda a matriz (Figura 4.12).



Figura 4.11 – Confeção dos corpos-de-prova com resina composta



Figura 4.12 – Confeção do corpo-de-prova com resina flow

O CIVRM foi preparado na proporção pó/líquido 1:1, incorporando o pó ao líquido com espátula nº 24. Foram manipuladas três porções do material de uma só vez e introduzidas em ponta apropriada, para o material ser inserido na matriz, com auxílio de uma seringa do tipo Centrix (Figura 4.13). Este procedimento foi repetido para o total preenchimento da matriz.

Para a confecção dos corpos-de-prova de compômero, este material foi dispensado no interior da matriz, diretamente de sua cápsula, com o auxílio de uma seringa própria para o material (Figura 4.14). O compômero foi acomodado na matriz com espátula nº 1 e condensador Ward nº 2. Foram necessárias 2 cápsulas para o preenchimento de cada matriz.



Figura 4.13 – Seringa utilizada para inserção do CIVRM nas matrizes



Figura 4.14 – Seringa utilizada para inserção do compômero nas matrizes

Para o preparo de cada corpo-de-prova, a matriz foi apoiada sobre uma placa de vidro e posicionada sobre uma tira de poliéster. Após a completa inserção do material, o mesmo foi coberto com uma tira de poliéster e, sobre esta, foi aplicada uma lâmina de vidro (25x75 mm) exercendo leve pressão digital para extravasamento do excesso de material. A lâmina de vidro foi removida para proceder à polimerização por 60 segundos, utilizando um aparelho fotopolimerizador por luz halógena.

A fonte de luz foi incidida à distância de 2 cm da superfície dos corpos-de-prova, nos primeiros 10 segundos, e aproximando em seguida à superfície do

material, completando os 50 segundos finais de fotopolimerização. O mesmo se repetiu para a superfície oposta após remoção da matriz. Este processo foi feito para minimizar a contração e os estresses gerados durante o processo de polimerização (WANG, 2001; GARCIA et al., 2004). A intensidade da luz do aparelho fotopolimerizador foi monitorada com um radiômetro, permanecendo na faixa de 450 e 500 mW/cm<sup>2</sup>.

As superfícies a serem avaliadas foram polidas com discos Sof Lex de forma seqüencial da maior para a menor granulação, durante aproximadamente 10 a 15 segundos por disco. O polimento foi realizado em baixa rotação, com uso de um contra-ângulo, com pressão manual e sem refrigeração. Entre o uso de um disco e outro, as amostras foram lavadas em água corrente, com a finalidade de remover resíduos do disco abrasivo anterior.

Vinte corpos-de-prova foram confeccionados de cada material, e foram divididos aleatoriamente em 4 grupos para serem imersos nas bebidas testadas (Tabela 4.2).

Tabela 4.2 – Distribuição dos corpos-de-prova

	<b>Coca-Cola</b>	<b>Suco de laranja</b>	<b>Uísque</b>	<b>Água destilada</b>
<b>Filtek Z250 (n=20)</b>	n=5	n=5	n=5	n=5
<b>Durafill VS (n= 20)</b>	n=5	n=5	n=5	n=5
<b>Natural Flow (n=20)</b>	n=5	n=5	n=5	n=5
<b>Dyract AP (n=20)</b>	n=5	n=5	n=5	n=5
<b>Vitremer (n=20)</b>	n=5	n=5	n=5	n=5

#### 4.2.2 Armazenamento em água destilada

Após o polimento, os corpos-de-prova foram armazenados em água destilada por 7 dias, em estufa à temperatura de 37°C, aguardando um período para a ocorrência de sorção de água, propriedade inerente a estes materiais (HARRINGTON et al., 1982).

#### 4.2.3 Determinação do peso inicial

Após o período de armazenamento, todos os corpos-de-prova foram pesados em balança analítica com precisão de 0,001g (Figura 4.6).

Os corpos-de-prova foram secos com papel absorvente trocando o papel a cada corpo-de-prova e mantidos imóveis sobre um papel seco por 4 minutos para permitir a estabilização do peso (MARTIN; JEDYNAKIEWICZ, 1998). A estabilização foi interpretada como o momento onde o peso variava menos que 0,01g.

Os corpos-de-prova foram manipulados, durante toda a pesquisa, com pinça clínica evitando contato com as mãos, o que poderia contaminar as amostras com oleosidade ou outras substâncias indesejáveis, capazes de interferir no resultado.

Foram realizadas três pesagens para cada corpo-de-prova e obtida a média destes valores para representar o peso inicial (PI) (Figura 4.15).



Figura 4.15 – Pesagem dos corpos de prova

#### 4.2.4 Determinação da rugosidade superficial inicial

A textura da superfície dos corpos-de-prova foi avaliada quanto à rugosidade superficial utilizando um rugosímetro (Figura 4.9). As leituras foram feitas de forma a passar pelo centro da superfície de cada corpo-de-prova, em sentido rotacional, totalizando cinco leituras (Figura 4.16), das quais foram obtidas a média aritmética e esta foi considerada como valor da rugosidade inicial (RI). Áreas de maior regularidade, visíveis a olho nu, foram eleitas para as leituras.

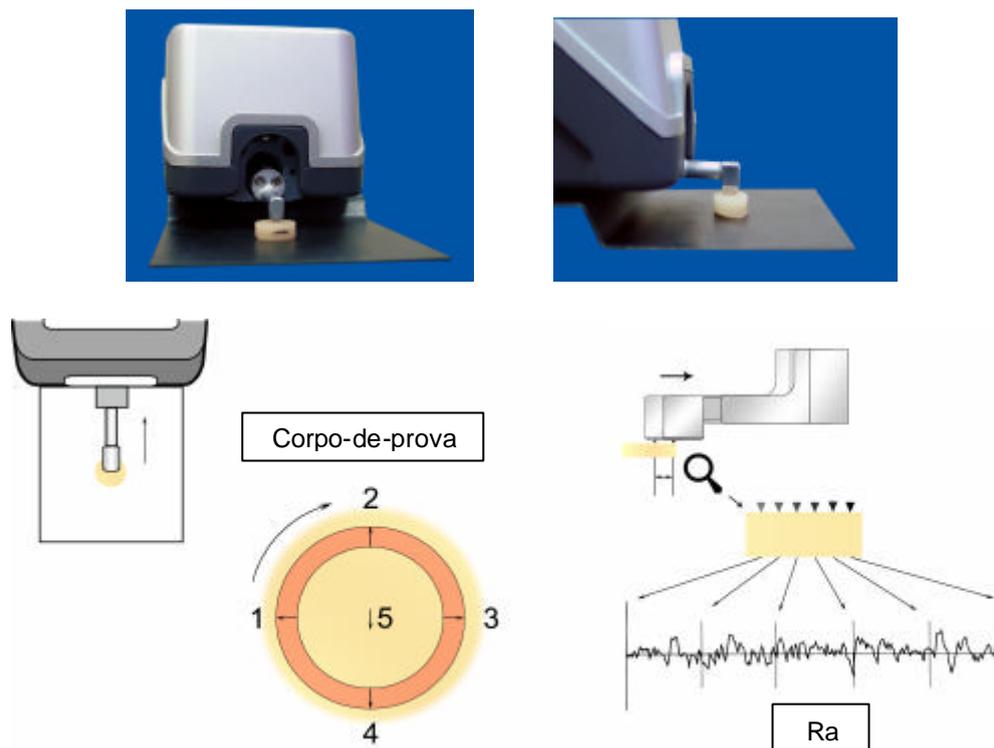


Figura 4.16 – Avaliação da rugosidade do corpo-de-prova

Utilizou-se o parâmetro Ra (rugosidade média) que traduz o valor da média aritmética de todas as distâncias absolutas do perfil de rugosidade (R), desde a linha central, dentro da extensão de medida  $L_m$  (limite de medição = extensão considerada na leitura). O  $L_m$  foi de 1,25mm, cut off de 0,25mm. As tolerâncias (T = valores extremos a serem considerados nas leituras) foram  $0,01 \mu\text{m}$  ( $T_{\text{mínima}}$ ) e  $8,00 \mu\text{m}$  ( $T_{\text{máxima}}$ ). O parâmetro Ra foi escolhido, a fim de propiciar melhores condições de comparação, com resultados de outros estudos realizados com este parâmetro.

#### 4.2.5 Procedimento de erosão

Para a simulação da erosão, foram usadas quatro bebidas (Figura 4.17), as quais foram empregadas em estudos prévios de erosão (ABU-BAKR et al., 2000).

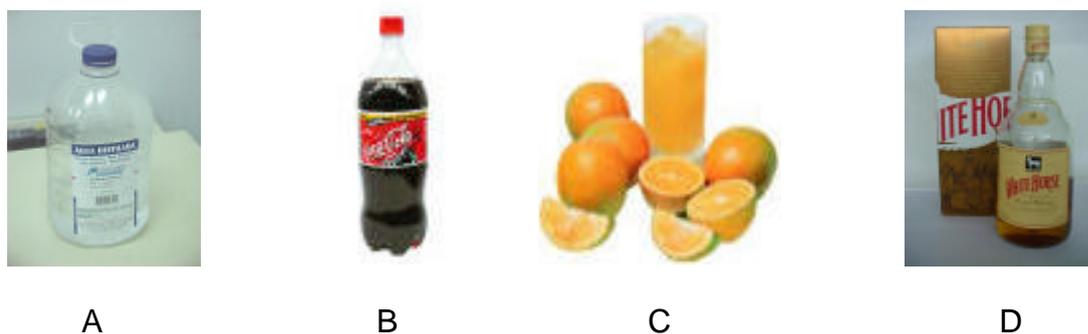


Figura 4.17 - Apresentação das bebidas utilizadas (A – água destilada, B - refrigerante, C – suco de laranja, D - uísque)

Os nomes comerciais das bebidas e fabricantes são visualizados na Quadro

4.2.

Nome Comercial	Fabricante
Coca-Cola	Coca Cola Company
Suco de Laranja	<i>In natura</i>
White Horse	White Horse Distillers
Água destilada	Probem

Quadro 4.2 -Bebidas utilizadas e seus fabricantes

Para simular o efeito erosivo que os materiais estão sujeitos na cavidade bucal, foram utilizadas bebidas com baixo pH e a água destilada como controle.

Os corpos-de-prova foram imersos nas bebidas, por um período de 10 dias à temperatura de 37°C (ABU-BAKR et al., 2001) em frascos de vidro, com tampa, com 20 ml da bebida correspondente, contendo os cinco corpos-de-prova correspondentes. As bebidas foram trocadas diariamente.

O pH das bebidas foi medido periodicamente com um medidor de pH (Figura 4.8) previamente à imersão dos corpos-de-prova e após 24 horas de imersão, quando da renovação das bebidas.

#### 4.2.6 Determinação do peso e rugosidade superficial após erosão

Concluído o período de imersão nas bebidas, todos os corpos-de-prova foram lavados em água corrente e secados com papel absorvente.

O peso e a rugosidade superficial foram determinados como descrito para as análises iniciais, obtendo-se os valores de peso após erosão (Per) e rugosidade após erosão (Rer).

#### 4.2.7 Procedimento de abrasão

Para o teste de abrasão, o dentifício Colgate/cálcio (Figura 4.18) de média abrasividade, foi escolhido por ter composição básica (monofluorofosfato de sódio – 1500ppm, carbonato de cálcio, laurilsulfato de sódio, sacarina sódica, sílica de sódio,

sorbitol, umectante, espessante, composição aromática e água) e por ser consumido em larga escala no comércio nacional.

Foram utilizadas, para o processo de desgaste dos corpos-de-prova, a escova dental Sorriso Kolynos Master (Figura 4.19), com cerdas de nylon, de pontas arredondadas, consistência macia, com três fileiras de tufos.



Figura 4.18 – Dentifrício Colgate



Figura 4.19 – Escovas dentais Sorriso/Kolynos

Para a realização dos testes de abrasão, foi utilizada uma máquina simuladora de escovação (Figura 4.7), construída no Departamento de Dentística da FOU SP, financiada com o Auxílio à Pesquisa FAPESP processo nº 02/02003-2.

A máquina de escovação é constituída por uma base metálica sólida e pesada, sobre a qual estão fixados 10 braços, que efetuam movimentos de vai-e-vem, no sentido horizontal, e por um painel com contadores de movimento e tempo.

As escovas foram fixadas nas extremidades dos braços com parafusos. Cada escova agiu sobre dois corpos-de-prova (Figura 4.20).

Os corpos-de-prova foram posicionados em um recipiente dividido em casulos que ficam à frente dos braços da máquina, onde estavam fixadas as escovas.

Para acomodar os corpos-de-prova nestes casulos, eles foram fixados com silicona pesada de condensação de forma a estarem salientes 1 mm em relação à silicona, permitindo atuação perpendicular, eficiente e uniforme das cerdas das escovas (Figura 4.21).

