

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA

ESTUDO COMPARATIVO "IN VITRO" DA RESISTÊNCIA À  
ABRASÃO DE RESINAS COMPOSTAS

DISSERTAÇÃO DE Mestrado APRESENTADA AO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ODONTOLOGIA, OPÇÃO ODONTOPEDIATRIA, DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM CIÊNCIAS.

JOÃO ROBERTO SANFORD LINS

FLORIANÓPOLIS-SANTA CATARINA

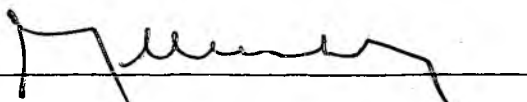
BRASIL

-JULHO DE 1982-


ESTUDO COMPARATIVO "IN VITRO" DA RESISTÊNCIA À  
ABRASÃO DE RESINAS COMPOSTAS

JOÃO ROBERTO SANFORD LINS

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de MESTRE EM CIÊNCIAS - Especialidade Odontopediatria e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação.

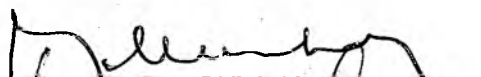


Prof.Dr. ALMIR CLEMENTE CUNHA  
- Orientador -

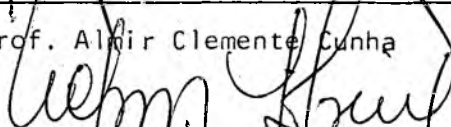


Prof.Dr. ILSON JOSÉ SOARES  
-Coordenador do Curso-

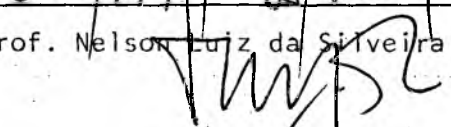
Apresentada perante a Banca Examinadora composta dos Professores:



Prof. Almir Clemente Cunha



Prof. Nelson Luiz da Silveira



Prof. Sylvio Monteiro Júnior

## AGRADECIMENTOS

Muitas pessoas e firmas se tornaram merecedoras do meu reconhecimento, pelo quanto colaboraram para a realização deste trabalho.

Manifesto meus sinceros agradecimentos:

- Ao Professor Almir Clemente Cunha, pela correta orientação e, acima de tudo, pela amizade, compreensão e boa vontade.
- A Márcia, pelo amor.
- Aos meus amigos, Professores da Disciplina de Dentística III e Endodontia III, pelo apoio e compreensão.
- Ao grupo de apoio estatístico do Departamento de Ciências Estatísticas e da Computação da UFSC, na pessoa do Prof. Masanao Ohira.
- Ao amigo Professor Elmo Bittencourt, pelo muito.
- A Sra. Mariza Ligocki Pinto, pela correção do vernáculo.
- A Sra. Mágda Camargo Lange Ramos, pela capacidade e boa vontade.
- Ao Professor Lauro Caldeira de Andrada, pelo incentivo.
- A Universidade Federal de Santa Catarina, pela oportunidade.
- Às firmas Dental Santa Apolônia Ltda, Johnson & Johnson e Sybron Kerr...
- E a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho; a todos a minha gratidão.

R E S U M O

O presente trabalho visa a comparar a resistência à abrasão de seis resinas compostas, tendo duas, como material de carga, macropartículas (Adaptic e Concise), duas, micropartículas (Isopast e Silar) e duas outras, partículas mistas (Simulate e Finesse).

Um programa computacional foi aplicado sobre os resultados obtidos, classificando-se por ordem decrescente a resistência à abrasão das resinas testadas, bem como a proporção de abrasão entre as diversas marcas comerciais estudadas.

Em vista dos resultados obtidos é lícito concluir que:

1. As resinas compostas estudadas podem ser classificadas em cinco grupos, de acordo com a ordem crescente de abrasão: 1º grupo, Adaptic e Concise; 2º grupo, Isopast; 3º grupo, Simulate; 4º grupo, Finesse e 5º grupo, Silar.

2. As resinas compostas Adaptic e Concise, tiveram índice semelhante de abrasão, não se diferenciando, estatisticamente, entre si.

3. As resinas compostas com partículas de carga de tamanho maiores, apresentaram maior resistência à abrasão que as resinas compostas dotadas de partículas de carga de tamanhos menores.

4. Quando comparadas ao 1º grupo (Adaptic e Concise), em 99% dos casos, a resina composta Isopast se abraseou 2,7% a mais. A resina Simulate 9,1%, a Finesse 16,3% e a Silar 16,3%, todas a mais.

5. Do exame da literatura encontrada, e em vista

dos resultados obtidos compreendeu-se que há necessidade de continuar o presente trabalho; de aprofundar o estudo dos fatores que ocasionam abrasão ou desgaste; de comparar resinas e amálgamas, bem como de estudar mais aprofundadamente o comportamento desses materiais do ponto de vista clínico e laboratorial.

A B S T R A C T

The aim of this work is to compare abrasion strengths of six composite resins, two of them filled with macroparticles (Adaptic and Concise), two of them filled with microparticles (Isopast and Silar), and two of them with mixed size particles (Simulate and Finesse).

A computational program was applied to the obtained results, in order to classify in decreasing order the abrasion strength and the relative amount of the several commercial brands of resins under study.

According to the results it is valid to conclude that:

1. The composite resins under study may be classified in five groups, regarding the increasing order of abrasion: 1st. group, Adaptic and Concise; 2nd. group, Isopast; 3rd. group, Simulate; 4th. group, Finesse; and 5th. group, Silar.

2. Composite resins Adaptic and Concise have shown the same abrasion index, not being differentiable in statistical terms.

3. Composite resins with coarser filler have shown greater abrasion strength than the ones with finer filler.

4. Isopast resin has been abraded 2,7% more in 99% of the cases, when compared to the resins of the 1st. group. For the resins Simulate, Finesse and Silar these percentages were 9,1%, 16,3% and 16,3%, respectively.

5. From the encountered literature, and given the obtained results, it is understood that there is need for this

work to be continued, that the study of the factors effecting abrasion and wear should be persued more thoroughty, that re-  
sins and amalgams should be compared and that the clinical and  
laboratorial behaviour of these materials should be studied  
in more depth.

Í N D I C E

	<u>Pág.</u>
LISTA DE TABELAS E FIGURAS .....	X
CAPÍTULO I	
INTRODUÇÃO .....	2
CAPÍTULO II	
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
CAPÍTULO III	
PROPOSIÇÃO .....	22
CAPÍTULO IV	
MATERIAIS, EQUIPAMENTOS E MÉTODOS .....	24
4.1 - Materiais	
4.1.1 - Resina Composta .....	24
4.1.2 - Lixas d'água de carbeto de silício ...	24
4.1.3 - Vidros com tampas .....	30
4.1.4 - Caixa de isopor .....	30
4.1.5 - Pinça clínica .....	32
4.1.6 - Tubetes de plástico .....	32
4.2 - Equipamentos	
4.2.1 - Aparelho de teste de abrasão .....	24
4.2.2 - Transformador de voltagem .....	28
4.2.3 - Estufa .....	30
4.2.4 - Balança analítica .....	30
4.2.5 - Fixador de lixas .....	30
4.2.6 - Dispositivo para padronizar os corpos de prova .....	32
4.3 - Métodos	
4.3.1 - Confeção dos corpos de prova .....	34



4.3.2 - Secagem em estufa.....	35	
4.3.3 - Pesagem inicial dos corpos de prova.....	35	
4.3.4 - Desgaste dos corpos de prova.....	36	
CAPÍTULO V		
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39	
CAPÍTULO VI		
CONCLUSÕES.....	48	
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	51	
ANEXO 1 - Lista das marcas comerciais com seus pesos iniciais e finais, diferenças de pesos e proporção de desgaste.....		59
ANEXO 2 - Listagem do computador contendo resultados do Programa de Análise de Variância do SPSS (Statistical Package for Social Science).....		61
ANEXO 3 - Procedimento para cálculo na determinação do percentual de desgaste do material Isopast em relação ao material Adaptic.....		65

LISTA DE TABELAS

Pág.

TABELA 4.1 - Relação dos materiais comparados .....	24
TABELA 4.2 - Catálogo e números das resinas .....	35
TABELA 4.3 - Ordem sequencial de desgaste das resinas compostas .....	37
TABELA 5.1 - Perda de peso, em gramas, de seis resinas compostas, verificadas após os testes de abrasão .....	39
TABELA 5.2 - Análise de variância para os dados referentes à tabela 5.1 .....	40
TABELA 5.3 - Lista dos materiais por ordem crescente de abrasão .....	41
TABELA 5.4 - Desgaste relativo dos materiais .....	44

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 4.1 - Aparelho para os ensaios de abrasão .....	25
FIGURA 4.2 - Detalhes da máquina de abrasão .....	25
FIGURA 4.3 - Detalhes da máquina de abrasão .....	27
FIGURA 4.4 - Dispositivo para fixar as tiras de lixa .....	27
FIGURA 4.5 - Contador mecânico dos movimentos de vaivém ..	29
FIGURA 4.6 - Estufa .....	29
FIGURA 4.7 - Balança analítica .....	31
FIGURA 4.8 - Dispositivo idealizado para confecção dos corpos de prova .....	31
FIGURA 4.9 - Corpos de prova, antes e após a abrasão .....	33

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

## CAPÍTULO I

### I N T R O D U Ç Ã O

As experiências realizadas por BOWEN<sup>2</sup>, trouxeram à Odontologia uma nova opção de material para restaurações. Trata-se de um polímero reforçado com partículas de sílica revestidas superficialmente com um silano, que recebeu a denominação de resinas compostas ou compósitos.

Com o aparecimento das resinas compostas, que procuravam eliminar as desvantagens e imperfeições dos materiais existentes, as restaurações de silicato e resinas não reforçadas foram relegadas a um segundo plano, devido aos inconvenientes e deficiências apresentados por estes materiais, no que se refere à durabilidade e propriedades físicas.

O raciocínio lógico que orientou os pesquisadores foi o de que: "Se forem unidos dois materiais, com baixa dureza e alta dilatabilidade térmica (como o BIS-GMA) e outro de alta dureza e baixa dilatabilidade térmica (como a sílica), poderá resultar um terceiro material ou produto em que a dureza e a dilatabilidade térmica sejam médias, ou seja, intermediárias as dos materiais que o originaram. Evidentemente a união de dois materiais com propriedades diametralmente opostas deve ser feita em proporção tal que se obtenha, no produto resultante, o máximo das propriedades que se quer elevar e o mínimo das que se deseja baixar" VIEIRA<sup>50</sup>.