A velocidade de escovação foi de 46 ciclos por minuto. Um ciclo foi considerado como o movimento completo de vai-e-vem da escova dental. Foi utilizada uma carga de 200 g sobre as escovas (FRAZIER; RUEGGEBER; METTEMBURG, 1998; RIOS et al., 2002; TAKEUCHI et al., 2003).

Os corpos-de-prova foram submetidos a 20.000 ciclos de escovação, com aproximadamente 8 horas de escovação.



Figura 4.20 – Posicionamento das escovas na máquina de escovação

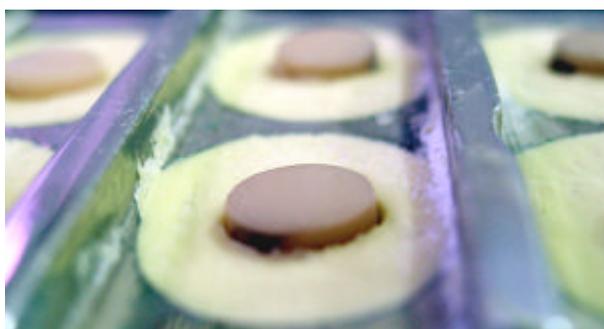


Figura 4.21 – Posicionamento dos corpos-de-prova na máquina de escovação

Durante o teste de abrasão por escovação, foi utilizada uma diluição de creme dental e água destilada, na proporção de 1:2, ou seja, 90 g de creme dental para 180 ml de água destilada (RIOS et al., 2002). O preparo da diluição foi realizado imediatamente, antes de sua utilização, com a finalidade de se preservar suas características. O valor do pH desta diluição foi de 8,5.

A solução creme dental/água foi colocada paulatinamente sobre os corpos-de-prova a cada 500 ciclos de escovação.

Após 10.000 ciclos, as escovas foram substituídas por novas, o recipiente que acomodava os corpos-de-prova foi invertido, para que houvesse a modificação do posicionamento dos corpos-de-prova.

Após o término da escovação, os corpos-de-prova foram cuidadosamente removidos da fixação de silicona e imediatamente lavados em água corrente por 10 minutos, para que as partículas abrasivas do creme dental fossem removidas das superfícies dos corpos-de-prova.

#### 4.2.8 Determinação do peso e rugosidade superficial após escovação

Realizou-se a secagem com papel absorvente para posterior determinação dos valores de peso (Pes) e rugosidade (Res), após escovação, semelhantemente aos valores iniciais.

#### 4.2.9 Exame em Lupa Estereoscópica

Para ilustrar a alteração superficial das amostras, após os procedimentos de erosão e abrasão, foram selecionados 4 corpos-de-prova de cada material restaurador avaliado. Cada corpo-de-prova correspondia à imersão em uma das bebidas testadas. Foram fotografados com uma câmera fotográfica acoplada em uma lupa estereoscópica (Figura 4.22) no aumento de 6.7.



Figura 4.22 – Lupa estereoscópica e máquina fotográfica acoplada

#### 4.2.10 Análise Estatística

Os dados encontrados foram encaminhados à análise estatística no IME-USP (Instituto de Matemática e Estatística – Universidade de São Paulo). O software GMC 2.2 foi utilizado para a realização dos testes estatísticos.

## 5 RESULTADOS

As alterações de peso, rugosidade e correlação entre peso e rugosidade obtidas são apresentadas a seguir.

### 5.1 Alteração de Peso

Os valores das médias de peso dos corpos-de-prova obtidos pela pesagem em balança de precisão de 0,001 g foram transformados em miligramas (mg).

Estão apresentados na Tabela 5.1 os valores das médias de peso e os respectivos desvios-padrão dos corpos-de-prova nos diferentes momentos (inicial, após erosão e escovação).

As amostras dos materiais apresentaram pesos iniciais diferentes, variando de 438,8 mg (Natural Flow) a 618,8 mg (Z250).

Ao final da escovação, todas as amostras apresentaram a mesma tendência, ou seja, a RC Z250 continuou sendo o material com o peso mais elevado.

Para uma melhor compreensão dos resultados do peso, foram consideradas as diferenças entre as medidas realizadas após a erosão e a situação inicial (erosão – inicial), após a escovação e a erosão (escovação – erosão) e após a escovação e a situação inicial (escovação – inicial). Assim a diferença “erosão – inicial” descreve o efeito da bebida, a diferença “escovação – erosão” descreve o efeito da escovação em corpos-de-prova submetidos a diferentes agentes causadores de erosão. A

diferença “escovação – inicial” refere-se ao efeito total ou acumulado, resultante dos efeitos dos dois agentes: erosão e escovação.

Tabela 5.1 - Médias e desvios-padrão do Peso (mg) dos corpos-de-prova no momento inicial, após erosão e após escovação segundo o tipo de bebida e material restaurador

Bebida	Material	N	Momento								
			Inicial			Erosão			Escovação		
Coca-Cola	Z250	5	614,6	±	15,3	616,0	±	15,3	615,8	±	15,4
	Durafill	5	457,6	±	17,4	458,8	±	17,5	456,8	±	17,9
	Natural Flow	5	460,6	±	34,1	461,4	±	34,1	459,8	±	34,0
	Dyract	5	616,8	±	22,5	611,4	±	23,0	606,2	±	22,4
	Vitremer	5	563,2	±	20,1	557,2	±	20,8	549,6	±	20,7
Suco de Laranja	Z250	5	613,4	±	14,0	615,4	±	14,0	615,4	±	14,0
	Durafill	5	458,0	±	26,0	459,8	±	26,5	458,8	±	26,5
	Natural Flow	5	448,0	±	50,1	449,4	±	50,6	447,4	±	50,5
	Dyract	5	604,4	±	20,8	595,2	±	21,8	589,0	±	21,6
	Vitremer	5	585,4	±	25,9	568,0	±	26,0	556,0	±	26,1
Uísque	Z250	5	617,2	±	36,7	618,8	±	36,5	618,4	±	37,0
	Durafill	5	455,8	±	9,0	456,8	±	9,0	455,2	±	9,0
	Natural Flow	5	438,8	±	35,7	440,6	±	36,0	437,8	±	36,0
	Dyract	5	600,8	±	34,0	600,6	±	33,8	594,4	±	33,6
	Vitremer	5	581,8	±	28,3	577,8	±	27,5	579,2	±	28,6
Água Destilada	Z250	5	618,8	±	23,7	620,6	±	23,7	620,8	±	23,3
	Durafill	5	458,6	±	21,0	459,6	±	21,0	458,0	±	21,1
	Natural Flow	5	462,2	±	24,4	463,2	±	24,4	462,2	±	24,8
	Dyract	5	589,6	±	12,6	590,2	±	12,7	585,8	±	11,7
	Vitremer	5	570,6	±	41,7	573,2	±	41,7	570,0	±	42,0

As perdas de peso, como aqui estão sendo estudadas, são melhores visualizadas quando transformadas em porcentagens, pois representam o real valor perdido em relação ao tamanho do corpo-de-prova. Assim, os valores das diferenças de peso foram transformados em porcentagens para obter as alterações de peso como segue:

$$A - \text{ALTERAÇÃO DE PESO (\%)} = \frac{\text{Per} - \text{PI}}{\text{PI}} \times 100$$

EROSÃO

$$B - \text{ALTERAÇÃO DE PESO (\%)} = \frac{\text{Pes} - \text{Per}}{\text{Per}} \times 100$$

ESCOVAÇÃO

$$C - \text{ALTERAÇÃO DE PESO (\%)} = \frac{\text{Pes} - \text{PI}}{\text{PI}} \times 100$$

TOTAL

Sendo que:

PI = Peso inicial;

Per = Peso após erosão;

Pes = Peso após escovação.

Na Tabela 5.2, estão apresentados os valores das médias e desvios-padrão da alteração de peso (%), após erosão (A), escovação (B) e total (C) para cada material e bebida.

Os valores positivos (+) significam que os corpos-de-prova ganharam peso após o respectivo momento estudado, enquanto os valores negativos (-) significam a perda de peso.

Para a análise estatística, utilizou-se o método de análise de variância com três fatores de variação (material, bebida, momento), sendo um deles vinculado (momento) (Tabela 5.3).

Tabela 5.2 - Médias e desvios-padrão da alteração de peso (%) dos materiais para cada momento e bebida

Bebida	Material	N	Alteração de Peso					
			Erosão (A)		Escovação (B)		Total (C)	
Coca-Cola	Z250	5	0,23	± 0,09	-0,03	± 0,07	0,20	± 0,07
	Durafill	5	0,26	± 0,09	-0,40	± 0,27	-0,18	± 0,29
	Natural Flow	5	0,17	± 0,09	-0,35	± 0,11	-0,17	± 0,09
	Dyract	5	-0,88	± 0,28	-0,85	± 0,16	-1,72	± 0,35
	Vitremer	5	-1,07	± 0,32	-1,37	± 0,10	-2,42	± 0,30
Suco de Laranja	Z250	5	0,33	± 0,007	0,00	± 0,00	0,33	± 0,007
	Durafill	5	0,39	± 0,17	-0,22	± 0,01	0,17	± 0,17
	Natural Flow	5	0,31	± 0,09	-0,45	± 0,17	-0,14	± 0,21
	Dyract	5	-1,53	± 0,59	-1,04	± 0,38	-2,55	± 0,93
	Vitremer	5	-2,98	± 0,28	-2,12	± 0,24	-5,03	± 0,48
Uísque	Z250	5	0,26	± 0,09	-0,07	± 0,09	0,19	± 0,13
	Durafill	5	0,22	± 0,004	-0,35	± 0,19	-0,13	± 0,19
	Natural Flow	5	0,41	± 0,09	-0,64	± 0,19	-0,14	± 0,16
	Dyract	5	-0,03	± 0,07	-1,03	± 0,07	-1,06	± 0,06
	Vitremer	5	-0,68	± 0,20	0,23	± 0,18	-0,45	± 0,16
Água Destilada	Z250	5	0,29	± 0,07	0,03	± 0,09	0,33	± 0,13
	Durafill	5	0,22	± 0,009	-0,36	± 0,12	-0,13	± 0,12
	Natural Flow	5	0,22	± 0,01	-0,22	± 0,15	0,00	± 0,15
	Dyract	5	0,10	± 0,09	-0,74	± 0,17	-0,64	± 0,17
	Vitremer	5	0,46	± 0,10	-0,56	± 0,16	-0,11	± 0,15

Constataram-se diferenças estatísticas significantes entre todos os fatores e suas interações como mostra a Tabela 5.3.

Para comparar as médias das alterações de peso e saber qual foi maior, realizamos o teste de Tukey. Ao subtrairmos as médias das alterações de peso, na interação que nos interessa, se os valores obtidos forem maiores ou iguais ao valor de Tukey, teremos uma significância de 5% (Tabela 5.4).

Tabela 5.3 - Análise de Variância ( $p < 0,05$ ), para a alteração de peso, quanto às bebidas (B), aos materiais (M) e momentos (m)

<b>Fonte de variação</b>	<b>Soma de Quadrados</b>	<b>de GL</b>	<b>Quadrados Médios</b>	<b>(F)</b>	<b>Prob. (H0)*</b>
Entre bebidas (B)	35.7936	3	11.9312	102.95	0.0000%*
Entre materiais (M)	106.9885	4	26.7471	230.78	0.0000%*
Interação B x M	82.5287	12	6.8774	59.34	0.0000%*
Resíduo I	9.2719	80	0.1159		
Entre momentos (m)	14.1409	2	7.0704	360.62	0.0000%*
Interação m x B	6.4001	6	1.0667	54.41	0.0000%*
Interação m x M	17.1139	8	2.1392	109.11	0.0000%*
Interação m x B x M	18.7971	24	0.7832	39.95	0.0000%*
Resíduo II	3.1370	160	0.0196		
Varição total	294.1718	299			

\* Quando H0 é menor que 5% existe significância de 5%.

Com base na proposição deste trabalho, a interação que mais nos interessa é o momento x bebida x material, porque expõe o efeito total (erosão + escovação) das bebidas testadas sobre os diferentes materiais utilizados (Tabela 5.4).

Analisando a Tabela 5.4 e o Gráfico 5.1 podemos observar, pelas médias de alteração de peso (%), no momento total, portanto, erosão + escovação, a ação das bebidas e da escovação sobre os materiais restauradores.

Tabela 5.4 - Médias da alteração de peso (%) na interação momento x bebida x material

Momento	Bebida	Material				
		Z250	Durafill	Natural Flow	Dyract	Vitremer
TOTAL erosão + escovação	Coca-Cola	0,20 A* E	-0,18 B I	-0,17 B G I	-1,72 C	-2,42 D
	Suco de laranja	0,33 E	0,17 A B E G	-0,14 A B G I	-2,55 D	-5,03 F
	Uísque	0,19 A E G	-0,13 A B G I	-0,14 A B G I	-1,06 H	-0,45 I J
	Água Destilada	0,33 E	-0,13 A B G I	0,00 A B E G	-0,64 J	-0,11 A B G I

\* Letras iguais indicam ausência de diferença estatisticamente significante ao nível de 5%. Valor crítico de Tukey calculado = 0,37

- Coca-Cola:

Após imersão em Coca-Cola e escovação, o material que apresentou a maior alteração de peso foi o Vitremer (-2,42%), sendo estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) dos demais materiais. A RC Z250 ganhou peso após a imersão em Coca-Cola somada à escovação (0,20%). A RC Natural Flow apresentou a menor alteração de peso, mas não houve diferença estatística entre ela e a RC Durafill. O Dyract apresentou comportamento intermediário entre o Vitremer e as três RC avaliadas (Z250, Durafill e Natural Flow), sendo estatisticamente diferente destes materiais ( $p < 0,05$ ) (Tabela 5.4).

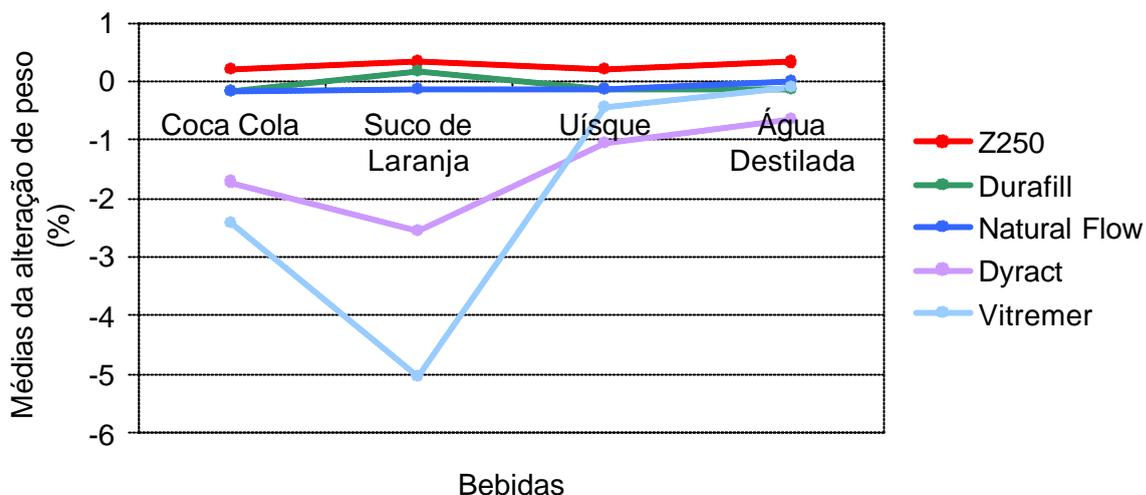


Gráfico 5.1 - Médias da alteração de peso (%) no momento total (erosão + escovação) segundo o tipo de material restaurador e bebidas estudadas

- Suco de Laranja:

Pela análise da Tabela 5.4, a imersão em suco de laranja seguida de escovação foi responsável pelas maiores alterações de peso para a RC Z250, Dyract e Vitremer, ao se comparar as alterações destes mesmos materiais ocorridas com a imersão nas outras bebidas, seguidas de escovação. Ainda quanto à imersão em suco de laranja, seguida de escovação, tanto a RC Z250 quanto a RC Durafill ganharam peso, não havendo diferença estatística entre elas ( $p > 0,05$ ). Mais uma vez a RC Natural Flow apresentou a menor alteração de peso. O Vitremer apresentou a maior alteração de peso, sendo diferente estatisticamente ( $p < 0,05$ ) quando comparada à alteração dos outros materiais, no mesmo momento, e também quando comparado com os outros materiais, após a escovação + imersão em outras bebidas.

- Uísque:

Entre as bebidas estudadas, associadas à escovação, o uísque foi a que causou menor alteração de peso aos materiais. O Dyract apresentou a maior alteração de peso e estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) comparada à alteração dos outros materiais estudados. Não houve diferença entre as RC estudadas ( $p > 0,05$ ). O Vitremer mostrou-se intermediário entre as RC estudadas e o Dyract, não havendo diferença estatística entre ele e as RC Durafill e Natural Flow (Tabela 5.4).

- Água destilada:

Não houve diferença estatisticamente significativa entre as RC Durafill e Natural Flow, na alteração de peso, após imersão em água seguida de escovação. O Dyract apresentou a maior alteração de peso (perda), com diferença estatística ( $p < 0,05$ ) quando comparado aos outros materiais.

- Comparação entre as bebidas:

A ação das diferentes bebidas estudadas, seguida de escovação, não diferiu para cada RC avaliada separadamente ( $p > 0,05$ ). Já para o Dyract e o Vitremer, cada bebida, seguida pela escovação, causou alteração de peso estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ), como podemos notar na Tabela 5.4.

## 5.2 Alteração de Rugosidade Superficial

Os valores médios obtidos com as leituras no rugosímetro e os desvios-padrão dos corpos-de-prova estão representados na Tabela 5.5, correspondentes a cada bebida, material e momento estudados (inicial, erosão e escovação).

Tabela 5.5 - Médias e desvios-padrão da Rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) no momento inicial, após erosão e após escovação, segundo o tipo de bebida e material restaurador

Bebida	Material	N	Momento								
			Inicial			Erosão			Escovação		
Coca-Cola	Z250	5	0,28	±	0,08	0,39	±	0,14	0,86	±	0,37
	Durafill	5	0,31	±	0,09	0,46	±	0,13	1,02	±	0,24
	Natural Flow	5	0,41	±	0,14	0,27	±	0,04	0,41	±	0,07
	Dyract	5	0,24	±	0,08	0,34	±	0,18	0,81	±	0,22
	Vitremer	5	0,47	±	0,16	0,74	±	0,23	2,05	±	0,62
Suco de Laranja	Z250	5	0,21	±	0,05	0,31	±	0,07	1,25	±	0,54
	Durafill	5	0,24	±	0,08	0,47	±	0,06	0,90	±	0,30
	Natural Flow	5	0,36	±	0,08	0,28	±	0,08	0,43	±	0,03
	Dyract	5	0,22	±	0,02	0,34	±	0,09	1,24	±	0,32
	Vitremer	5	0,44	±	0,09	0,80	±	0,17	3,40	±	0,76
Uísque	Z250	5	0,20	±	0,03	0,23	±	0,05	0,97	±	0,50
	Durafill	5	0,30	±	0,04	0,58	±	0,09	1,46	±	0,35
	Natural Flow	5	0,31	±	0,08	0,33	±	0,11	0,53	±	0,10
	Dyract	5	0,22	±	0,10	0,37	±	0,22	0,86	±	0,20
	Vitremer	5	0,49	±	0,08	0,60	±	0,12	1,75	±	0,34
Água Destilada	Z250	5	0,21	±	0,05	0,22	±	0,05	0,84	±	0,41
	Durafill	5	0,24	±	0,03	0,43	±	0,09	1,00	±	0,13
	Natural Flow	5	0,42	±	0,11	0,29	±	0,06	0,48	±	0,09
	Dyract	5	0,23	±	0,05	0,22	±	0,04	0,68	±	0,36
	Vitremer	5	0,50	±	0,07	0,54	±	0,11	1,47	±	0,19

Também como realizado nos resultados de peso, para os resultados de rugosidade, foram consideradas as diferenças entre as medidas realizadas após a erosão e a situação inicial (erosão – inicial), descrevendo o efeito da erosão; a diferença entre as medidas após a escovação e após a erosão (escovação – erosão), descrevendo o efeito da escovação e a diferença entre as medidas após a escovação e a situação inicial (escovação – inicial), descrevendo o efeito total.

Portanto:

$$A - \text{ALTERAÇÃO DE RUGOSIDADE} = R_{er} - R_I \\ \text{EROSÃO}$$

$$B - \text{ALTERAÇÃO DE RUGOSIDADE} = R_{es} - R_{er} \\ \text{ESCOVAÇÃO}$$

$$C - \text{ALTERAÇÃO DE RUGOSIDADE} = R_{es} - R_I \\ \text{TOTAL}$$

Sendo que:

$R_I$  = Rugosidade inicial;

$R_{er}$  = Rugosidade após erosão;

$R_{es}$  = Rugosidade após escovação.

Na Tabela 5.6, estão apresentadas as médias da alteração de rugosidade após erosão (A), escovação (B) e o efeito acumulado ou total (C).

Os valores positivos significam que os corpos-de-prova apresentaram aumento na rugosidade superficial. Valores negativos (-) indicam que houve diminuição na rugosidade superficial dos corpos-de-prova, ou seja, eles ficaram mais lisos.

Tabela 5.6 - Médias e desvios-padrão da alteração de rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) dos materiais em cada momento e bebida

Bebida	Material	N	Alteração de Rugosidade ( $\mu\text{m}$ )						
			Erosão (A)		Escovação (B)		Total (C)		
Coca-Cola	Z250	5	0,11	$\pm$ 0,15	0,47	$\pm$ 0,46	0,58	$\pm$ 0,43	
	Durafill	5	0,15	$\pm$ 0,16	0,57	$\pm$ 0,29	0,71	$\pm$ 0,28	
	Natural Flow	5	-0,14	$\pm$ 0,11	0,14	$\pm$ 0,09	-0,008	$\pm$ 0,12	
	Dyract	5	0,10	$\pm$ 0,15	0,47	$\pm$ 0,14	0,57	$\pm$ 0,23	
	Vitremer	5	0,28	$\pm$ 0,22	1,30	$\pm$ 0,65	1,59	$\pm$ 0,56	
Suco de Laranja	Z250	5	0,10	$\pm$ 0,08	0,95	$\pm$ 0,54	1,03	$\pm$ 0,54	
	Durafill	5	0,23	$\pm$ 0,12	0,43	$\pm$ 0,32	0,67	$\pm$ 0,28	
	Natural Flow	5	-0,08	$\pm$ 0,11	0,15	$\pm$ 0,05	0,08	$\pm$ 0,06	
	Dyract	5	0,12	$\pm$ 0,08	0,90	$\pm$ 0,37	1,01	$\pm$ 0,33	
	Vitremer	5	0,36	$\pm$ 0,14	2,42	$\pm$ 0,67	2,96	$\pm$ 0,67	
Uísque	Z250	5	0,03	$\pm$ 0,06	0,74	$\pm$ 0,48	0,76	$\pm$ 0,52	
	Durafill	5	0,28	$\pm$ 0,08	0,89	$\pm$ 0,37	1,17	$\pm$ 0,37	
	Natural Flow	5	0,01	$\pm$ 0,10	0,20	$\pm$ 0,14	0,21	$\pm$ 0,17	
	Dyract	5	0,15	$\pm$ 0,15	0,50	$\pm$ 0,26	0,64	$\pm$ 0,26	
	Vitremer	5	0,11	$\pm$ 0,12	1,14	$\pm$ 0,41	1,25	$\pm$ 0,35	
Água Destilada	Z250	5	0,006	$\pm$ 0,06	0,62	$\pm$ 0,39	0,63	$\pm$ 0,39	
	Durafill	5	0,19	$\pm$ 0,11	0,58	$\pm$ 0,16	0,77	$\pm$ 0,12	
	Natural Flow	5	-0,13	$\pm$ 0,09	0,18	$\pm$ 0,07	0,05	$\pm$ 0,16	
	Dyract	5	-0,01	$\pm$ 0,03	0,46	$\pm$ 0,33	0,45	$\pm$ 0,31	
	Vitremer	5	0,06	$\pm$ 0,06	0,92	$\pm$ 0,19	0,98	$\pm$ 0,21	

Realizou-se o teste de análise de variância com três fatores de variação (material, bebida, momento) sendo um deles vinculado (momento).

A análise de variância (ANOVA) identificou diferenças estatísticas significantes entre todos os fatores principais e suas interações (Tabela 5.7).

Tabela 5.7- Análise de Variância ( $p < 0.05$ ) para a alteração de rugosidade, quanto às bebidas (B), aos materiais (M) e aos momentos (m)

Fonte de variação	Soma de Quadrados	de GL	Quadrados Médios	(F)	Prob. (H0)*
Entre bebidas (B)	5.7582	3	1.9194	10.39	0.0047%*
Entre materiais (M)	34.4769	4	8.6192	46.65	0.0000%*
Interação M x B	11.4389	12	0.9532	5.16	0.0020%*
Resíduo I	14.7823	80	0.1848		
Entre momentos (m)	29.5188	2	14.7594	247.27	0.0000%*
Interação m x B	1.7120	6	0.2853	4.78	0.0321%*
Interação m x M	10.5855	8	1.3232	22.17	0.0000%*
Interação m x B x M	4.1001	24	0.1708	2.86	0.0122%*
Resíduo II	9.5503	160	0.0597		
Varição total	121.9230	299			

\*Quando H0 é menor que 5%, existe significância de 5%

Para que fosse possível comparar as médias nas interações que nos interessavam e determinar qual foi maior, realizamos o teste de Tukey. A diferença entre as médias deve ser maior ou igual ao valor de Tukey, para serem diferentes estatisticamente (Tabela 5.8).