Entretanto, verificou-se que as resinas compostas também apresentavam deficiências. Uma delas é a rugosidade superficial que permanece, mesmo utilizando técnicas adequadas

de acabamento, e quando as utilizamos em áreas sujeitas a grandes esforços mastigatórios, como, por exemplo, as superfícies oclusais e incisais dos elementos dentais.

Esta rugosidade superficial pode ser causada pelo tamanho das partículas de reforço das resinas compostas e/ou pela falta de uma efetiva união entre as partículas e a matriz orgânica, bem como pela perda de material superficial das restaurações.

As resinas compostas convencionais são constituídas de aproximadamente 70% de substâncias minerais com tamanhos médios de aproximadamente 40 micrômetros.

Os fabricantes, lançaram, então, resinas para restaurações em que são usadas partículas de sílica pirolítica de tamanhos extremamente pequenos (0,01 a 0,05 micrômetros) e parece que tais resinas são passíveis de um acabamento e polimento adequados, bem como mantêm superfícies lisas com o uso, entretanto, parece que a resistência à abrasão é menor.

Muitos esforços têm sido feitos para melhorar a capacidade adesiva entre os componentes orgânicos e inorgânicos das resinas compostas, com a finalidade de melhorar suas propriedades físicas, notadamente no que se refere à resistência à abrasão.

A perda de material superficial das restaurações com resinas compostas tem sido um problema. Muitos pacientes necessitam de restaurações estéticas em áreas de relativos esforços mastigatórios, e a atrição resulta na perda superficial de partículas de reforço, com a subsequente perda da união polimérica, e que leva à exposição de outras partículas.

Essa sucessão pode ser a responsável pela lenta mas significativa perda de material na área submetida a esforços mastigatórios maiores.

Os compósitos atualmente utilizados estão sendo continuamente melhorados, porém uma grande deficiência continua sendo a união polimérica entre as partículas inorgânicas e a matriz orgânica desses materiais.

Uma maior quantidade também de partículas inorgânicas e de dureza maior, bem como uma matriz orgânica mais resistente, poderia, sem dúvida, conferir a esses compósitos melhores propriedades físicas, notadamente no que se refere à resistência à abrasão.

Considerando a evolução das atuais resinas compostas e a existência no mercado de uma gama enorme de marcas comerciais e havendo o lançamento contínuo de novas marcas comerciais, com cargas de partículas mais finas, ou mesmo com cargas de partículas mistas, entendemos que um estudo comparativo, realizado em laboratório, com a finalidade de mensurar e comparar a resistência a abrasão de algumas resinas compostas, poderá alcançar parâmetros extremamente úteis ao uso clínico.

CAPÍTULO I I

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

CAPÍTULO IIREVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BOWEN<sup>4</sup>, em 1964, afirmou que a utilização nas resinas compostas de partículas esféricas, com distribuição de tamanhos descontínuos, pode ser mais atrativa se a porosidade superficial for utilizada para aumentar a área superficial interfacial, gerando, assim, compósitos mais resistentes à abrasão.

McCUNE<sup>33</sup>, em 1969, relatou, após três anos de estudos envolvendo uma resina composta (ADDENT) utilizada em restaurações classe I, que as restaurações com esta resina foram consideradas inferiores, em relação à resistência ao desgaste, às restaurações de controle, feitas com amálgama (VELVALLOY).

LEE et alii<sup>29</sup>, em 1969, afirmaram que o polimento dos compósitos depende da quantidade de material de carga e do tamanho e forma de suas partículas de reforço.

WIBBLESMAN<sup>54</sup>, em 1969, LEE & SWARTZ<sup>28</sup>, em 1970 e STANFORD<sup>49</sup>, em 1971, notaram em seus trabalhos que o acabamento superficial das resinas compostas é um aspecto controverso e ainda não suficientemente estudado.

EAMES et alii<sup>11</sup>, em 1971, constataram que a superfície lisa que se obtém quando os compósitos são polimerizados contra uma matriz, e exposta à abrasão, como no caso da escovação, desaparecerá rapidamente.

CHANDLER et alii<sup>6</sup>, em 1971, afirmaram que os compósitos, polimerizados contra uma matriz, possuem uma superfície rica em resina, sendo a superfície mais lisa que se pode



conseguir. Afirmaram, ainda, que se melhoras na união entre a matriz orgânica e as partículas de carga fossem realizadas, o acabamento das superfícies da restauração com discos adequados, contendo partículas bem abrasivas e bem finas, poderia tornar-se bastante praticável.

JOHNSON et alii<sup>23</sup>, em 1971, estudaram a superfície das resinas compostas, acabadas com vários instrumentos e relataram que a própria natureza ou, mais especificamente, a forma das partículas de carga e a resistência da união silânica, influem bastante no resultado final. Assim, nos compósitos que tinham bastões de vidro como material de carga, havia, durante o processo de acabamento, uma grande destruição superficial com o descobrimento daqueles bastões situados logo abaixo da superfície; mas quando a carga era em forma de esferas, elas eram simplesmente arrancadas, deixando crateras na superfície da resina.

SCHROEDER<sup>47</sup>, em 1971, observando clinicamente o desgaste das resinas compostas, em restaurações classe II, notou que a perda da forma anatômica se limita à porção oclusal da restauração, não sendo observadas perdas no contorno proximal ou no contato.

PHILLIPS et alii<sup>39</sup>, em 1971, realizaram estudos clínicos e de laboratório, durante um ano, utilizando uma resina composta (ADAPTIC) e uma marca comercial de amálgama (VELVALLOY). Demonstraram que, em testes de laboratório, os dois materiais tiveram a mesma resistência à abrasão quando escovados com carbonato de cálcio, como abrasivo. Entretanto, a escovação com pó de pedra-pomes ocasionou maior desgaste do amálgama do que da resina composta. Clinicamente, no entanto, os dados fa-

vorecem as restaurações em amálgama. Todas as restaurações em amálgama, examinadas no decorrer de um ano não possuíam alterações anatômicas consideráveis, enquanto que 20% das restaurações em resina composta apresentavam alterações anatômicas significativas. Após o segundo ano de observações clínicas, comparando o comportamento de uma resina composta (ADAPTIC) e um amálgama (VELVALLOY) em restaurações de classe II, PHILLIPS et alii<sup>40</sup>, em 1972, observaram que algumas restaurações de ambos os materiais, apresentaram algum grau de degradação marginal. As restaurações de amálgama tinham pouquíssima ou nenhuma alteração de forma anatômica, enquanto uma alteração moderada se podia observar em aproximadamente metade das restaurações realizadas com resina composta. A alteração anatômica parece ser o resultado de desgaste oclusal. Nos testes de laboratório, para avaliar a resistência ao desgaste dos mesmos materiais, que consistiam em escovar mecanicamente os corpos de prova, verificaram que o amálgama foi muito mais susceptível à abrasão que a resina composta. Concluíram que os testes de laboratório não permitem prever e verificar, satisfatoriamente o desgaste potencial dos materiais clinicamente; que as resinas compostas podem ser usadas em restaurações classe II, unicamente onde a estética for de primordial importância.

LUGASSY & GREENER<sup>32</sup>, em 1972, utilizaram um aparelho de teste comercial chamado de "Abrasonador Taber", para estudar a resistência ao desgaste dos materiais restauradores. Nesta máquina os corpos de prova foram abrasonados com rodas fabricadas de materiais de carboneto de silicone vitrificados. Verificaram que o desgaste dos compósitos foi duas vezes maior que o das resinas sem carga.

JONES et alii<sup>24</sup>, em 1972, idealizaram um teste simples, para avaliar o desgaste e a resistência dos materiais odontológicos.

Eles colocaram pequenas esferas (0,4g) de material restaurador (ADAPTIC) numa cápsula plástica com 0,4g de abrasivo de carboneto de silicone e vibraram a cápsula por 3 minutos num aparelho "WIG-BUG". O desgaste foi determinado pela perda de peso e detectou desgastes significativos no material testado. Também mostrou que o desgaste de um cimento de silicato (SILICAP), foi quase o mesmo quando comparado com o desgaste do compósito.

WAKAI et alii<sup>53</sup>, em 1973, informaram que o tamanho das partículas de reforço dos compósitos tem influência na rugosidade superficial, uma vez que esta rugosidade é maior nos compósitos com cargas maiores.

GRIFFITH & CANNON<sup>17</sup>, em 1973, afirmaram que o tamanho médio das partículas de carga das resinas compostas, vai de 01 a 150 micrômetros.

OSBORNE et alii<sup>37</sup>, em 1973; PHILLIPS et alii<sup>41</sup> em 1973 & EAMES et alii<sup>12</sup>, em 1975, relataram que o desgaste é muito acentuado nas superfícies oclusais das restaurações de resinas compostas, quando estudadas clinicamente num período de um ano e que, certamente, uma perda da forma anatômica deve continuar ocorrendo com o tempo.

LEE et alii<sup>26</sup>, em 1974, verificaram que, utilizando um simulador de escovação e aplicando pasta dental comercial como abrasivo, a quantidade de desgaste do amálgama foi duas vezes maior, comparativamente, do que a das três marcas de resinas compostas testadas.

Quando os mesmos materiais foram colocados numa máquina na qual os materiais foram colocados numa cápsula e abrasados por pequenas esferas de aço, a quantidade de desgaste do amálgama foi muito menor que a dos compósitos.

POWERS et alii<sup>45</sup>, em 1974, submetem resinas compostas, resinas sem carga e amálgama à abrasão, utilizando como abrasivo carboneto de silicone de 600 partículas com água destilada e verificaram que a resina sem carga foi facilmente abrasada (2 a 3,5 vezes mais que os compósitos). A quantidade de abrasão do amálgama (SPHERALLOY) foi similar a das resinas compostas. Corpos de prova de resinas compostas sem agentes de união foram facilmente abrasados e resinas sem carga abrasados ainda mais facilmente.