Tabela 5.8 - Médias da alteração da rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) na interação momento x bebida x material

Momento	Bebida	Material				
		Z250	Durafill	Natural Flow	Dyract	Vitremer
TOTAL erosão + escovação	Coca-Cola	0,58 A * B D	0,71 A D G	-0,008 B	0,57 A B D I	1,59 C
	Suco de laranja	1,03 A C	0,67 A D G H	0,08 B D	1,01 A C I	2,96 E
	Uísque	0,76 A F G	1,17 A C G	0,21 B D F	0,64 A D F G H I	1,25 C G
	Água Destilada	0,63 A B D F	0,77 A F G	0,05 B H	0,45 B D F I	0,98 A C G I

\* Letras iguais indicam ausência de diferenças estatisticamente significantes ao nível de 5%. Valor crítico calculado de Tukey = 0,64.

A interação que mais nos interessa é o momento x bebida x material (Tabela 5.8 e Gráfico 5.2), porque nos mostra o efeito total (erosão + escovação) sobre a rugosidade superficial dos materiais estudados.

- Coca-Cola:

Analisando-se a interação momento x bebida x material (Tabela 5.8), nota-se que, após a imersão em Coca-Cola e escovação, a RC Natural Flow, apesar de apresentar a menor alteração na rugosidade, não apresenta diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre ela e a RC Z250 e o Dyract. O material que apresentou maior alteração de rugosidade neste momento foi o Vitremer, sendo estatisticamente diferente dos outros materiais ( $p < 0,05$ ).

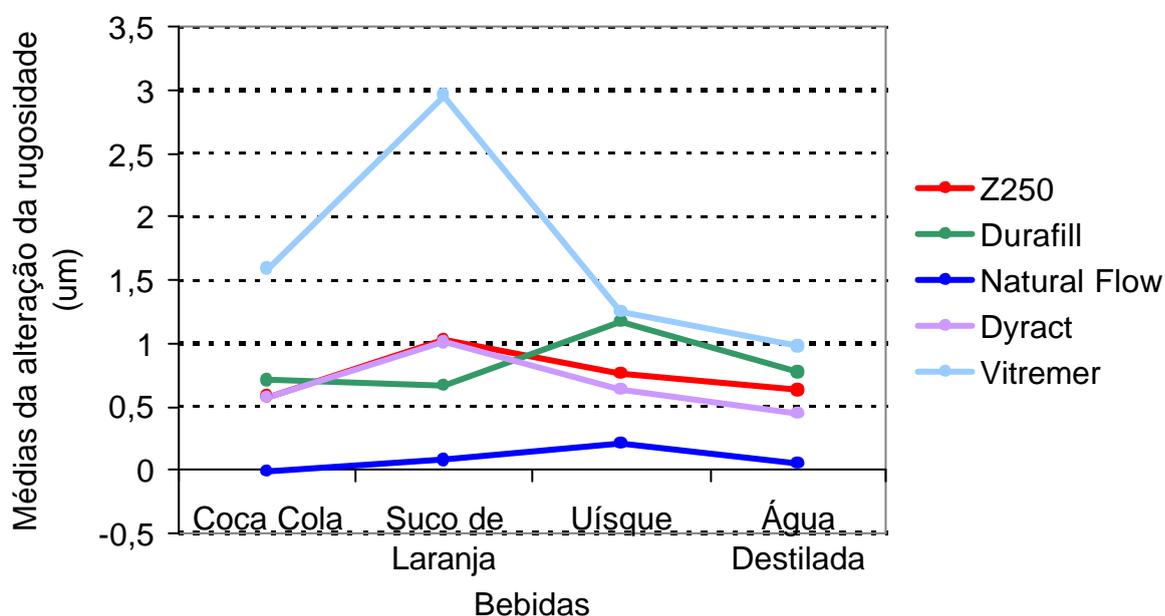


Gráfico 5.2 - Médias das alterações da rugosidade ( $\mu\text{m}$ ) no momento total (erosão + escovação) segundo o tipo de material e bebidas estudadas

- Suco de Laranja:

Na imersão em suco de laranja seguida de escovação, novamente a RC Natural Flow apresentou a menor alteração na rugosidade superficial, mas não houve diferença estatística entre ela e a RC Durafill ( $p > 0,05$ ). O Vitremer apresentou a maior alteração de rugosidade sendo estatisticamente diferente ( $p < 0,05$ ) dos demais materiais. O Dyract apresentou alteração de rugosidade intermediária entre a RC Natural Flow e o Vitremer, havendo diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre eles. Mas o Dyract não apresentou alteração de rugosidade diferente estatisticamente das RC Z250 e Durafill (Tabela 5.8).

- Uísque:

A escovação após imersão em uísque causou maior alteração na rugosidade do Vitremer, mas esta alteração não foi estatisticamente diferente da ocorrida com o Dyract e as RC Z250 e Durafill ( $p > 0,05$ ). A RC Natural Flow apresentou a menor alteração de rugosidade no mesmo momento estudado (Tabela 5.8).

- Água Destilada:

A imersão em água destilada seguida de escovação também causou alteração na rugosidade superficial dos materiais restauradores estudados. O Vitremer apresentou a maior alteração, mas somente diferenciando-se estatisticamente ( $p < 0,05$ ) da RC Natural Flow, que apresentou a menor alteração (Tabela 5.8).

- Comparação entre as bebidas:

A ação das diferentes bebidas estudadas, seguida de escovação não diferiu para cada RC avaliada separadamente e para o Dyract ( $p > 0,05$ ). Para o Vitremer houve diferença na ação do suco de laranja quando comparado às outras bebidas ( $p < 0,05$ ), como podemos observar na Tabela 5.8.

### **5.3 Correlação alteração de peso x rugosidade superficial**

Pela análise estatística realizada pelo coeficiente de Pearson, foi verificada correlação, ao nível de 1%, entre alteração de peso e rugosidade para os materiais testados. O valor encontrado foi  $r = -0,5657$ , indicando correlação entre as duas variáveis. Portanto, o material que apresentou a maior alteração de peso também apresentou a maior alteração de rugosidade, sendo o Vitremer este material. E a RC Natural Flow apresentou a menor alteração de peso e rugosidade.

### **5.4 Valores de pH das bebidas avaliadas**

Os valores de pH foram medidos periodicamente com um medidor de pH antes da imersão dos corpos-de-prova e após 24 horas de imersão, quando era realizada a renovação das bebidas. Foi realizada a média dos valores iniciais e após 24 horas, correspondentes a cada material, após os dez dias de imersão.

A Tabela 5.9 apresenta as médias dos valores de pH medidos durante o experimento. Não foi observado variações expressivas nos valores de pH após a imersão dos corpos-de-prova.

Tabela 5.9 - Médias dos valores de pH iniciais e após 24 horas de imersão dos corpos-de-prova para os 10 dias de testes

<b>Bebida</b>	<b>Material</b>	<b>Inicial</b>	<b>Após 24 horas</b>
Coca-Cola	Z250	2,60	2,57
	Durafill	2,59	2,57
	Natural Flow	2,54	2,56
	Dyract	2,60	2,98
	Vitremer	2,59	3,06
Suco de Laranja	Z250	3,90	3,81
	Durafill	3,65	3,59
	Natural Flow	3,30	3,34
	Dyract	3,43	3,46
	Vitremer	3,34	3,40
Uísque	Z250	4,12	4,10
	Durafill	4,07	4,05
	Natural Flow	4,03	4,07
	Dyract	4,04	4,43
	Vitremer	4,04	4,38
Água destilada	Z250	7,53	7,33
	Durafill	7,26	7,28
	Natural Flow	7,18	7,14
	Dyract	7,28	6,93
	Vitremer	7,31	7,88

## 5.5 Imagens Ilustrativas

Algumas amostras dos materiais foram fotografadas em aumento de 6,7x, após os momentos estudados (inicial, erosão e escovação). As fotos estão apresentadas no Apêndice A.

## 6 DISCUSSÃO

O tratamento das LCNC varia do monitoramento e aplicação de dessensibilizantes à restauração, dependendo da severidade e sensibilidade da lesão.

Várias técnicas de restauração foram recomendadas para LCNC: restauração com CIV, RC com agente de união dentinário, RC aplicada sobre uma base de CIV e agente de união dentinário (POWELL; JOHNSON; GORDON, 1995).

Antes do advento dos materiais adesivos, a restauração das LCNC era contra-indicada, porque a condição progredia lentamente e porque o preparo da cavidade removia considerável quantidade de tecido sadio. Devido à baixa adesão das restaurações em lesões rasas, o tratamento somente dos sintomas era a melhor maneira de tratar as lesões com menos de 1 mm de profundidade. Desde a introdução dos materiais restauradores adesivos, a restauração das lesões maiores de 1 mm de profundidade é altamente indicada, restaurando a perda de contorno e a estética, reduzindo a sensibilidade e evitando sua progressão. Com os atuais materiais, a restauração é realizada sem a indesejável remoção de estrutura dental sadia (BRACKETT, 1994).

Embora a prevalência destas lesões venha aumentando não se sabe com qual frequência elas estão sendo restauradas. Os livros textos de dentística recomendam restaurar as LCNC quando o paciente sente dor ou sensibilidade associado às lesões ou quando o paciente está descontente com a aparência estética. A retenção de alimentos ou placa na lesão e o potencial de fratura ou

exposição pulpar também são citados como razões para a restauração (BADER et al., 1993).

Considerando a complexa etiologia e morfologia das lesões cervicais com margens parte em esmalte, dentina e cimento, a escolha pela técnica restauradora e material pode ser um desafio. Além disso, a necessidade de encontrar solução para uma demanda estética, habilidade de selamento marginal, especialmente em cimento e dentina, a resistência à erosão e abrasão, parecem ser prioridades quando da escolha do material apropriado (FOLWACZNY et al., 2000).

Deste modo, o motivo para a escolha em estudar três tipos diferentes de RC (microhíbrida, micropartículas e flow), e os materiais híbridos (CIVRM e compômero) foi por serem atualmente os materiais disponíveis para restaurar LCNC.

A utilização de um CIV convencional, em estudo piloto, apresentou resultados insatisfatórios, diante do desafio da metodologia empregada, ao dissolver-se completamente, quando imerso em suco de limão por 10 dias. Mckenzie, Linden e Nicholson (2003) também encontraram resultados semelhantes com CIV convencional, após imersão em suco de laranja depois de 3 a 6 meses. Yip, Smales e Kaidonis (2003) não recomendam os CIV convencionais para restaurações permanentes porque são pouco resistentes e susceptíveis à erosão. Deste modo, o CIV convencional não foi empregado nesta pesquisa e recomenda-se que este material não deva ser indicado para pacientes com alta ingestão de alimentos ácidos ou àqueles portadores de doenças gastroesofágicas com episódios freqüentes de regurgitação.

A RC é o material mais utilizado para restaurar LCNC, provavelmente pela grande disponibilidade no mercado, pela ilusória facilidade de manipulação e pela estética.

A RC microhíbrida é um material que apresenta bom comportamento clínico e mostra-se resistente não apenas nos testes de escovação simulada, mas também em regiões sujeitas a grandes esforços (GARCIA et al., 2004). Para Tyas (1995), a RC de micropartículas é indicada em restaurações de LCNC, principalmente de abfração, por possuir baixo módulo de elasticidade, permitindo ao material deformar-se com a estrutura dental, durante a deformação induzida pelo estresse oclusal, e conseqüentemente exibir maior retenção. Estafan, Schulman e Calamia (1999) consideraram a RC flow clinicamente eficaz na redução da sensibilidade dentinária de LCNC, por bloquear os túbulos dentinários com tags de resina e prevenir o movimento de fluido nos túbulos.

Sidhu, Sherriff e Watson (1997) endossaram o uso do CIVRM, em lesões de abrasão, baseados no aumento da resistência e diminuição na solubilidade destes materiais comparados ao CIV convencional.

O compômero apresenta-se como a combinação das propriedades positivas das RC com as do CIV. Este material híbrido pode superar algumas das deficiências do CIV, uma vez que suas propriedades mecânicas foram melhoradas (ABU-BAKR et al., 2000). O compômero tem ganhado aceitação entre os clínicos devido a sua facilidade de manipulação, estética e liberação de flúor (EL-KALLA; GARCIA-GODOY, 1999).

Apesar dos inúmeros aprimoramentos desenvolvidos na década passada sobre os materiais restauradores, eles ainda são susceptíveis à degradação no ambiente bucal.

Os materiais restauradores também estão sujeitos aos fatores etiológicos que causam as LCNC, como os baixos valores de pH na cavidade bucal e a abrasão pela escovação dental (ATTIN et al., 1998). Assim é importante que os materiais

restauradores usados em LCNC sejam capazes de resistir à degradação devido a ataques erosivos e abrasão de escovação.

### **6.1 Degradação dos corpos-de-prova**

Muitas são as formas de degradação que os materiais restauradores estão sujeitos na cavidade bucal: desintegração e dissolução, abrasão, erosão, atividade bacteriana (OILO, 1992). A maior dificuldade de se representar e avaliar tais comportamentos, mesmo *in vitro*, é o fato de que, para cada um destes processos vários outros fatores estão envolvidos.