PARULA<sup>38</sup>, em 1975, relatou que o tamanho médio das partículas de carga nas resinas compostas é de 02 a 75 micrômetros e que a rugosidade superficial dos compósitos é devida ao grande tamanho dessas partículas.

POWELL & DICKSON<sup>42</sup>, em 1975, utilizaram a máquina usada por POWELL et alii<sup>43</sup>, que foi modificada, sendo adicionado um pino que girava sobre um disco. Um recortador de esmalte de 2mm de diâmetro, descansa sobre o corpo de prova sob uma carga de 1kgf/mm<sup>2</sup>. A profundidade da trilha de desgaste foi medida com um transformador diferencial linear variável (LVTD). Os resultados mostraram que o compósito (ADAPTIC) foi abrasado 1,5 a 2 vezes mais, quando comparado com o amálgama (VELVALLOY).

LIENFELDER et alii<sup>30</sup>, em 1975, relataram que o desgaste dos compósitos não ocorria apenas nas faces oclusais. Eles também verificaram que o desgaste era geralmente uniforme, e poucas vezes localizado, e que o padrão do desgaste geralmente

resultava com a aparência de "uma restauração submergindo dentro de outra restauração".

LEE et alii<sup>27</sup>, em 1975, concluíram que a rugosidade superficial das resinas compostas está na dependência do tamanho e da dureza das partículas de carga, já que materiais com partículas de reforço de tamanhos relativamente grandes, mostraram uma rugosidade superficial maior. Estendem este conceito como válido também para a capacidade do compósito poder ser polido e são de parecer que as diferenças na composição dos materiais podem, ainda, ser um fator importante no acabamento das resinas compostas.

POWELL et alii<sup>43</sup>, em 1975, descreveram um método de teste e um aparelho desenhado para simular algumas das condições de desgaste que ocorrem na boca. A abrasão foi obtida através de corpos de prova cilíndricos de cortes de esmalte humano sobre lâminas planas do material e colocado em água a 37°C. Os testes se realizaram com uma carga de 1kgf/mm<sup>2</sup> com cortes de 1,5 a 4,5 cm/segundo. Os resultados mostraram que o desgaste foi 1,5 vezes maior na resina composta (ADAPTIC) que no amálgama (VELVALLOY). Foi também observado que o desgaste do esmalte comparado com o da resina (ADAPTIC) foi dez vezes maior que o desgaste do esmalte comparado com o do amálgama (VELVALLOY). Realizaram também testes relacionados com o escorregamento ou deslizamento de cilindros de esmalte sobre um disco de resina composta e cilindros de resina composta sobre discos de papel abrasivo refrigerado com água, também utilizados por POWER et alii<sup>45</sup>.

Esta experiência foi útil pois confirmou a importância do tratamento das partículas de vidro ou quartzo com

silano, pois a não utilização do tratamento com silano praticamente duplicou a quantidade de desgaste das resinas compostas.

HARRISON & DRAUGHN<sup>18</sup>, em 1976, utilizaram uma máquina desenhada para simular cargas, distância de corte e vezes de contato que se realizam no ciclo mastigatório humano, citada por HARRISON & LEWIS<sup>19</sup>, em 1975, para abrasonar compósitos e uma resina sem carga (SEVRITON), utilizando papel abrasivo de carbono de silicone de 600 partículas. Verificaram que a resina sem carga foi mais abrasonada que os compósitos. Também verificaram que a resistência ao desgaste não poderia ser correlacionada com as resistências à tensão e à dureza.

HEARTH & WILSON<sup>20,21</sup>, relataram, em 1976 e 1977, os resultados de testes de abrasividade com escovação mecânica de nove resinas compostas (ADAPTIC, ADAPTIC II, ADDENT 35, ADDENT XV, BLENDANT, CONCISE, DFR, ANTERIOR POSITE e TD 71), uma resina sem carga (SEVRITON), um amálgama (NEW TRUE DENTALLOY) e um cimento de silicato (SILICAP). O abrasivo consistia em uma cápsula contendo carbonato de cálcio. Os testes iniciais mostraram que a maioria dos compósitos se desgastaram de 1,5 a 3 vezes mais rápido que o amálgama e que as resinas sem carga se desgastaram mais rápido que os compósitos. Contudo, estendendo o período de escovação durante 12 semanas, ao invés de realizá-la numa só vez, a proporção do desgaste do amálgama aumentou até igualar-se àquela dos compósitos. Os autores concluíram que o resultado de um teste para verificar a quantidade de abrasão depende muito do tipo e do tempo do teste.

FICHMAN & GUIDI<sup>15</sup>, em 1977, estudando o efeito rugosimétrico de diversos instrumentos cortantes rotatórios na superfície de resinas compostas, concluíram que superfícies mais

lisas eram conseguidas pelas pontas de carboneto de silício e as mais rugosas com brocas de carbeto de tungstênio, ficando a ponta diamantada com valores intermediários.

GARMAN et alii<sup>16</sup>, em 1977, informaram que os compósitos com glaze após 23 meses parecem ser mais lisos que restaurações de compósitos similares mas sem glaze. O glaze desaparecerá da superfície do compósito, mas parece ficar retido nos defeitos superficiais (falhas superficiais) das restaurações, mantendo estas superfícies relativamente lisas, pelo menos até 23 meses após a sua colocação.

JAWORZYN et alii<sup>22</sup>, em 1978, utilizaram uma máquina de desgaste com cortadores hemisféricos de esmalte contra lâminas finas do material testado. Verificaram que a abrasão é muito mais rápida quando os compósitos são abrasonados e simultaneamente submetidos a um ciclo de água com temperatura variando entre 5 e 55°C, que quando são abrasonados à temperatura constante. Estes autores sugerem que o desgaste dos compōsitos ocorre por fadiga mecânica a partir da formação de finas rachaduras em concentrações localizadas; a partir de esforços criados pelo movimento dos dentes durante a mastigação, e a partir de tensões entre a matriz e a carga, iniciadas por grandes diferenças nos coeficientes de expansão térmica. As observa-ções clínicas indicam que o amálgama se desgasta menos que os compósitos, enquanto que as resinas sem carga e os silicatos se desgastam mais rapidamente.

CRAIG<sup>8</sup>, em 1979, informou que o objetivo de um teste de desgaste é o de comparar e ordenar uma série de resinas ou examinar o mecanismo pelo qual se produz o desgaste. Testes para comparar ou classificar as resinas consistem em tes-

tes de avaliação da abrasão com a finalidade de medir o volume ou a quantidade de compósito perdido sob um conjunto de condições de testagem.

VIEIRA<sup>50</sup>, em 1979, relatou que "a porcentagem de carga inorgânica numa resina composta é de cerca de 70-75% aproximadamente<sup>1</sup>.

Teoricamente, e dentro de certos limites, quanto maior a proporção de carga inorgânica e menor a de aglutinante (BIS-GMA), maiores serão as propriedades de resistência mecânica. Fatores vários influem no papel dessa carga orgânica introduzida na resina composta sob a forma de partículas; as esféricas permitem diminuir em cerca de 6 a 8% o volume da resina necessária para sua aglutinação, em comparação com partículas de um só tamanho<sup>4</sup>; a combinação de partículas pequenas (3 partes) e grandes (7 partes) permite diminuir em cerca de 6 a 8% o volume de resina que se exige para aglutiná-las, em comparação com partículas de um só tamanho<sup>4</sup>. Tamanho e forma das partículas são, pois, importantes porque deles depende a compactação que permite obter propriedades ótimas. O tamanho das partículas pode influir na lisura superficial da resina; as superfícies mais lisas são produzidas em materiais em que as partículas apresentam tamanho menor<sup>25</sup>. O fabricante de uma resina composta (ISOPAST) informa que usa carga orgânica, em proporção de cerca de 60% e que por sua vez contém sílica pirolítica. O autor diz que a sílica pirolítica constitui um progresso, no aperfeiçoamento das resinas compostas, principalmente no que diz respeito à facilidade de polimento e, possivelmente, quanto à resistência ao desgaste na boca. Mas a sílica pirolítica não é, ao que parece, o único tipo de carga capaz de possibilitar maior



resistência ao desgaste na boca". Informou ainda que essas partículas, que denomina de sílica pirolítica, possuem um tamanho que varia entre 0,01 a 0,05 micrômetros; que alguns produtos têm de 20 a 50% de carga inorgânica e cerca de 60% de partículas de carga orgânica, que seriam o polímero de uretano-di-metacrilato, polimerizado, triturado e incluído na fórmula do compósito.

BOWEN<sup>5</sup>, em 1979, constatou que a perda de material superficial das restaurações de resina composta na superfície oclusal é um problema. Muitos pacientes necessitam de restaurações estéticas de dentes anteriores e a atrição das resinas compostas resulta provavelmente na perda superficial de partículas de reforço com subsequente perda da união polimérica e que leva a exposição de outras partículas. Essa sucessão pode ser a responsável pela lenta mas significativa perda de material na área oclusal e incisal. Admitiu que se a ligação entre as duas fases (orgânica e inorgânica) fosse adequada, as partículas superficiais poderiam ser conservadas protegendo, consequentemente, o agente de união polimérica e, se assim for, a quantidade de material superficial perdido seria muito reduzida. Relatou, também, que os compósitos elaborados com partículas de vidro e bariun são radiopacos, um fator indispensável quando os compósitos são utilizados em restaurações classe II, mas, mesmo assim, estão sujeitos à perda da forma anatômica oclusal que nem os outros compósitos. Afirmou que há muito o que fazer no campo da pesquisa para melhorar as propriedades das resinas compostas; que os compósitos atualmente utilizados estão sendo continuamente melhorados. Esses pequenos avanços se devem a análises repetitivas dos componentes e de métodos de pesquisa nas áreas responsáveis pelas deficiências no sistema geral. Atualmente, a

deficiência maior é a união adesiva entre as partículas inorgânicas e a matriz orgânica dos compósitos. Uma revisão denuncia, também, o uso de materiais que possuem uma quantidade mínima de partículas de reforço, ou seja, há muito monômero e, ainda, a viscosidade do monômero é muito baixa. Diz que "quando esses pequenos problemas forem eliminados, voltaremos nossa atenção para outros, que serão o objetivo de novas pesquisas".

COTTON<sup>7</sup>, em 1979, informou que uma grande contribuição à odontologia restauradora foi dada por BOWEN<sup>2,3</sup>, quando lançou o BIS-GMA (um adicionado do bisfenol A e do glicidil metacrilato) que é o principal componente da resina nos materiais restauradores tipo compósitos. Várias partículas tratadas com silano têm sido incorporadas dentro da resina para formar a já conhecida "resina com partículas" e geralmente relacionadas como parte de um compósito. Os compósitos têm sido objeto de aceitação geral como substitutos das resinas sem partículas, ou seja, polimetil metacrilato, já que os compósitos oferecem melhor estabilidade de cor e propriedades mecânicas.

DICKSON<sup>10</sup>, em 1979, após analisar inúmeras pesquisas, concluiu que é necessário a associação de testes de laboratório e clínicos para minimizar os erros a que porventura possam nos induzir apenas os resultados "in vitro".

RUPP<sup>46</sup>, em 1979, disse que a rugosidade dos compósitos pode ser reduzida pelo acabamento com discos de fino granulado e pela utilização do glaze e que se estas restaurações forem realizadas com técnica e cuidado, resultarão em estética duradoura, se não forem colocadas em áreas submetidas a intensas cargas ou abrasão.

MAC LEAN<sup>34</sup>, em 1979, informou que as partículas

de reforço dos novos compósitos são constituídas por sílica coloidal, com 0,04 micrômetros de tamanho, em média, colocadas numa proporção entre 25 e 50% no material, o que permite uma superfície passível de receber um ótimo polimento, sem prejuízo de outras propriedades dos compósitos.

LIENFELDER et alii<sup>31</sup>, em 1980, relataram que o desgaste excessivo das resinas compostas contra-indica seu uso nas superfícies oclusais e proximais de dentes posteriores. Quatro resinas compostas, ADAPTIC, BLENDANT, CONCISE e DFR, foram avaliadas em relação à adaptação de cor, descoloração marginal, desgaste, cáries recorrentes e integridade marginal, após cinco anos de utilização em cavidades classe I, II, III e V de dentes anteriores e posteriores. O desempenho foi comparado com uma resina sem carga (SEVRITON) em dentes anteriores e amálgama (VELVALLOY) nos dentes posteriores. Em dentes anteriores, as resinas compostas ultrapassaram o desempenho da resina sem carga em todas as categorias testadas, exceto adaptação de cor. O desempenho entre as resinas compostas testadas, não foi estatisticamente significativo. Em dentes posteriores, contudo, o desgaste das resinas compostas foi bem maior, tão grande o suficiente para contra-indicar o seu uso, especialmente em cavidades de classe I e II. Os autores concluem afirmando, que as resinas compostas das fórmulas utilizadas neste estudo, deveriam ser aplicadas apenas em dentes anteriores e quando se considerar aplicações em dentes posteriores, o material não deveria ser utilizado em áreas de grandes concentrações de esforços.

O'BRIEN et alii<sup>36</sup>, em 1980, afirmaram que o exame das superfícies gastas de restaurações de resinas compostas,

revelam que o desgaste é resultante de fraturas e perda de partículas de carga, desgaste da matriz de resina, falhas na matriz através de rachaduras e exposição de bolhas de ar formadas anteriormente.

FAN et alii<sup>13</sup>, em 1980, pesquisaram as características de desgaste "in vitro" das resinas compostas envelhecidas e verificaram características diferentes quando comparadas com as mesmas resinas não envelhecidas. As mudanças nas larguras dos traços de desgaste, nas forças tangenciais, na classificação da falha superficial e na morfologia da falha superficial, foram atribuídas à degradação superficial nos compósitos envelhecidos.

VINHA<sup>51</sup>, em 1980, verificou que a ponta diamantada em velocidade convencional e em ultra-alta rotação, produzia, sobre a superfície das resinas, fraturas, saliências, reentrâncias, fendas e espaços vazios.

FICHMAN<sup>14</sup>, em 1981, estudando o efeito de pontas de acabamento sobre resinas compostas, verificou o desgaste ou abrasão de uma ponta diamantada fabricada pela K.G. Sorensen de nº 2135F para alta rotação e uma outra de óxido de alumínio<sup>48</sup> fabricada pela Shofu Dental Corporation-Dura White, também para alta rotação, sobre os compósitos ADAPTIC, SILAR e FINESSE, concluiu:

1. "Os fatores, marca, abrasivo e tempo foram altamente significativos, assim como as interações".

2. "A resina composta menos afetada pelo desgaste, tanto em alta rotação como em baixa, foi Silar".

3. O desgaste mais intenso, em baixa rotação, foi causado à resina Adaptic; em alta rotação, à resina Finesse".

4. "A ponta montada Sorensen foi a que apresentou maior capacidade de desgaste, embora isto produzisse uma rugosidade maior inicial".

5. "A superfície mais lisa encontrada no presente trabalho foi obtida com a ponta Shofu, na resina Silar; a mais rugosa, na resina Adaptic, com a ponta Sorensen".

NOVAS resinas compostas<sup>35</sup>, em 1982, os participantes informaram que: "Não há indícios evidentes que as resinas com micropartículas sofram na boca maior abrasão do que as resinas convencionais. Contudo, algumas de suas propriedades mecânicas, como o módulo de elasticidade e o limite de proporcionalidade são inferiores aos das resinas convencionais. Isto implica, por exemplo, em considerarmos as resinas compostas convencionais mais indicadas para restaurações de classe IV e/ou fraturas incisais extensas". Afirmaram também que os compósitos ADAPTIC e CONCISE, entre outros, são constituídos de macropartículas; já o SILAR, ISOPAST etc, se enquadram como constituídos de micropartículas e o FINESSE e outros, constituídos de carga mista.

VINHA & PANZERI<sup>52</sup>, em 1982, afirmaram que os materiais, ADAPTIC, CONCISE, ESTIC, FOTOFIL, HERODENTE, NUVA FILL, POWDERLITE, SIMULATE, SMILE E VYTOL "apresentam partículas geometricamente semelhantes, predominando as maiores. Seus tamanhos também acompanham basicamente a mesma situação, isto é, paralelamente às partículas maiores, irregulares, existe uma apreciável quantidade de partículas também irregulares, porém menores. Essa condição está diretamente relacionada com o fator de empacotamento dos compósitos, que é consideravelmente aumentado quando partículas de reforço, irregulares, de tamanhos diferentes, são criteriosamente adicionadas, alterando as carac-

terísticas mecânicas e físicas dos materiais BOWEN<sup>4</sup>, 1964. "Como um grupo distinto, tem-se o ISOPAST e o SILAR, dois compostos que estão sendo denominados como "materiais de nova geração". Suas partículas de carga apresentam características próprias, de correntes do método industrial de obtenção. "Segundo McLEAN<sup>34</sup> 1979, fibras com partículas com geometria bacilar de sílica coloidal, medindo aproximadamente 0,04 micrômetros, são previamente adicionadas à resina uretano-dí-metacrilato que, a seguir, é polimerizada. Em sequência, esse composto é micro-pulverizado e as partículas obtidas, denominadas de fillers orgânicos, passam a constituir o material de reforço dessas resinas, comercializadas como ISOPAST, principalmente. "As razões desse procedimento prendem-se ao fato de que a sílica coloidal, constituída por partículas excessivamente pequenas, poderiam ter absorvido gases na sua superfície ou apresentar cargas eletrostáticas. No primeiro caso, a presença de gases impediria uma aproximação entre as fibras e, no segundo, as maiores possibilidades seriam de formação de aglomerados de partículas que dificultariam, sobremaneira, a difusão do silano e, posteriormente, a união com a matriz. No caso específico do ISOPAST, além da colocação dos chamados fillers orgânicos, os fabricantes adicionam, ainda, sílica coloidal<sup>34</sup>, na forma bacilar, talvez objetivando melhores propriedades ópticas, ao passo que, no SILAR, sã existem os primeiros.

C A P Í T U L O   I I I

P R O P O S I Ç Ã O

CAPÍTULO IIIPROPOSIÇÃO

Após o exame da literatura existente, citada no capítulo anterior e conforme razões expostas no capítulo I, julgou-se interessante comparar entre si, quanto à resistência à abrasão, seis resinas compostas encontradas no comércio especializado, sendo duas destas (ADAPTIC e CONCISE) classificáveis como "resinas compostas convencionais", contendo como material de carga macropartículas, duas resinas (ISOPAST e SILAR), contendo, como material de carga, micropartículas e duas outras (FINESSE e SIMULATE), de carga mista.



C A P Í T U L O I V

MATERIAIS - EQUIPAMENTOS E MÉTODOS

CAPÍTULO IV

MATERIAIS - EQUIPAMENTOS E MÉTODOS

4.1 - MATERIAIS

4.1.1. - RESINA COMPOSTA

Para a confecção dos corpos de prova foram utilizadas seis marcas de resinas compostas, relacionadas na tabela 4.1.

TABELA 4.1

RELAÇÃO DOS MATERIAIS COMPARADOS

MARCA COMERCIAL	SISTEMA	FABRICANTE
ADAPTIC	Pasta-pasta	Johnson & Johnson
SIMULATE	Pasta-pasta	Sybron Kerr
CONCISE	Pasta-pasta	3 M
ISOPAST	Pasta-pasta	Vivadent
FINESSE	Pasta-pasta	The L.D. Caulk Company
SILAR	Pasta-pasta	3 M

4.1.2 - LIXAS D'ÁGUA DE CARBETO DE SILÍCIO

Lixas abrasivas d'água de carbeto de silício, marca NORTON nº 360, recortadas em tiras de 2,5X13cm para promover a abrasão dos corpos de prova.