A degradação é um processo complexo, dificultando a obtenção de um modelo laboratorial completo. Deste modo, a opção foi fragmentar o estudo dividindo-o no momento de erosão, quando os corpos-de-prova foram imersos nas bebidas ácidas, e o momento total (erosão + escovação), quando os corpos-de-prova já submetidos à erosão foram escovados.

A degradação inicia-se, na verdade, a partir do armazenamento em água destilada, pois uma vez polimerizados, os materiais restauradores estão longe de estarem estáveis e constantemente estão interagindo com o ambiente ao seu redor. A principal interação que ocorre com a água é a absorção higroscópica que acarreta o aumento de volume e de peso do material (MARTIN; JEDYNAKIEWICZ, 1998), além de introduzir tensão entre a interface carga-matriz (YAP; WEE; TEOH, 2002). Por isso, antes da imersão nas bebidas ácidas, os materiais ficaram imersos em água destilada por uma semana.

Alguns trabalhos realizaram a mensuração do peso dos corpos-de-prova após atingirem peso constante à seco, isto é, dessecando em estufa e sílica gel, descartando a influência da absorção de água ocorrida no material (DOMENE, 1998). No entanto, nesta pesquisa, não foi seguido este processo, pelo fato de que a dessecação poderia interferir nas propriedades reais do material. Além disso, em estudo piloto verificamos que o CIVRM (Vitremer) e o compômero (Dyract), após dessecação, apresentavam rachaduras que poderiam alterar sua susceptibilidade à erosão e à abrasão. Deste modo, a avaliação do peso dos corpos-de-prova foi realizada após secagem com papel absorvente.

As bebidas ácidas utilizadas apresentaram pH de 2,6 a 4,1 em média. A escolha destas bebidas foi uma tentativa de representar os vários tipos de bebidas ácidas consumidas na atualidade, englobando uma bebida industrializada, como o refrigerante Coca-Cola, e uma bebida *in natura*, como o suco de laranja. Entre elas havia também uma bebida alcoólica, já que o álcool também afeta as propriedades mecânicas das resinas (KAO, 1989).

Há uma grande variabilidade nas pesquisas existentes quanto ao período de imersão nas substâncias ácidas. O período de 10 dias foi escolhido ao se acreditar que este período fosse suficiente para observar a ação das bebidas, sem inviabilizar os corpos-de-prova para o teste de escovação, que seria realizado em seguida.

A escovação dentária traz inúmeros benefícios à higiene bucal: a redução na incidência de cáries, o auxílio no polimento e remoção de manchas. No entanto, esta ação benéfica é acompanhada por inconvenientes como o desgaste no substrato escovado (GOLDSTEIN; LERNER, 1991), existindo a necessidade de se buscar um equilíbrio entre a máxima limpeza e o mínimo desgaste.

A eleição do dentífrico Colgate/cálcio foi em razão deste utilizar o carbonato de cálcio como agente abrasivo, que é largamente utilizado nas diversas marcas comerciais de pastas dentais. Para simular as condições clínicas, optou-se pela diluição do dentífrico em água destilada na proporção de 1:2, pois na boca, durante a escovação, o dentífrico é diluído na presença de saliva. A constante renovação da solução permitiu que o material não se sedimentasse, o que poderia alterar o padrão de abrasão. A escolha pelas escovas de cerdas macias deve-se à representatividade de sua utilização pela população brasileira.

O número de ciclos e a carga aplicada para a escovação variam muito. Para Kanter, Koski e Martin (1982) 21.600 ciclos correspondiam a cinco anos de escovação, enquanto Jones, Fisher e Wilson (1985) associaram 60.000 ciclos a 18 meses de escovação. O número de 20.000 ciclos e carga aplicada (200 g) utilizados neste estudo estão de acordo com trabalhos prévios da literatura (CHO; YI; HEO, 2002; DYER; ADDY; NEWCOMBE, 2000; FRAZIER; RUEGGEBER; METTENBURG, 1998, RIOS et al., 2002; TAKEUCHI et al., 2003; TANOUE; MATSUMURA; ATSUTA, 2000).

A alteração de peso e de rugosidade são parâmetros utilizados em muitos estudos para avaliar a ação da erosão e abrasão sobre os materiais restauradores, havendo inclusive uma tendência em correlacionar estas duas propriedades (GARCIA et al., 2004; HARRINGTON et al., 1982, WANG, 2001).

## 6.2 Alteração de Peso

Na literatura, são encontrados diversos métodos para avaliação de superfícies desgastadas, tanto quantitativas como qualitativas: microscopia eletrônica de varredura (WANG, 2001), perfilômetro (ATTIN et al., 1998; MOMOI et al., 1997), alterações de: peso, volume, espessura (DOMENE, 1998; FRAZIER, RUEGGEBER; METTENBURG, 1998; JONES; FISHER; WILSON, 1985; MOLDES, 1998), perda de reflectância e uso de isótopos radioativos.

Neste estudo o método de alteração de peso foi eleito por ser um método preciso e simples. Vários trabalhos utilizaram este método para analisar a perda de matéria, em decorrência da abrasão por escovação, como Harrington et al. (1982); Domene (1998); Desiderato et al. (2001); Mondelli et al. (2003).

Os materiais restauradores estudados apresentaram diferenças no peso inicial, em decorrência das características individuais de cada material, como conteúdo de carga e tipo de matriz orgânica. Assim, os materiais Natural Flow e Durafill foram os mais leves, e Z250, o mais pesado, apesar da igualdade no tamanho dos corpos-de-prova. Por isso, a alteração de peso foi representada em porcentagem, correspondente ao valor da alteração.

A alteração de peso total (erosão + escovação), detectada neste trabalho, variou de -5,03% a 0,33%. Os valores negativos indicam a perda de peso, e os valores positivos, o ganho de peso.

A perda de material em uma restauração pode acarretar exposição das margens da cavidade favorecendo o desenvolvimento de cárie secundária e também a alteração da forma anatômica. Loguércio et al. (2003) avaliaram o desempenho clínico do CIVRM Vitremer e o compômero Dyract, em restaurações classe V de

LCNC, após 5 anos verificaram que 12,5% das restaurações apresentavam alteração na forma anatômica por desgaste, indicativa para troca da restauração. Neo e Chew (1996) avaliaram a forma anatômica de restaurações de um CIV convencional (Fuji Cap II), um CIVRM (Fuji II LC), e duas RC (APH, Lite Fil IIA); os resultados indicaram classificação de não-ideais clinicamente, de 33%, 14%, 5%, 55%, respectivamente, para os materiais avaliados.

Após imersão em suco de laranja, seguida de escovação, as maiores alterações de peso ocorreram principalmente para os materiais híbridos (Vitremer e Dyract). Resultado semelhante foi obtido por Attin et al. (1998), em que o Dyract apresentou maior abrasão, após imersão em solução ácida de pH 3,0, que corresponde à média do pH do suco de laranja utilizado em nosso estudo, comparado à imersão em solução neutra.

Touyz (1994); Larsen e Nyvad (1999), estudando o pH, a titulação de algumas bebidas e seu efeito erosivo, verificaram que o suco de laranja necessitou de mais NaOH para ser neutralizado. Isto sugere que o suco de laranja, por manter-se ácido por tempo prolongado, possui efeito erosivo intenso. A titulação tem mostrado ser mais significativa do que o pH em relação à erosão. Por exemplo, o suco de laranja com alta titulação, demonstrou causar mais erosão do que bebidas cola, embora o suco de laranja tenha pH mais alcalino do que a cola (OSBORNE-SMITH; BURKE; MANCHESTER, 1999). Segundo Geurtsen; Leyhausen e Garcia-Godoy (1999), a habilidade dos materiais em resistir à dissolução varia com a composição dos meios, e não simplesmente com o seu pH. Portanto, a presença de ácidos específicos, como possivelmente o ácido cítrico do suco de laranja, apresenta características deletérias não simplesmente pelo baixo pH.

O uísque, dentre as bebidas ácidas estudadas, foi o que causou menor alteração de peso. McKinney e Wu (1985) que determinaram a influência de várias concentrações de soluções de etanol e a influência do heptano sobre o desgaste de alguns materiais compósitos, verificaram que a solução de etanol a 75% causou maior desgaste que as demais substâncias. Provavelmente, não foi encontrada ação tão significativa do uísque por ele ser uma solução alcoólica de menor concentração (43%) comparada às soluções alcoólicas utilizadas em outros trabalhos. Entretanto, para o Dyract, a imersão em uísque seguida pela escovação causou maior alteração de peso em relação aos outros materiais estudados, sendo estatisticamente significativa. O uísque pode ter causado maior “amolecimento” na superfície do compômero do que nos demais materiais, causando maior desgaste.

Abu-Bakr et al. (2000) demonstraram que os espécimes de compômero, CIVRM e RC imersos em suco de laranja e Coca-Cola, apresentavam as maiores reduções na dureza, comparado à imersão em uísque e água deionizada. Este “amolecimento” da camada superficial pode favorecer o desgaste do material.

O material ideal seria aquele que apresentasse maior estabilidade em meio bucal, não perdendo ou ganhando peso. Surpreendentemente, dentre os materiais estudados, a RC Natural Flow foi a que apresentou menores alterações de peso. Garcia et al. (2004) observaram em MEV que resinas flow, após ensaio de escovação, não apresentavam poros superficiais, demonstrando que as partículas de carga não apresentavam deslocamento durante o desgaste abrasivo, portanto havendo desgaste essencialmente da matriz orgânica.

Não houve diferença estatisticamente significativa entre a RC Natural Flow e a RC Durafill, independente da bebida de imersão. Mas houve diferenças significantes entre as resinas e os materiais híbridos (Dyract e Vitremer), após imersão em suco

de laranja e Coca-Cola, seguidas de escovação, sendo que os materiais híbridos apresentaram perda de peso bastante superior às resinas. Contrariamente, Moldes (1998), em estudo de abrasão por escovação, encontrou maiores desgastes para a RC (TPH), seguida do CIV (Ketac Fil), e o compômero (Dyract) apresentou o menor desgaste superficial.

A alteração de peso das RC não foi influenciada pelas diferentes bebidas. Shabanian e Richards (2002) verificaram que o desgaste da RC Z100 comparada ao CIVRM Fuji II LC e ao esmalte foi menos influenciado pela variação do meio ácido utilizado com a escovação; a RC demonstrou menor susceptibilidade ao ácido.

A RC Z250 apresentou ganho de peso, após erosão + escovação, independente da bebida na qual foi imersa. Isto porque, no momento da erosão, este material provavelmente absorveu o líquido no qual estava imerso e, mesmo havendo perda de material, durante a escovação, o resultado total foi de ganho de peso.

O CIVRM (Vitremer) e o compômero (Dyract) apresentaram em geral as maiores perdas de peso nas bebidas testadas. Domene (1998) fez a comparação entre o desgaste de um compômero (Variglass), um CIVRM (Vitremer) e um CIV convencional (Vidrion R), após escovação simulada, e verificou que, dentre estes materiais, o compômero apresentou menor desgaste que o CIVRM e CIV convencional. Neste estudo, o Vitremer (CIVRM) apresentou maior desgaste que o Dyract (compômero), após imersão em Coca-Cola e suco de laranja, seguidas de escovação, mas menor alteração de peso após imersão em uísque e água destilada. O diferente comportamento na alteração de peso destes materiais depende da ação das diferentes bebidas utilizadas.

Os resultados, aqui obtidos, devem ser considerados nas condições determinadas na realização dos testes. Mais estudos devem ser feitos para confirmar tais resultados principalmente com as resinas flow.

### **6.3 Alteração de Rugosidade Superficial**

A rugosidade superficial é uma importante propriedade para se avaliar a integridade da superfície das restaurações, determinando a capacidade de polimento e a taxa de desgaste (CHINELATTI et al., 2004). A rugosidade também é importante para os fenômenos de superfície como atrito, ajuste, desgaste, aparência, resistência à fadiga, propriedades ópticas, escoamento de fluidos e adesão. Ela provoca um aumento na área de superfície e promove a retenção mecânica de produtos como, por exemplo, a placa bacteriana (SAMUEL, 1993).

O resultado estético depende, pelo menos em parte, da textura superficial (TYAS, 1995). De acordo com Sidhu, Sherriff e Watson (1997), uma superfície lisa é uma das mais importantes condições para preservar a boa estética e reduzir a descoloração superficial, devido à deposição de partículas pigmentadas.

Além da estética, a rugosidade também pode influenciar a integridade dos tecidos vizinhos à restauração. Restaurações rugosas podem ocasionar acúmulo de placa bacteriana, o que em cavidades de classe V, lesões de erosão, abrasão e abfração, regiões que apresentam, na maioria das vezes, contato íntimo com os tecidos periodontais, levaria à inflamação gengival e comprometimento periodontal. Além disso, o acúmulo de placa bacteriana pode ocasionar reincidência de cárie.