4.2 - EQUIPAMENTOS

4.2.1 - APARELHO DE TESTE DE ABRASÃO (fig. 4.1)

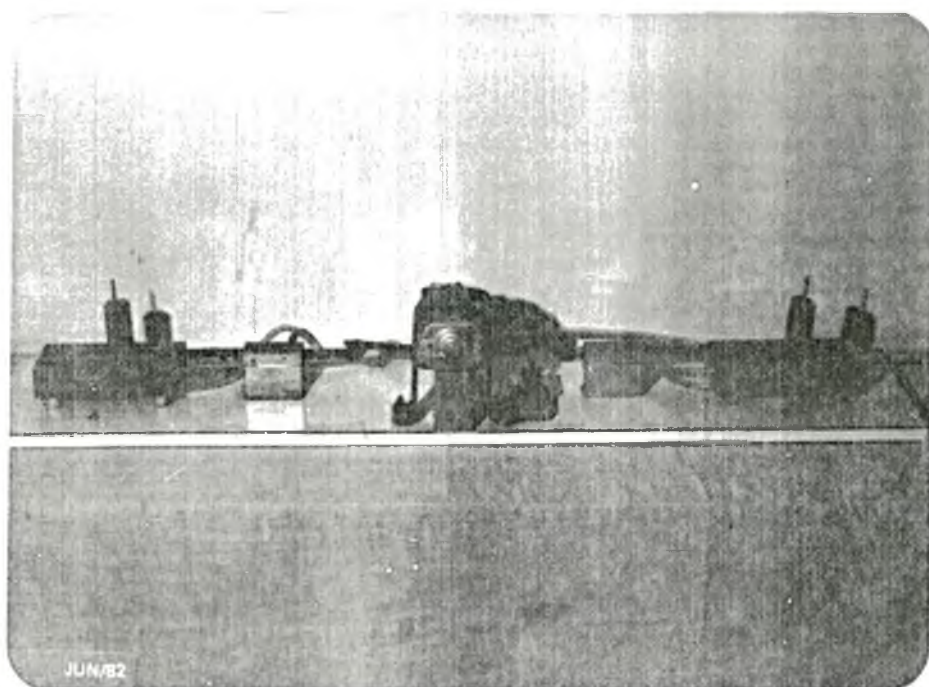


Fig. 4.1

Aparelho para os ensaios de abrasão.

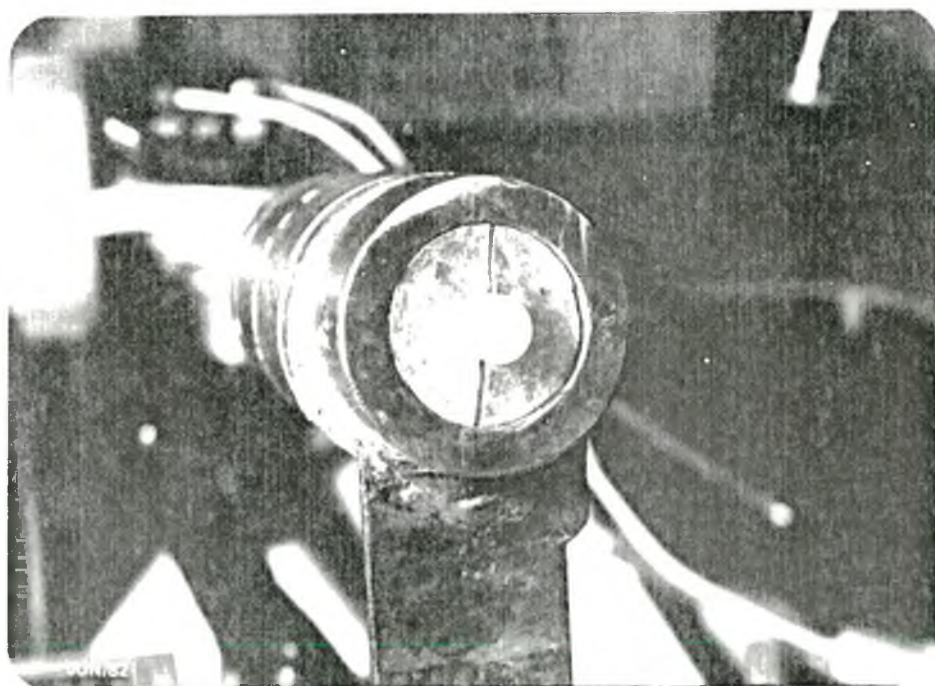


Fig. 4.2

Detalhes da máquina de abrasão.

Idealizado pela disciplina de Materiais Dentários da Universidade Federal de Santa Catarina, consistindo de um motor de limpador de pára-brisas de automóvel, com as seguintes modificações e adaptações.

Nesse motor foram articulados dois braços metálicos que denominamos de braço A e braço B.

Esses braços, ao ser acionado o aparelho, através de um motor de corrente contínua de 12 volts, executam um movimento de vaivém de 7,5 centímetros de percurso, perfazendo 172 deslizamentos por minuto sobre um lixa abrasiva, irrigada continuamente com água, com a finalidade de promover o desgaste por abrasão dos corpos de prova.

Na extremidade de cada braço foi anexada, por solda elétrica, uma luva metálica cilíndrica, com a finalidade de fixar, por meio de um parafuso, uma outra luva acrílica que apreende e estabiliza o corpo de prova sujeito ao desgaste. (fig. 4.2).

Durante os testes de desgaste, cada corpo de prova fixado por meio da luva acrílica, foi submetido a  $0,217\text{N/mm}^2$ . Para determinar esta força os braços A e B foram removidos e pesados separadamente, adicionados pesos de chumbo, até completar a carga estipulada.

Estes pesos de chumbo foram fixados à luva acrílica através de um pino de latão que transfixava os pesos e foram aprisionados por pressão à luva acrílica.

Na extremidade de cada braço, foram colocadas caixas acrílicas, confeccionadas com placas de resina acrílica, coladas com clorofórmio e reforçadas com R.A.A.Q., medindo, cada uma delas, 15,0 x 5,0 x 3,0 cm. (fig. 4.3).

Fig. 4.3

Detalhes da máquina de abrasão.

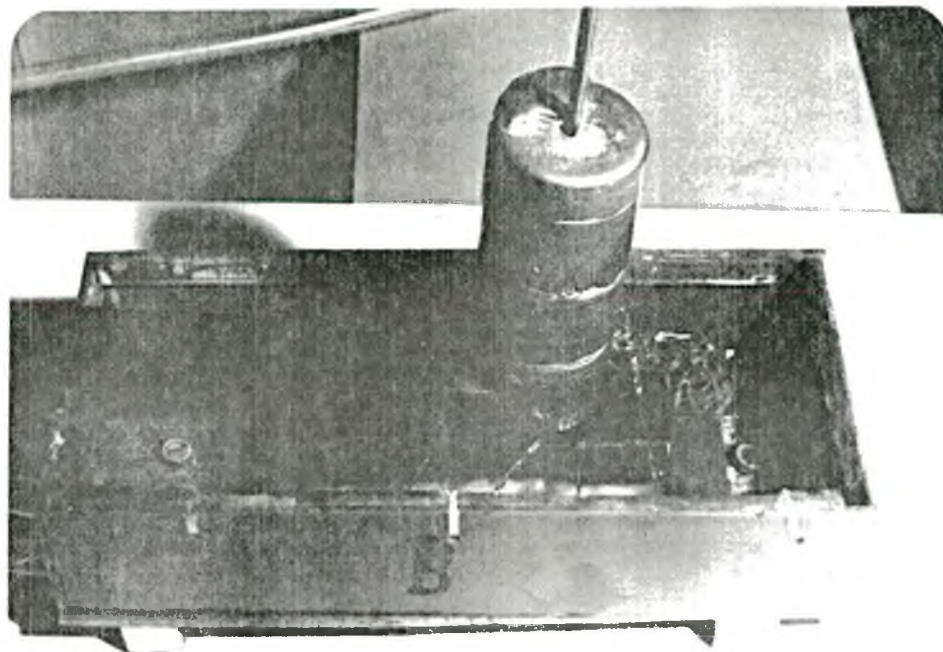
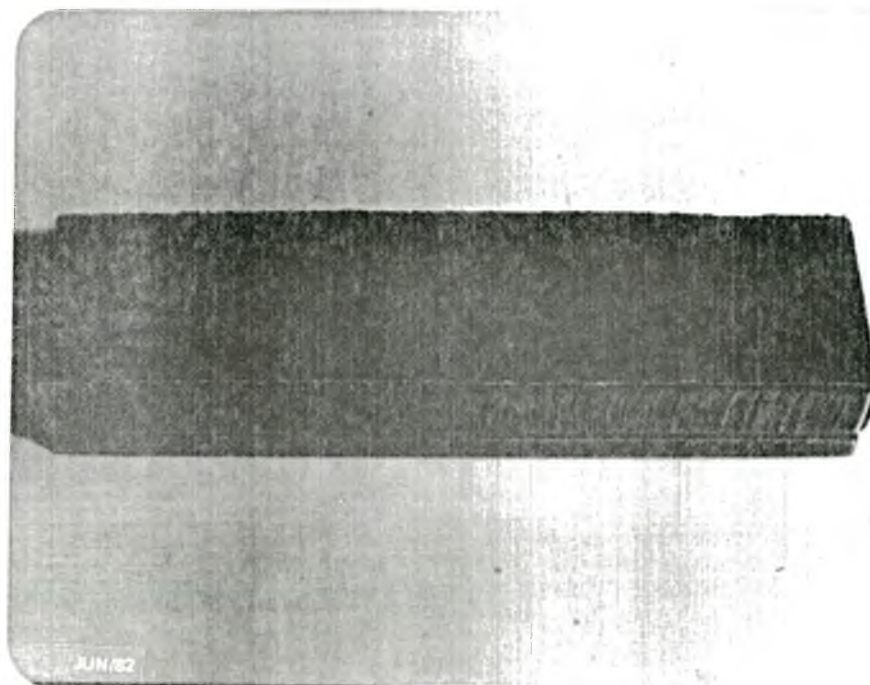


Fig. 4.4

Dispositivo idealizado para fixar as tiras de lixas.



Foi fixado no fundo de cada caixa acrílica um dispositivo metálico que, por compressão, aprisionou as tiras de lixa, deixando-as firmes e estabilizadas. (fig. 4.4).

Um sistema de refrigeração, consistindo de uma mangueira de plástico de 1/8" de diâmetro, ligada a uma torneira, se bifurca através de um tubo em T, feito de tubetes de plástico, para daí alcançar o interior das caixas acrílicas, com a finalidade de irrigar os corpos de prova sujeitos ao desgaste.

Nesta porção das mangueiras, localizadas no interior das caixas acrílicas, foram feitos 5 orifícios pequenos que irrigam abundantemente as lixas abrasivas, permitindo, assim, a remoção de detritos dos corpos de prova.

O fundo de cada caixa acrílica foi perfurado e instalada neste mangueira idêntica à citada, permitindo o retorno da água após a refrigeração, evitando o transbordamento e contribuindo também, para a eliminação das impurezas e restos de corpos de prova abrasionados.

Como o motor deste aparelho funciona com 12 volts, foi acoplado ao mesmo um transformador de voltagem, que transformou os 220 volts da rede local em 12 volts corrente contínua necessários para o motor funcionar.

Foi instalado, para controlar o número de flexões do aparelho, um contador mecânico, de fabricação japonesa, colocado sobre o braço B do aparelho de desgaste, facilitando, com seu uso, o controle numérico e o tempo de desgaste dos corpos de prova. (fig. 4.5).

#### 4.2.2 - TRANSFORMADOR DE VOLTAGEM

Transformador de voltagem de corrente contínua ligado ao aparelho de desgaste, transforma os 220 volts da rede lo

Fig. 4.5

Contador mecânico dos movimentos de vaivém.

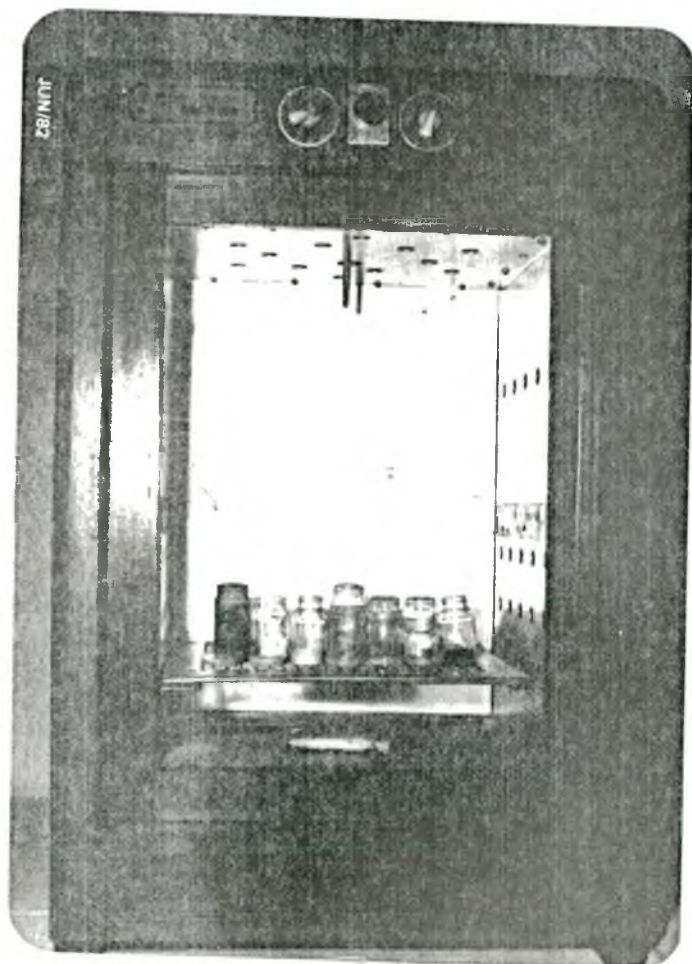
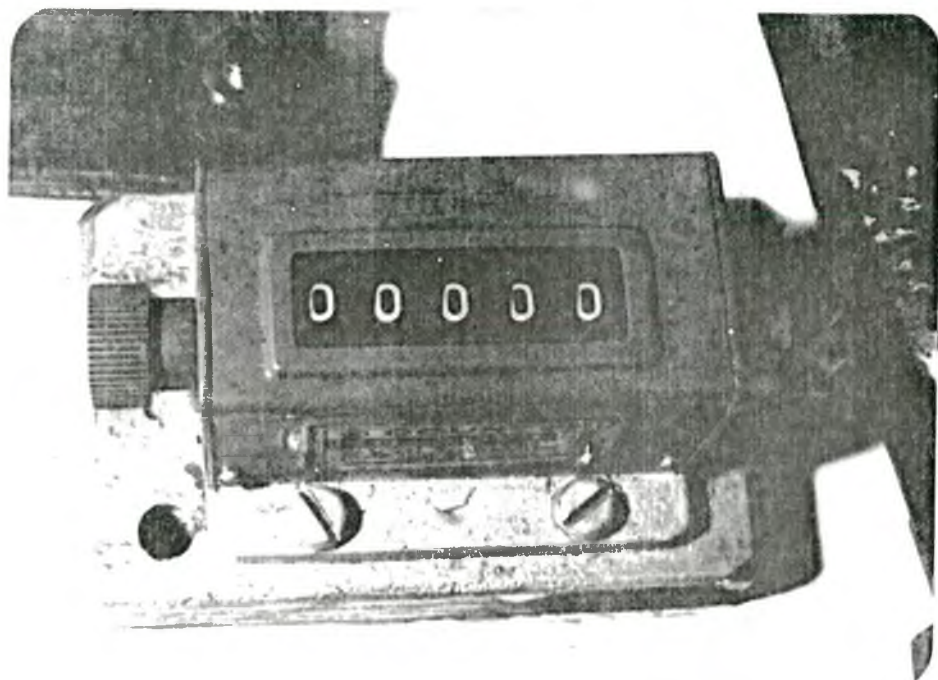


Fig. 4.6

Estufa onde os corpos de prova permaneceram por 48 horas em temperatura de 40°C.

cal em 12 volts (corrente contínua) exigidos pelo motor.

#### 4.2.3 - ESTUFA (fig. 4.6)

Estufa de laboratório, marca "FABRE", onde os corpos de prova das diversas marcas comerciais testadas permaneceram durante 48 horas, numa temperatura constante de 40°C, antes das pesagens, com a finalidade de evaporar a água existente, eliminando possíveis erros de pesagem por diferenças de volume de água nos corpos de prova.

#### 4.2.4 - BALANÇA ANALÍTICA

Balança analítica, marca "OWALABOR", de fabricação alemã, utilizada para a pesagem inicial e final dos corpos de prova com uma aproximação de milésimos. (fig. 4.7).

#### 4.2.5 - FIXADOR DE LIXAS

Consiste de duas lâminas de aço justapostas que apreendem as lixas utilizadas na abrasão dos corpos de prova por justaposição e compressão através de dois parafusos. (fig. 4.4).

Estas duas lâminas de aço foram colocadas respectivamente nas duas caixas acrílicas existentes sobre os braços A e B do aparelho de desgaste.

#### 4.2.6 - VIDROS COM TAMPAS

Utilizados para manter as diversas marcas comerciais de resina composta separadas durante a secagem na estufa e nos manuseios necessários aos testes de abrasão e transporte do material. Na estufa, os vidros permaneceram abertos.

#### 4.2.7 - CAIXA DE ISOPOR

Utilizada para guardar os vidros com tampas rosqueadas



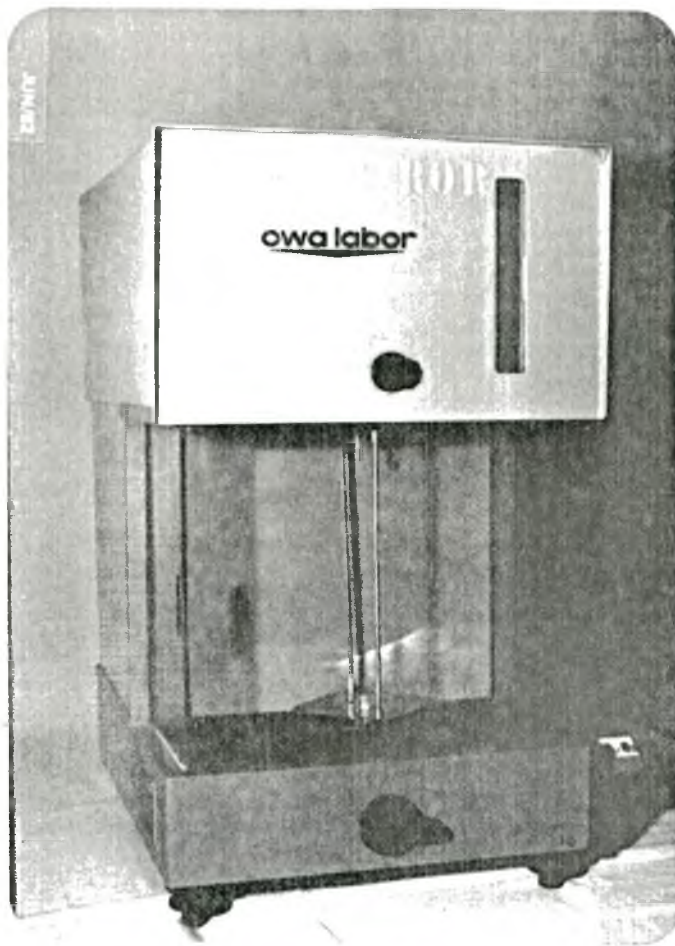


Fig. 4.7  
Balança analítica.

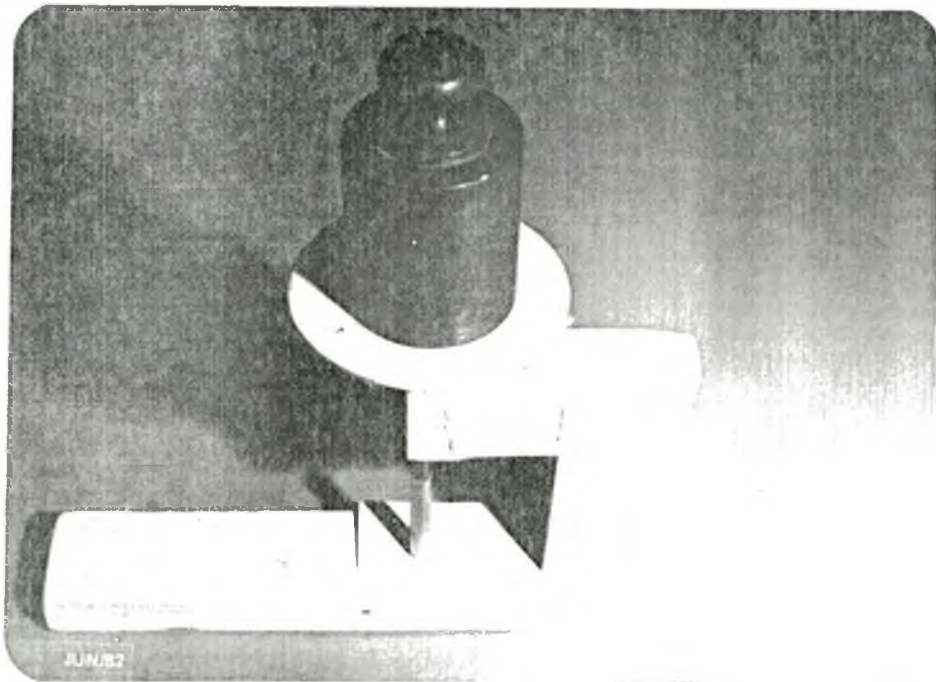


Fig. 4.8

Dispositivo idealizado para confecção dos corpos de prova.

veis que contêm os corpos de prova e transportá-los da estufa para o aparelho de desgaste e balança.