De acordo com Takeuchi et al. (2003), uma superfície rugosa pode diminuir a resistência ao desgaste do material restaurador e aumentar significativamente o número de sítios, na superfície da restauração, que serão prováveis no acúmulo de biofilme bacteriano, o qual inerentemente leva a um aumento na incidência de doenças bucais, fazendo das restaurações mais susceptíveis ao manchamento e perda de brilho.

Para avaliação da rugosidade superficial, neste estudo, foi utilizado um rugosímetro, de acordo com os trabalhos de Abu-Bakr et al. (2000); Yap, Low e Ong (2000); Turssi et al. (2002b). Outro aparelho que fornece os mesmos dados de acordo com as características da superfície, é o perfilômetro (ATTIN; ZIRKEL; HELLWIG, 1998; HONDRUM; FERNÁNDEZ JUNIOR, 1997; MOMOI et al., 1997).

Existem vários parâmetros para descrever e medir a rugosidade superficial. Sabe-se que a real geometria da superfície é muito complexa, que somente uma representação com múltiplos parâmetros promoveria uma avaliação exata e total descrição da superfície. Entretanto, o mais comumente usado para medir a rugosidade superficial é o Ra (SIDHU; SHERRIFF; WATSON, 1997). O parâmetro Ra foi o valor de eleição para este estudo para possibilitar a comparação com resultados encontrados na literatura. Com o objetivo de abranger todas as áreas de rugosidade superficial, foram realizadas cinco medições ( $Ra/\mu\text{m}$ ), em diferentes áreas, e a média obtida desses valores correspondeu ao valor considerado.

Pela análise das médias iniciais de rugosidade superficial, as RC Z250 e Durafill e o compômero Dyract apresentaram rugosidades iniciais semelhantes entre si. O CIVRM Vitremer apresentou as maiores médias. Estas variações de rugosidade superficial dos materiais restauradores é um fator inerente ao material, pela natureza heterogênea de seus componentes, como o tamanho, tipo e forma das partículas de

carga, qualidade e quantidade da fase orgânica, tipo de união e sistema de polimerização (GARCIA et al., 2004) e podem explicar estas variações de lisura superficiais iniciais aqui encontradas.

Outro fator que pode justificar a maior média de rugosidade inicial do Vitremer seria a forma de manipulação deste material, que necessita da incorporação do pó ao líquido na qual podem ser incluídas bolhas de ar, introduzindo porosidades ao material (LOGUÉRCIO et al., 2003), resultando em maior rugosidade, mesmo após acabamento. Por outro lado, as superfícies mais lisas das RC e do Dyract podem ser explicadas pelo fato de serem materiais de um único componente e embalados em seringas e blisters, os quais não precisam ser misturados.

Após os testes de erosão + escovação, os materiais avaliados apresentaram aumento de rugosidade superficial, exceto a RC Natural Flow, após imersão em Coca-Cola seguida de escovação, que apresentou ligeira diminuição na rugosidade.

O suco de laranja, seguido pela escovação, causou maior alteração de rugosidade na RC Z250, no Dyract e no Vitremer. O uísque, seguido pela escovação, causou maiores alterações de rugosidade à RC Durafill e Vitremer.

Os resultados aqui encontrados ratificam os de Abu-Bakr et al. (2001), que mostraram, através de imagens de MEV a laser e análise de rugosidade, que espécimes de compômero (Dyract, Compoglass F, Xenon, F2000) e CIVRM (Fuji II LC), após imersão em suco de laranja e uísque apresentaram os valores mais altos de Ra e Rz do que quando imersos em Coca-Cola e água deionizada. Yap, Low e Ong (2000) observaram que o Dyract apresentou um maior aumento de rugosidade, após armazenamento em ácido cítrico, que em solução de 50% etanol-água.

A Coca-Cola, seguida de escovação, foi a bebida ácida que menos causou alteração na rugosidade superficial dos materiais restauradores testados, exceto para o Vitremer. Hoje, bebidas as quais incluem ácido fosfórico, especialmente colas, são consumidas em grandes quantidades na vida diária (DORTER et al., 2003). Apesar de apresentar o mais baixo pH dentre as bebidas aqui avaliadas, a Coca-Cola parece não ter efeito tão danoso sobre a superfície dos materiais quanto as outras bebidas ácidas. Como reportado por Lussi, Jaeggi e Jaeggi-Schärer (1995), o potencial erosivo de uma bebida ácida não depende exclusivamente de seu pH, mas também é fortemente influenciado pela titulação, pelas propriedades de quelação do ácido e sua frequência e duração de ingestão.

Sob as condições experimentais adotadas neste estudo, os materiais restauradores testados apresentaram danos maiores após erosão em bebidas ácidas + escovação, do que após armazenamento em água destilada seguida de escovação. A responsabilidade deste fato está na capacidade do meio ácido “amolecer” o material resinoso (ASMUSSEN, 1984; CHADWICK et al., 1990), agindo principalmente sobre a matriz polimérica e a interface carga-matriz. Com a escovação, esta matriz é desgastada expondo as partículas de carga, que estão sujeitas também ao deslocamento pela abrasão de escovação, causando o aumento na rugosidade superficial.

A RC Natural Flow apresentou as menores alterações de rugosidade após erosão + escovação. Este resultado pode ser devido à menor quantidade de partículas de carga, quando comparada à RC microhíbrida, o que gera menor interface carga-matriz que é um local de susceptibilidade à ação das bebidas ácidas. E também, apesar de possuir quantidades de carga semelhantes aos compósitos de micropartículas, apresenta a vantagem de não possuir os aglomerados pré-

polimerizados característicos das RC de micropartículas, que muitas vezes, se deslocam da matriz, resultando em fóssulas e maior rugosidade superficial.

A literatura que avalia as propriedades físicas e químicas das resinas flow é escassa. Garcia et al. (2004) demonstraram que a rugosidade, após escovação dental simulada, foi maior na RC Silux Plus (micropartículas), seguida da RC Natural Flow e RC Z100 (microhíbrida). Para Garcia et al. (2004), os procedimentos de abrasão, na RC flow, acarretam pequena exposição das partículas de carga (com tamanho médio variando de 0,04 a 4  $\mu\text{m}$ ); isso auxilia na explicação dos baixos valores de rugosidade, apresentados pela RC Natural Flow, aqui encontrados.

Na comparação entre as bebidas, com relação à rugosidade superficial das RC, nenhuma diferença significativa entre as bebidas de imersão foi observada. Constatando-se que o comportamento da RC é semelhante nos diferentes meios. Isso pode ser atribuído à presença de TEGDMA em todas as resinas estudadas, um monômero que pode diminuir o “amolecimento” da superfície pelo ácido, por aumentar o grau de polimerização dos materiais resinosos, aumentar suas propriedades físicas e, portanto, minimizar seu grau de abrasão (TURSSI et al., 2002a).

O CIVRM Vitremer foi o material que apresentou as maiores rugosidades, após a imersão, principalmente após imersão em suco de laranja e Coca-Cola, somadas à escovação, sendo estatisticamente diferente dos demais materiais avaliados. Um insuficiente elo entre a ligação cruzada da rede polialquenóide e correntes poliméricas tem sido reportado para os CIVRM, portanto uma maior susceptibilidade na sua degradação é esperada, particularmente em ambiente ácido (TURSSI et al., 2002b). Porém, diferentemente do que era esperado, Turssi et al. (2002b), observaram diminuição da rugosidade superficial do CIVRM (Fuji II LC) e do

compômero (Dyract), após armazenamento em solução ácida, seguida de escovação.

Loguércio et al. (2003) verificaram que a textura superficial de restaurações de classe V de LCNC, realizadas com o compômero Dyract, eram melhores do que as realizadas com CIVRM Vitremer, após 5 anos de confecção. Também avaliando clinicamente restaurações de classe V com CIVRM (Vitremer) e compômero (F2000, Freedom), Chinelatti et al. (2004) encontraram melhor desempenho clínico quanto à textura superficial para os compômeros. Em desacordo, Brackett et al. (2001) encontraram desempenho clínico superior do CIVRM (Fuji II LC) em relação ao compômero (Compoglass), em restaurações de LCNC.

Finalmente, verificou-se correlação entre as variáveis peso e rugosidade superficial; a RC Natural Flow exibiu a menor alteração de peso e rugosidade, e o CIVRM Vitremer, a maior alteração de peso e rugosidade. Os resultados encontrados estão de acordo com Kanter, Koski e Martin, que também obtiveram correlação entre perda de peso e a rugosidade superficial ao empregarem somente RC. Já Garcia et al. (2004) não encontraram correlação entre desgaste e rugosidade em estudo de resinas fluidas submetidas à escovação simulada.

Um dos maiores desafios deste trabalho foi compará-lo com os trabalhos existentes. Mesmo quando a metodologia é bastante semelhante, são inevitáveis as diferenças de detalhes (WANG, 2001). Por isso, resultados laboratoriais podem apenas predizer o comportamento do material intrabucalmente, confirmando-se apenas após avaliações *in situ* e posteriormente clínicas.

Esta investigação sugere que processos similares de erosão e abrasão podem ocorrer clinicamente, pois o aumento no consumo de bebidas com baixo pH e a realização necessária da higiene bucal utilizando a escovação dental podem

interferir na longevidade dos materiais restauradores. Entretanto, as alterações de peso e rugosidade aqui encontradas, apesar de mostrarem diferenças estatisticamente significantes entre os materiais, indicando melhores desempenhos para as RC em comparação ao compômero e ao CIVRM, podem não ser relevantes clinicamente.

Estudos *in situ* e avaliações clínicas devem ser feitas para sustentar estes resultados, pois o ambiente bucal apresenta características complexas que interferem no comportamento dos materiais e que são difíceis de serem reproduzidas em testes laboratoriais.

## 7 CONCLUSÕES

Conforme os resultados obtidos, após os testes *in vitro* propostos, pôde-se concluir que:

- 7.1 A imersão em suco de laranja e Coca-Cola, seguida pela escovação, causou maior perda de peso para o compômero Dyract e o CIVRM Vitremer, quando comparados às RC Z250, Durafill e Natural Flow.
- 7.2 A imersão em uísque causou maior perda de peso no compômero Dyract.
- 7.3 Quanto à rugosidade superficial, a imersão em suco de laranja e Coca-Cola causou maior alteração no CIVRM Vitremer, quando comparado aos demais materiais avaliados.
- 7.4 As bebidas (Coca-Cola, suco de laranja e uísque), quanto à rugosidade e ao peso, exerceram efeito semelhante para cada RC estudada (Z250, Durafill, Natural Flow).
- 7.5 As alterações de peso e de rugosidade superficial estão correlacionadas.

## REFERÊNCIAS<sup>1</sup>

Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Changes in the mechanical properties and surface texture of compomer immersed in various media. *J Prosth Dent* 2000;84(4):444-52.

Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Evaluation of the surface roughness of compomer by laser scanning microscopy. *Dent Mat J* 2001;20(2):172-80.

Almeida SRS. Aspectos relevantes na degradação das resinas compostas [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1998.

Asmussen E. Softening of BISGMA-based polymers by ethanol and by organic acids of plaque. *Scan J Dent Res* 1984;92(3):257-61.

Attin T, Zirkel C, Hellwig E. Brushing abrasion of eroded dentin after application of sodium fluoride solutions. *Caries Res* 1998;32(5):344-50.

Attin T, Buchalla W, Tret A, Hellwig E. Toothbrushing abrasion of polyacid-modified composites in neutral and acidic buffer solutions. *J Prosth Dent* 1998;80(2):148-50.

Bader JD, Levitch LC, Shugars DA, Heymann HO, McClure F. How dentists classified and treated non-carious cervical lesions. *J Am Dent Assoc* 1993;124(5):46-58.

Brackett WW. The etiology and treatment of cervical erosion. *J Tenn Dent Assoc* 1994;74(3):14-8.

Brackett WW, Browning WD, Ross JA, Brackett MG. Two-year clinical performance of a polyacid-modified resin composite and a resin-modified glass-ionomer restorative material. *Oper Dent* 2001;26(1):12-6.

Buchalla W, Attin T, Hellwig E. Brushing abrasion of luting cements under neutral and acidic conditions. *Oper Dent* 2000;25(5):482-7.

---

<sup>1</sup> De acordo com Estilo Vancouver. Abreviatura de periódicos segundo base de dados MEDLINE.

Chadwick RG, McCabe JF, Walls AWG, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater* 1990;6(1):123-8.

Chinelatti MA, Ramos RP, Chimello DT, Palma-Dibb RG. Clinical performance of a resin-modified glass-ionomer and two polyacid-modified resin composites in cervical lesions restorations: 1 year follow-up. *J Oral Rehabil* 2004;31(3):251-7.

Cho LR, Yi YJ, Heo SJ. Effect of tooth brushing and thermal cycling on surface change of ceromers finished with different methods. *J Oral Rehabil* 2002;29(9):816-22.

Desiderato G, Pereira CSS, Mondelli RFL, Franco EB. Avaliação da perda de massa e rugosidade superficial de resinas compostas híbridas por escovação simulada [abstract A277]. *Pesqui Odontol Bras* 2001;15:105.