#### 4.2.8 - PINÇA CLÍNICA

Utilizada para o manuseio dos corpos de prova, evitando-se a incorporação de gorduras provenientes das mãos, durante as manobras de pesagem na balança analítica.

#### 4.2.9 - TUBETES DE PLÁSTICO

Utilizados para a confecção dos corpos de prova, permitindo a realização de cilindros de 10 x 7 mm de resina composta.

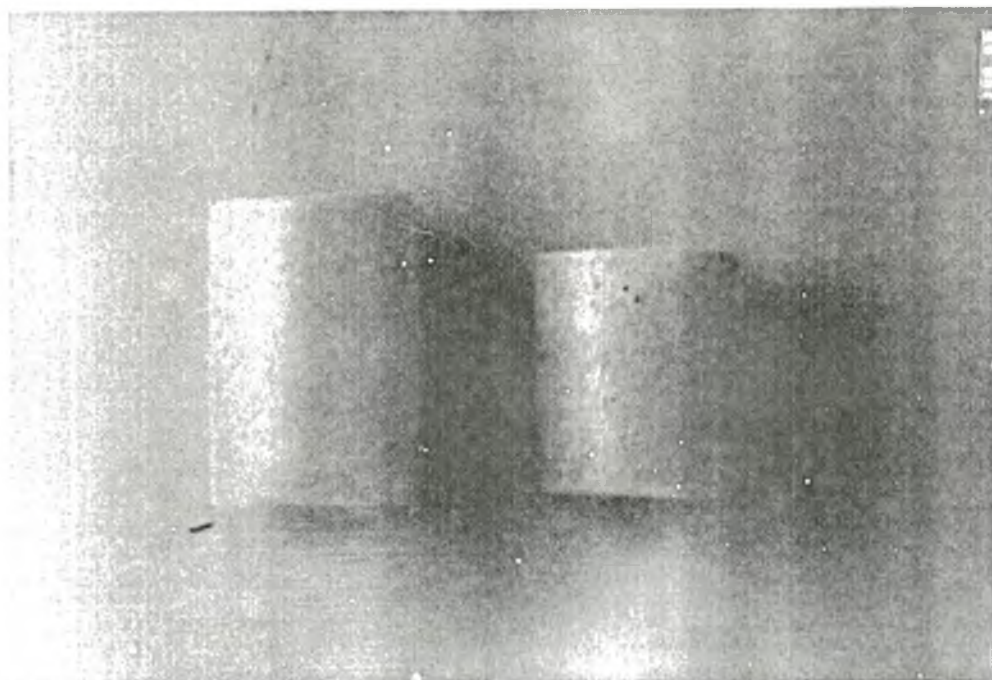
#### 4.2.10- DISPOSITIVO PARA PADRONIZAR OS CORPOS DE PROVA (fig. 4.8).

Idealizado para a confecção dos corpos de prova, constando de um pistão que se encaixa perfeitamente no interior do tubete de plástico, exercendo uma pressão de  $0,51 \text{ N/mm}^2$ , permitindo, assim, a realização de cilindros iguais, sob pressão constante e idêntica, padronizando, desta maneira, a confecção dos corpos de prova. (fig. 4.9).

Sobre este pistão há uma plataforma onde colocamos o peso estipulado.

Fig. 4.9

Corpos de prova, antes e após a abrasão.



### 4.3 - MÉTODOS

#### 4.3.1 - CONFECÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Foram confeccionadas seis unidades de cada uma das seis marcas comerciais de resinas compostas, perfazendo um total de 36 corpos de prova.

Todos os compósitos foram utilizados dentro do prazo de validade especificado, e mantidos em refrigerador, conforme estipulam os fabricantes.

Quando da confecção dos corpos de prova, foram retirados um a um do refrigerador e deixados no meio ambiente até atingirem sua temperatura, homogeneizar nos próprios recipientes com a espátula fornecida pelos fabricantes.

O sorteio aleatório, foi realizado para as diversas marcas das resinas, e uma vez sorteada a resina composta, procedia-se à confecção em série dos seis corpos de prova.

Os componentes foram distribuídos em proporções de uma parte de pasta catalizadora para uma parte de pasta universal, conforme recomendações dos fabricantes. Não foram pesados, já que queríamos que a resina composta fosse manipulada de uma maneira comparável àquela da prática nos consultórios.

As pastas foram espatuladas por 30 segundos, com as espátulas fornecidas pelos respectivos fabricantes e imediatamente inseridas nos tubetes de plástico idealizados para a confecção dos corpos de prova.

A seguir, estes tubetes, contendo no seu interior a resina composta espatulada, foram colocados um a um no dispositivo idealizado para padronizar os corpos de prova e submetidos à pressão de  $0,51\text{N/mm}^2$  (fig. 4.6).

Após a polimerização do compósito, os corpos de prova em formato de cilindros, medindo 10mm de altura por 7mm de diâmetro foram retirados dos tubetes plásticos e acondicionados por marca comercial, em vidros com tampas.

A seguir, catalogamos os corpos de prova de A a F e os numeramos de 01 a 36, conforme a tabela (4.2).

TABELA 4.2  
CATÁLOGO E NÚMEROS DAS RESINAS

CATÁLOGO	MARCA COMERCIAL	NÚMEROS
A	ADAPTIC	1,2,3,4,5 e 6
B	SIMULATE	7,8,9,10,11 e 12
C	CONCISE	13,14,15,16,17 e 18
D	ISOPAST	19,20,21,22,23 e 24
E	FINESSE	25,26,27,28,29 e 30
F	SILAR	31,32,33,34,35 e 36

#### 4.3.2 - SECAGEM EM ESTUFA

Todos os corpos de prova, catalogados e numerados, foram recolocados em seus respectivos vidros e colocados na estufa, juntamente com um recipiente contendo silicagel, permanecendo por 48 horas, numa temperatura constante de 40°C, para evaporação da água existente.

Os vidros permaneceram abertos com suas respectivas tampas colocadas ao lado.

#### 4.3.3 - PESAGEM INICIAL DOS CORPOS DE PROVA

Após a secagem os corpos de prova foram retirados da estufa.

Para tal procedemos da seguinte maneira: a estufa

foi aberta ainda ligada, as tampas foram colocadas nos respectivos vidros no interior da estufa, procurando, desta maneira, não expor os corpos de prova ao meio ambiente e, conseqüentemente, à umidade.

A seguir, foram acondicionados em uma caixa de isopor e levadas à balança analítica.

Para a pesagem, procedemos da seguinte maneira: cada corpo de prova, catalogado e numerado, foi retirado do vidro com uma pinça, evitando-se, assim, a incorporação de gorduras proveniente das mãos, colocado na balança analítica e pesado criteriosamente até a terceira casa decimal.

#### 4.3.4 - DESGASTE DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram colocados na máquina de desgaste e submetidos à abrasão, ficando um no braço A e outro no braço B, e assim sucessivamente, até realizarmos todos os testes, sendo que, dos seis corpos de prova de cada resina composta testada, três foram colocados no braço A e três no braço B, com a finalidade de minimizar possíveis diferenças de desempenho dos braços da máquina.

Todas as marcas comerciais de resina composta, foram submetidas a 1000 movimentos de vaivém na referida máquina, correspondendo a 2000 flexões sobre a lixa abrasiva; a cada 500 flexões as lixas abrasivas foram substituídas por novas.

A tabela 4.3 elucida melhor a ordem sequencial em que foram colocados os corpos de prova ao desgaste.

## ORDEM SEQUENCIAL DE DESGASTE DAS RESINAS COMPOSTAS

BRAÇO A			BRAÇO B	
MARCA	Nº C.P.	Nº FLEXÕES	MARCA	Nº C.P.
ISOPAST	24	1.000 (2x500)	FINESSE	26
SILAR	32	"	ADAPTIC	04
CONCISE	15	"	SIMULATE	08
CONCISE	17	"	ADAPTIC	02
FINESSE	28	"	ISOPAST	22
ADAPTIC	06	"	SIMULATE	10
CONCISE	16	"	SILAR	33
ISOPAST	21	"	SILAR	35
CONCISE	18	"	FINESSE	30
SILAR	31	"	SIMULATE	09
SILAR	34	"	CONCISE	13
ADAPTIC	03	"	FINESSE	25
ISOPAST	23	"	CONCISE	14
ADAPTIC	05	"	ISOPAST	19
SIMULATE	07	"	ADAPTIC	01
SIMULATE	11	"	SILAR	36
FINESSE	27	"	ISOPAST	20
SIMULATE	12	"	FINESSE	29

Produzidos os desgastes, os corpos de prova foram recolocados na estufa de maneira idêntica à realizada inicialmente.

Após 48 horas e numa temperatura constante de 40°C, os corpos de prova foram levados à pesagem com os mesmos critérios utilizados na primeira pesagem.

Realizada esta segunda pesagem, por subtração, obtivemos a perda de peso dos corpos de prova submetidos à abrasão.

Esta diferença foi, então, submetida à análise estatística.

C A P Í T U L O V

RESULTADOS E DISCUSSÃO



CAPÍTULO V  
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme metodologia descrita no capítulo anterior, seis marcas comerciais de resinas compostas foram submetidas a testes de abrasão. Para tanto, foi empregada uma máquina que proporcionava desgastes dos corpos de prova em movimento de vaivém, sobre uma superfície plana de lixa de carbeto de silício de granulação nº 360, com irrigação contínua de água.

Os corpos de prova, seis de cada resina estudada, foram submetidos a 1.000 movimentos de vaivém, correspondendo a 2.000 flexões, num percurso de 7,5 cm de lixa sob um peso ou carga de  $0,217\text{N}/\text{mm}^2$ .