Domene S. Determinação da perda de massa, pelo método da escovação, nos cimentos de ionômero de vidro [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 1998.

Dorter C, Yildiz E, Gomec Y, Erdilek D. Abrasive effect of brushing on ormocers following acid conditioning. *Dent Mat J* 2003;22(4):475-81.

Dyer D, Addy M, Newcombe RG. Studies in vitro of abrasion by different manual toothbrush heads and a standard toothpaste. *J Clin Period* 2000;27(2):99-103.

El-Kalla IH, Garcia-Godoy F. Mechanical properties of compomer restorative materials. *Oper Dent* 1999;24(1):2-8.

Estafan D, Schulman A, Calamia J. Clinical effectiveness of a class V flowable composite resin system. *Compend Contin Edu Dent* 1999;20(1):11-5.

Folwaczny M, Loher C, Mehl A, Kunzelmann KH, Hinkel R. Tooth-colored filling materials for the restoration of cervical lesions: a 24-month follow-up study. *Oper Dent* 2000;25(4):251-8.

Frazier KB, Rueggeber FA, Mettenburg DJ. Comparison of wear resistance of class V restorative materials. *J Esthet Dent* 1998;10(6):309-14.

Garcia FC, Wang L, D'Alpino PH, Souza JB, Araújo PA, Mondelli RF. Evaluation of the roughness and mass loss of the flowable composites after simulated toothbrushing abrasion. *Pesqui Odontol Bras* 2004;18(2):156-61.

Geurtsen W, Leyhausen G, Garcia-Godoy F. Effect of storage media on the fluoride release and surface microhardness of four polyacid-modified composite resins ("compomers"). *Dent Mat* 1999;15(3):196-201.

Gladys S, Meerbeek BV, Lambrechts P, Vanherle G. Evaluation of esthetic parameters of resin-modified glass-ionomer materials and a polyacid-modified resin composite in class V cervical lesions. *Quintessence Int* 1999;30(9):607-14.

Goldstein GR, Lerner T. The effect of toothbrushing on a hybrid composite resin. *J Prosth Dent* 1991;66(4):498-500.

Harrington E, Jones PA, Fisher SE, Wilson HJ. Toothbrush-dentifrice abrasion. *Brit Dent J* 1982;153(4):135-40.

Hondrum SO, Fernández Jr R. Contouring, finishing and polishing class 5 restorative materials. *Oper Dent* 1997;22(1):30-6.

Jones PA, Fisher SE, Wilson HJ. Abrasivity of dentifrices on anterior restorative materials. *Brit Dent J* 1985;158(4):130-33.

Kanter J, Koski RE, Martin D. The relationship of weight loss to surface roughness of composite resins from simulated toothbrushing. *J Prosth D* 1982;47(5):505-13.

Kao EC. Influence of food-simulating solvents on resin composites and glass-ionomer restorative cement. *Dent Mater* 1989;5(3):201-8.

Larsen MJ, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium phosphate. *Caries Res* 1999;33(1):81-7.

Levitch LC, Bader JD, Shugars DA, Heymann HO. Non-cariou cervical lesions. *J Dent* 1994;22(4):195-207.

Loguercio AD, Reis A, Barbosa AN, Roulet JF. Five year double blind randomized clinical evaluation of a resin-modified glass ionomer and a polyacid-modified resin in noncarious cervical lesions. *J Adhes Dent* 2003;5(4):323-32.

Lussi A, Jaeggi T, Jaeggi-Schärer S. Prediction of the erosive potential of some beverages. *Caries Res* 1995;29(5):349-54.

Lyttle HA, Sidhu N, Smyth B. A study of the classification and treatment of noncarious cervical lesions by general practitioners. *J Prosth Dent* 1998;79(3):342-6.

Mckenzie MA, Linden RWA, Nicholson JW. The physical properties of conventional and resin modified glass-ionomer dental cements stored in saliva, proprietary acidic beverages, saline and water. *Biomater* 2003;24(22):4063-9.

Mckinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. *J Dent Res* 1985;64(11):1326-31.

Martin N, Jedyakiewicz N. Measurement of water sorption in dental composites. *Biomater* 1998;19(13):77-83.

Menezes M, Turssi CP, Hara AT, Messias DCF, Serra MC. Abrasion of eroded root dentine brushed with different toothpastes. *Clin Oral Investig* 2004;8(3):151-5.

Moazzez R, Smith BGN, Bartlett DW. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent* 2000;28(6):395-7.

Moldes VL. Estudo "in vitro" da resistência à abrasão por escovação dos materiais restauradores utilizados em lesões cervicais [Dissertação de Mestrado]. São Paulo: Faculdade de Odontologia da USP; 1998.

Momoi Y, Hirosaki K, Kohno A, McCabe JF. In vitro toothbrush-dentifrice abrasion of resin-modified glass ionomers. *Dent Mat* 1997;13(2):82-8.

Mondelli RFL, Mauad CSP, Marsola FP, Franco EB, Ishikiriyama A, Navarro MFL et al. Avaliação comparativa de resinas compostas em relação à resistência à abrasão. *Rev Assoc Paul Cir Dent* 2003;57(6):439-42.

Neo J, Chew CL. Direct tooth-colored materials for noncarious lesions: a 3 year clinical report. *Quintessence Int* 1996;27(3):183-8.

Neo J, Chew CL, Yap A, Sidhu S. Clinical evaluation of tooth-colored materials in cervical lesions. *Am J Dent* 1996;9(1):15-8.

Nicholson JW, Millar BJ, Czarnecka B, Limanowska-Shaw H. Storage of polyacid-modified resin composites ("compomers") in lactic acid solution. *Dent Mat* 1999;15(6):413-6.

Oilo G. Biodegradation of dental composites/glass-ionomer cements. *Adv Dent Res* 1992;6(6):50-4.

Osborne-Smith KL, Burke FJT, Manchester NHFW. The aetiology of the non-carious cervical lesion. *Int Dent J* 1999;49(3):139-43.

Powell LV, Johnson GH, Gordon GE. Factors associated with clinical success of cervical abrasion/erosion restorations. *Oper Dent* 1995;20(1):7-13.

Rios D, Honório HM, Araújo PA, Machado MAAM. Wear and superficial roughness of glass ionomer cements used as sealants, after simulated toothbrushing. *Pesqui Odontol Bras* 2002;16(4):343-348.

Samuel SMW. Estudo in vitro da rugosidade superficial de materiais restauradores submetidos à ensaio de escovação [Tese de Doutorado]. Piracicaba: Faculdade de Odontologia da UNICAMP; 1993.

Sarrett DC, Coletti DP, Peluso AR. The effects of alcoholic beverages on composite wear. *Dent Mater* 2000;16(1):62-7.

Shabanian M, Richards LC. In vitro wear rates of materials under different loads and varying pH. *J Prosth Dent* 2002;87(6):650-6.

Sidhu SK, Sherriff M, Watson TF. In vivo changes in roughness of resin-modified glass ionomer materials. *Dent Mat* 1997;13(3):208-13.

Sobral MAP, Luz MAAC, Gama-Teixeira A, Garone Netto N. Influência da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. *Pesqui Odontol Bras* 2000;14(4):406-10.

Takeuchi CYG, Flores VHO, Dibb RGP, Panzeri H, Lara EHG, Dinelli W. Assessing the surface roughness of a posterior resin composite: effect of surface sealing. *Oper Dent* 2003;28(3):281-6.

Tanoue N, Matsumura H, Atsuta M. Wear and surface roughness of current prosthetic composites after toothbrush/dentifrice abrasion. *J Prosth Dent* 2000;84(1):93-7.

Tar CAW, Xavier LEPE, Glen HJ, Lloyd M. Characteristics of noncarious cervical lesions. *J Am Dent Assoc* 2002;133(6):725-33.

Touyz LZG. The acidity (pH) and buffering capacity of Canadian fruit juice and dental implication. *J Can Dent Assoc* 1994;60(5):454-8.

Turssi CP, Purquerio BM, Serra MC. Wear of dental resin composites: insight into underlying processes and assessment methods – a review. *J Biomed Mater Res* 2002;65B(2):280-5.

Turssi CP, Hara AT, Serra MC, Rodrigues Jr AL. Effect of storage media upon the surface micromorphology of resin-based restorative materials. *J Oral Rehab* 2002a;29(9):864-71.

Turssi CP, Hara AT, Magalhães CS, Serra MC, Rodrigues Jr AL. Influence of storage regime prior to abrasion on surface topography of restorative materials. *J Biomed Mater Res* 2002b;65(2):227-32.

Tyas MJ. The class V lesion: aetiology and restoration. *Aust Dent J* 1995;40(3):167-70.

Yap AUJ, Wee KE. Effects of cyclic temperature changes on water sorption and solubility of composite restoratives. *Oper Dent* 2002;27(2):147-53.

Yap AUJ, Low JS, Ong LFKL. Effect of food-simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 2000; 25(3):170-6.

Yap AUJ, Wee KE, Teoh SH. Effects of cyclic temperature changes on hardness of composite restoratives. *Oper Dent* 2002;27(1):25-9.

Yap AUJ, Tan SHL, Wee SSC, Lee CW, Lim ELC, Zeng KY. Chemical degradation of composite restoratives. *J Oral Rehabil* 2001;28(11):1015-21.

Yip KHK, Smales RJ, Kaidonis JA. The diagnosis and control of extrinsic acid erosion of tooth substance. *Gen Dent* 2003;51(4):350-3.

Walls AWG, McCabe JF, Murray JJ. The effect of the variation in pH of the eroding solution upon the erosion resistance of glass polyalkenoate (ionomer) cements. *Br Dent J* 1988;164(4):141-4.

Wang L. Avaliação comparativa da resistência à abrasão de resinas compostas “condensáveis” submetidas à escovação simulada, através da alteração de massa e da rugosidade superficial [Dissertação de Mestrado]. Bauru: Faculdade de Odontologia da USP; 2001.

Zero DT. Etiology of dental erosion – intrinsic factors. *Eur J Oral Sci* 1996;104(2):162-77.

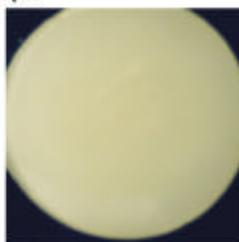
## APÊNDICES

## APÊNDICE A – Fotos dos corpos-de-prova após os momentos inicial, erosão e escovação

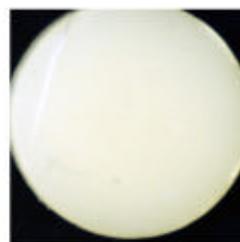
A-Z250 : imersão em uísque



inicial

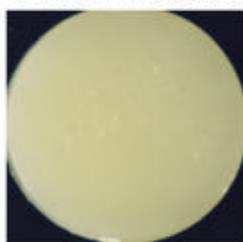


erosão

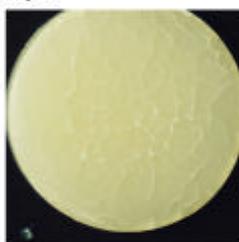


escovação

B-Durafill : imersão em uísque



inicial

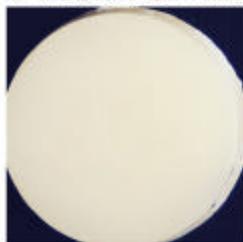


erosão



escovação

C- Natural Flow : imersão em Coca-cola



inicial



erosão



escovação

D-Vitremer : imersão em suco de laranja



inicial



erosão

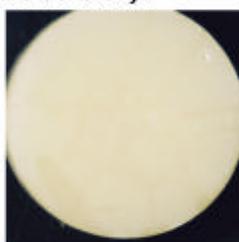


escovação

E-Dyract : imersão em suco de laranja



inicial



erosão



escovação

APÊNDICE B - Médias dos valores de peso (PI = peso inicial, Per = peso após erosão, Pés = peso após escovação) e de rugosidade superficial (RI = rugosidade inicial, Rer = rugosidade após erosão, Rer = rugosidade após escovação) registrados de cada corpo-de-prova da resina composta Z250 e as diferenças e porcentagens obtidas (1 = erosão-inicial, 2 = escovação-erosão, 3 = escovação-inicial)

Bebida	PI	Per	Pes	1 %	2 %	3 %	RI	Rer	Res	1 D	2 D	3 D
Coca-Cola	634	635	635	0,16	0,00	0,16	0,37	0,38	0,43	0,02	0,05	0,07
	615	617	617	0,33	0,00	0,33	0,25	0,57	0,71	0,32	0,13	0,46
	592	593	593	0,17	0,00	0,17	0,17	0,37	1,22	0,20	0,85	1,05
	611	613	612	0,33	-0,16	0,16	0,27	0,19	1,28	-0,08	1,10	1,02
	621	622	622	0,16	0,00	0,16	0,36	0,44	0,68	0,08	0,23	0,32
Suco de Laranja	628	630	630	0,32	0,00	0,32	0,17	0,34	0,93	0,17	0,59	0,76
	628	630	630	0,32	0,00	0,32	0,29	0,31	0,74	0,02	0,42	0,44
	609	611	611	0,33	0,00	0,33	0,15	0,29	0,96	0,14	0,66	0,80
	597	599	599	0,34	0,00	0,34	0,22	0,20	1,63	-0,02	1,43	1,41
Uísque	605	607	607	0,33	0,00	0,33	0,23	0,40	2,02	0,17	1,63	1,79
	602	603	602	0,17	-0,17	0,00	0,17	0,20	1,50	0,03	1,30	1,33
	657	658	658	0,15	0,00	0,15	0,21	0,28	0,72	0,07	0,44	0,51
	611	613	613	0,33	0,00	0,33	0,25	0,17	0,27	-0,08	0,09	0,01
	649	651	651	0,31	0,00	0,31	0,20	0,23	1,02	0,04	0,79	0,82
Água Destilada	567	569	568	0,35	-0,18	0,18	0,19	0,28	1,35	0,08	1,07	1,15
	618	620	620	0,32	0,00	0,32	0,28	0,22	1,41	-0,06	1,19	1,13
	625	627	627	0,32	0,00	0,32	0,24	0,18	0,52	-0,06	0,33	0,28
	621	622	622	0,16	0,00	0,16	0,18	0,28	1,15	0,10	0,87	0,97
	582	584	585	0,34	0,17	0,52	0,21	0,25	0,52	0,04	0,27	0,32
648	650	650	0,31	0,00	0,31	0,16	0,17	0,62	0,00	0,46	0,46	

APÊNDICE C - Médias dos valores de peso (PI = peso inicial, Per = peso após erosão, Pés = peso após escovação) e de rugosidade superficial (RI = rugosidade inicial, Rer = rugosidade após erosão, Rer = rugosidade após escovação) registrados de cada corpo-de-prova da resina composta Durafill e as diferenças e porcentagens obtidas (1 = erosão-inicial, 2 = escovação-erosão, 3 = escovação-inicial)

Bebida	PI	Per	Pes	1 %	2 %	3 %	RI	Rer	Res	1 D	2 D	3 D
Coca-Cola	463	465	463	0,43	-0,43	0,00	0,31	0,45	1,16	0,13	0,71	0,84
	455	456	454	0,22	-0,44	-0,22	0,33	0,51	0,62	0,18	0,12	0,30
	438	439	438	0,23	-0,23	0,00	0,30	0,65	1,08	0,35	0,43	0,78
	448	449	445	0,22	-0,89	-0,67	0,17	0,35	1,23	0,18	0,88	1,06
	484	485	484	0,21	-0,21	0,00	0,42	0,32	1,01	-0,10	0,69	0,59
Suco de Laranja	498	500	499	0,40	-0,20	0,20	0,15	0,49	1,07	0,34	0,58	0,92
	442	443	442	0,23	-0,23	0,00	0,26	0,52	1,00	0,27	0,46	0,74
	450	452	451	0,44	-0,22	0,22	0,34	0,38	1,26	0,04	0,88	0,91
	432	433	432	0,23	-0,23	0,00	0,16	0,50	0,66	0,34	0,15	0,49
Uísque	468	471	470	0,64	-0,21	0,43	0,26	0,44	0,53	0,16	0,09	0,27
	466	467	466	0,21	-0,21	0,00	0,34	0,68	1,25	0,34	0,57	0,91
	463	464	462	0,22	-0,43	-0,22	0,28	0,45	1,37	0,16	0,93	1,09
	451	452	449	0,22	-0,66	-0,44	0,25	0,56	2,08	0,31	1,52	1,83
	444	445	444	0,23	-0,22	0,00	0,32	0,56	1,27	0,23	0,72	0,95
Água Destilada	455	456	455	0,22	-0,22	0,00	0,26	0,63	1,33	0,38	0,69	1,07
	461	462	460	0,22	-0,43	-0,22	0,25	0,44	1,10	0,19	0,66	0,85
	489	490	489	0,20	-0,20	0,00	0,24	0,36	0,83	0,11	0,47	0,59
	435	436	435	0,23	-0,23	0,00	0,27	0,32	1,16	0,06	0,84	0,89
	443	444	442	0,23	-0,45	-0,23	0,18	0,54	0,98	0,35	0,44	0,79
465	466	464	0,22	-0,43	-0,22	0,27	0,49	0,98	0,22	0,49	0,71	

APÊNDICE D - Médias dos valores de peso (P I= peso inicial, Per = peso após erosão, Pés = peso após escovação) e de rugosidade superficial (RI = rugosidade inicial, Rer = rugosidade após erosão, Res = rugosidade após escovação) registrados de cada corpo-de-prova da resina composta Natural Flow e as diferenças e porcentagens obtidas (1 = erosão-inicial, 2 = escovação-erosão, 3 = escovação-inicial)

Bebida	PI	Per	Pes	1 %	2 %	3 %	RI	Rer	Res	1 D	2 D	3 D
Coca-Cola	519	520	518	0,19	-0,38	-0,19	0,64	0,29	0,49	-0,34	0,19	-0,15
	450	451	449	0,22	-0,44	-0,22	0,40	0,26	0,38	-0,13	0,12	-0,01
	432	433	431	0,23	-0,45	-0,23	0,33	0,24	0,44	-0,09	0,21	0,11
	443	444	443	0,23	-0,23	0,00	0,43	0,33	0,31	-0,1	-0,02	-0,12
	459	459	458	0,00	-0,22	-0,22	0,28	0,24	0,41	-0,05	0,18	0,13
Suco de Laranja	474	476	474	0,42	-0,42	0,00	0,27	0,21	0,37	-0,06	0,16	0,10
	519	521	519	0,39	-0,36	0,00	0,43	0,21	0,43	-0,22	0,22	0,00
	416	417	414	0,24	-0,72	-0,48	0,45	0,30	0,46	-0,15	0,16	0,01
	391	392	391	0,26	-0,26	0,00	0,31	0,39	0,46	0,08	0,06	0,15
	440	441	439	0,23	-0,45	-0,23	0,31	0,27	0,44	-0,04	0,17	0,13
Uísque	399	400	398	0,25	-0,50	-0,25	0,24	0,27	0,56	0,04	0,29	0,32
	433	435	431	0,46	-0,92	-0,46	0,32	0,21	0,44	-0,11	0,24	0,12
	413	415	412	0,48	-0,72	-0,24	0,43	0,46	0,40	0,03	-0,05	-0,03
	463	465	462	0,43	-0,65	-0,22	0,32	0,28	0,57	-0,05	0,29	0,25
	486	488	486	0,41	-0,41	0,00	0,25	0,41	0,66	0,16	0,25	0,41
Água Destilada	476	477	476	0,21	-0,21	0,00	0,27	0,19	0,42	-0,08	0,22	0,15
	444	445	443	0,23	-0,45	-0,23	0,47	0,34	0,49	-0,14	0,15	0,02
	486	487	487	0,21	0,00	0,21	0,56	0,30	0,42	-0,27	0,13	-0,14
	476	477	476	0,21	-0,21	0,00	0,35	0,33	0,62	-0,02	0,29	0,27
	429	430	429	0,23	-0,23	0,00	0,46	0,30	0,42	-0,16	0,12	-0,03

APÊNDICE E - Médias dos valores de peso (PI = peso inicial, Per = peso após erosão, Pés = peso após escovação) e de rugosidade superficial (RI = rugosidade inicial, Rer = rugosidade após erosão, Res = rugosidade após escovação) registrados de cada corpo-de-prova do compômero Dyract e as diferenças e porcentagens obtidas (1 = erosão-inicial, 2 = escovação-erosão, 3 = escovação-inicial)

Bebida	PI	Per	Pes	1 %	2 %	3 %	RI	Rer	Res	1 D	2 D	3 D
Coca-Cola	656	652	646	-0,61	-0,92	-1,52	0,12	0,08	0,68	-0,04	0,59	0,56
	604	598	594	-0,99	-0,67	-1,66	0,25	0,38	0,90	0,13	0,52	0,65
	601	597	593	-0,67	-0,67	-1,33	0,33	0,25	0,50	-0,08	0,24	0,17
	614	606	600	-1,30	-0,99	-2,28	0,25	0,40	0,99	0,15	0,59	0,74
	609	604	598	-0,82	-0,99	-1,81	0,25	0,57	1,00	0,32	0,43	0,75
Suco de Laranja	613	606	601	-1,14	-0,83	-1,96	0,23	0,46	1,10	0,23	0,64	0,87
	632	626	620	-0,95	-0,96	-1,90	0,24	0,24	1,18	0,00	0,94	0,94
	608	593	583	-2,47	-1,69	-4,11	0,22	0,40	0,96	0,18	0,56	0,74
	591	581	575	-1,69	-1,03	-2,71	0,20	0,29	1,79	0,09	1,50	1,59
	578	570	566	-1,38	-0,70	-2,08	0,23	0,32	1,16	0,10	0,84	0,93
Uísque	547	547	541	0,00	-1,10	-1,10	0,40	0,72	0,79	0,32	0,07	0,39
	588	588	582	0,00	-1,02	-1,02	0,16	0,17	0,74	0,01	0,56	0,58
	616	616	610	0,00	-0,97	-0,97	0,23	0,18	0,66	-0,05	0,48	0,43
	629	628	622	-0,16	-0,96	-1,11	0,20	0,42	0,96	0,22	0,54	0,76
	624	624	617	0,00	-1,12	-1,12	0,13	0,36	1,16	0,23	0,80	1,03
Água Destilada	586	586	582	0,00	-0,68	-0,68	0,27	0,25	0,62	-0,02	0,37	0,35
	571	572	569	0,18	-0,52	-0,35	0,15	0,17	0,39	0,01	0,23	0,24
	604	605	600	0,17	-0,83	-0,66	0,19	0,21	0,45	0,02	0,23	0,25
	589	589	585	0,00	-0,68	-0,68	0,25	0,19	0,64	-0,06	0,45	0,40
	598	599	593	0,17	-1,00	-0,84	0,28	0,26	1,29	-0,02	1,03	1,01

APÊNDICE F - Médias dos valores de peso (PI = peso inicial, Per = peso após erosão, Pés = peso após escovação) e de rugosidade superficial (RI = rugosidade inicial, Rer = rugosidade após erosão, Res = rugosidade após escovação) registrados de cada corpo-de-prova do cimento de ionômero de vidro resino-modificado Vitremer e as diferenças e porcentagens obtidas (1 = erosão-inicial, 2 = escovação-erosão, 3 = escovação-inicial)

<b>Bebida</b>	<b>PI</b>	<b>Per</b>	<b>Pes</b>	<b>1 %</b>	<b>2 %</b>	<b>3 %</b>	<b>RI</b>	<b>Rer</b>	<b>Res</b>	<b>1 D</b>	<b>2 D</b>	<b>3 D</b>
Coca-Cola	596	591	583	-0,84	-1,35	-2,18	0,37	0,51	1,41	0,13	0,90	1,04
	558	552	544	-1,08	-1,45	-2,51	0,42	0,67	2,89	0,25	2,22	2,47
	543	538	530	-0,92	-1,49	-2,39	0,75	0,95	2,40	0,20	1,45	1,65
	566	561	554	-0,88	-1,25	-2,12	0,36	1,03	1,52	0,67	0,49	1,16
	553	544	537	-1,63	-1,29	-2,89	0,42	0,56	2,03	0,13	1,47	1,61
Suco de Laranja	601	586	575	-2,50	-1,88	-4,33	0,33	0,58	2,63	0,25	2,05	2,30
	544	527	515	-3,13	-2,28	-5,33	0,45	0,87	3,25	0,42	2,38	2,80
	612	594	582	-2,94	-2,02	-4,90	0,38	0,83	2,78	0,45	1,95	2,39
	588	569	555	-3,23	-2,46	-5,61	0,55	0,71	3,96	0,16	3,25	3,41
Uísque	582	564	553	-3,09	-1,95	-4,96	0,51	1,02	4,40	0,51	3,36	3,89
	606	602	604	-0,66	0,33	-0,33	0,48	0,61	1,46	0,13	0,85	0,97
	614	609	612	-0,81	0,49	-0,33	0,38	0,48	1,82	0,09	1,34	1,43
	579	575	576	-0,69	0,17	-0,52	0,52	0,51	2,30	-0,01	1,79	1,78
	563	558	559	-0,89	0,18	-0,71	0,46	0,77	1,65	0,31	0,88	1,18
Água Destilada	547	545	545	-0,37	0,00	-0,37	0,60	0,64	1,51	0,04	0,87	0,91
	566	568	564	0,35	-0,70	-0,35	0,56	0,58	1,32	0,02	0,73	0,76
	548	551	548	0,55	-0,54	0,00	0,41	0,48	1,54	0,06	1,07	1,13
	637	640	637	0,47	-0,47	0,00	0,56	0,70	1,45	0,14	0,75	0,90
	526	529	525	0,57	-0,76	-0,19	0,45	0,56	1,74	0,10	1,18	1,28
	576	578	576	0,35	-0,35	0,00	0,43	0,40	1,27	-0,03	0,87	0,84