Os corpos de prova foram pesados antes e após os testes (cujos dados constam no anexo 1 desta tese) e a diferença de pesagem que corresponde, em gramas, à quantidade de material perdido pela abrasão, está expressa na tabela 5.1

TABELA 5.1

Perda de peso, em gramas, de seis resinas compostas, verificada após os testes de abrasão.

MATERIAL RÉPLICAS	ADAPTIC	SIMULATE	CONCISE	ISOPAST	FINESSE	SILAR
1	0,014	0,129	0,015	0,071	0,223	0,318
2	0,013	0,175	0,024	0,069	0,191	0,387
3	0,012	0,132	0,018	0,052	0,176	0,318
4	0,012	0,122	0,019	0,061	0,163	0,385
5	0,019	0,125	0,020	0,052	0,189	0,372
6	0,015	0,123	0,016	0,042	0,197	0,385
MÉDIAS	0,0142	0,1343	0,0187	0,0578	0,1898	0,3608
DESVIO PADRÃO	0,0026	0,0203	0,0032	0,0112	0,0203	0,336

## ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Para medir a proporção dos desgastes das diversas marcas comerciais empregadas, utilizou-se análise de variância. O propósito no uso desta técnica foi o de investigar a condição de homocedasticidade, ou seja, a variação dos desgastes dos grupos de marcas comerciais, através das médias ( $\mu$ ) obtidas de seis amostras em cada grupo, de acordo com a tabela 5.1.

Inicialmente foram testadas as seguintes hipóteses:

$$\text{Hipótese Nula } H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_6$$

ou seja, as médias da proporção de desgaste de cada grupo são estatisticamente iguais.

Hipótese Alternativa  $H_1$ : pelo menos uma dessas médias é significativamente diferente das demais.

Foram testados a um nível de significância ( $\alpha$ ), de 5%. Para efeito de simplicidade de cálculo, optou-se pelo uso do Programa de Análise de Variância do Soft SPSS ( Statistical Package for Social Science ) disponível na biblioteca do Soft do Núcleo de Processamento de Dados da UFSC e implantado no computador IBM - 4341 da Universidade.

Os resultados encontrados pelo uso do programa acima descrito (anexo 2), podem ser resumidos na tabela 5.2.

TABELA 5.2 - ANÁLISE DE VARIÂNCIA PARA OS DADOS REFERENTES A TAB.5.1.

FONTE DE VARIACÃO	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Entre grupos	05	0,5274	0,1055	301,946
Dentro dos grupos	30	0,0105	0,0003	
T O T A L	35	0,5379		

Consultando a tabela da estatística F, obtemos:

$$F_{30}^5 \text{ a } 5\% = 2,53$$

Como a estatística F obtida (301,946) foi maior do que a F da tabela (2,53), significa que a Hipótese Nula ( $H_0$ ) é rejeitada, o que implica que a um nível de significância de 5% realmente existe uma diferença significativa entre os grupos.

Tendo em vista que a análise de variância dos dados apresentados rejeitou  $H_0$ , então pode-se concluir que pelo menos uma das resinas é significativamente diferente das demais. Não obstante, uma informação adicional de grande valia seria a de verificar se, no conjunto de materiais testados, existe um subconjunto deles que apresenta similaridades ao ponto de não serem considerados significativamente diferentes. Com a finalidade de verificar a proposição acima, recorreu-se ao Teste de DUNCAN, o qual determina quais as resinas diferentes entre si e, ainda, de forma classificatória, as prioridades existentes.

Assim, através do Teste de DUNCAN, utilizando o SPSS, obteve-se a tabela 5.3.

TABELA 5.3 - LISTA DOS MATERIAIS POR ORDEM CRESCENTE DE ABRASÃO

PRIORIDADE	GRUPO (Marcas comerciais)	PROPORÇÃO DE ABRASÃO
1	ADAPTIC CONCISE	0,0142 0,0187
2	ISOPAST	0,0578
3	SIMULATE	0,1343
4	FINESSE	0,1898
5	SILAR	0,3608

Pelo exame da tabela 5.3, que classifica as resinas compostas em cinco grupos em ordem crescente, conforme a quantidade de substâncias perdidas nos testes de abrasão, pode-se verificar que as resinas Adaptic e Concise, são as que menos sofreram abrasão e foram classificadas no primeiro grupo. Estas resinas sofreram índice médio de abrasão de 0,0142 e 0,0187, respectivamente, e, estatisticamente, não são diferentes entre si. Isto quer dizer que, nos testes de abrasão realizados, as duas resinas tiveram semelhante índice médio de abrasão e o menor desgaste, comparando com as outras resinas compostas estudadas.

No segundo grupo, classificou-se a resina composta Isopast, com índice médio de proporção de desgaste de 0,0578. No terceiro grupo, encontra-se a resina composta Simulate, com índice médio de proporção de desgaste de 0,1898 e, por último, ocupando o quinto grupo, a resina composta Silar, com índice de proporção médio de abrasão de 0,3608.

Os dados, até então, permitiram classificar e agrupar as resinas compostas, de acordo com seus índices de abrasão ou desgaste, em cinco grupos e informando serem esses grupos estatisticamente diferentes entre si, a um nível de significância de 0,05.

Entretanto, não permitem afirmar a proporção de abrasão existente entre os diversos grupos. Portanto, após a obtenção da lista dos materiais por ordem crescente de desgaste, passou-se a verificar a proporção de desgaste entre os diversos grupos de materiais.

Utilizando-se os dados da tabela 5.1, fez-se, inicialmente, o teste de Hipótese Nula em relação à diferença ( $\delta$ ) das médias da proporção de desgaste ( $\mu$ ) do material em relação

ao material j, ou seja,

$$H_0: \mu_i - \mu_j \leq d$$

A rejeição desta hipótese, resultaria na aceitação de

$$H_1: \mu_i - \mu_j > d$$

Devido ao tamanho da amostra, determinou-se os graus de liberdade ( $\tilde{v}$ ) pelo método ASPIN-WELCH:

$$\tilde{v} = \frac{(W_i + W_j)^2}{W_i^2/(n_i+1) + W_j^2/(n_j+1)} - 2 \quad (1)$$

onde  $W_k = \frac{S_k^2}{nk}$

$S_k$  = desvio padrão da proporção de desgaste do material K.

$nk$  = nº de amostras do material K.

$k=i, j$

O ponto crítico que determina a região de aceitação da hipótese  $H_0$ , é dado pela distribuição de  $t$  ( $\tilde{v}; 1-\alpha$ ) obtido através da tabela estatística própria.

E através da distribuição  $t$ , utilizando a fórmula:

$$t = \frac{(\mu_i - \mu_j) - \Delta}{\sqrt{\frac{S_i^2}{n_i} + \frac{S_j^2}{n_j}}} \quad (2)$$

onde  $\Delta$  = percentual de desgaste do material j em relação ao material i

que se determina o valor a ser comparado com o ponto crítico do teste de hipótese. Aceitando-se ou rejeitando-se a hipótese nula.

Os pares dos materiais que diferem significativamente

te entre si a um nível de significância de 1%, são mostrados na tabela 5.4.

TABELA 5.4 - DESGASTE RELATIVO DOS MATERIAIS

GRUPO DE MATERIAIS	ADAPTIC	CONCISE	ISOPAST	SIMULATE	FINESSE	SILAR
ADAPTIC	0					
CONCISE	0					
ISOPAST	2,7%*	2,7%	0			
SIMULATE	9,19%	9,19%	4,89%	0		
FINESSE	16,36%	16,36%	10,35%	2,40%	0	
SILAR	30,54%	30,54%	25,76%	18,13%	12,58%	0

(\*) Exemplo. O valor 2,7% na intersecção da linha 3 com a coluna 1 indica que o Isopast desgasta, 2,7% a mais que o Adaptic. (anexo 3).

Verifica-se, pelo exame da tabela 5.4, que a resina composta Isopast, em 99% dos casos, sofreu um desgaste médio de 2,7% maior que as resinas Adaptic ou Concise. Considera-se esta diferença de abrasão de pouca significação. Dois a três por cento de abrasão, mais que o primeiro grupo, de certo, clinicamente, não teria diferença significativa.

Os resultados são compatíveis com a pesquisa de JORGENSEN\*, que diz ter encontrado boa resistência à abrasão nesse material.

VIEIRA<sup>50</sup>, cita informações recebidas diretamente do fabricante desse tipo de resina composta, quanto a sua boa resis-

---

(\*) V Curso de Atualização em Materiais Dentários de Extensão Universitária, 4 a 6 de setembro de 1978-USP, São Paulo.

tência à abrasão na boca. Note-se que a resina composta Isopast é constituída de micropartículas denominadas de sílica pirolítica, com quantidade menor de carga e que, de acordo com esta constituição, deveria apresentar menor resistência à abrasão, como afirmam muitos pesquisadores<sup>35</sup>.

Conforme foi citado no capítulo I, bem como na revisão da literatura<sup>35,50,52</sup>, as resinas compostas Adaptic e Concise, são constituídas de partículas de carga de tamanhos maiores e em maior percentagem. Já as resinas Isopast e Silar, são constituídas de micropartículas em ordem de 200 vezes menor que as resinas convencionais (Adaptic e Concise), e Finesse e Simulate de cargas mistas.

Das resinas com micropartículas a que mais desgastou-se, em 99% dos casos, foi a resina composta Silar, com percentagem de 30,54% maior que o grupo do Adaptic e Concise. Intermediariamente, ficaram as resinas Finesse (com 16,36% de desgaste a mais) e Simulate (com 9,19% a mais de desgaste).

Julgam-se corretas as informações de DICKSON<sup>10</sup> e de outros autores<sup>20,21,39</sup>, que dizem ser necessários mais testes, tanto de laboratório como de observações clínicas, para avaliar correta e eficazmente as propriedades dos compósitos.

Assim, é difícil e perigoso afirmar certas qualidades de um material, desclassificando outras, pela análise de resultados de uma única pesquisa. Os materiais podem ter comportamentos diversos, conforme as condições em que os mesmos são examinados<sup>20,21,50</sup>.

Comparando-se os resultados da presente pesquisa com os dados obtidos por FICHMAN<sup>14</sup>, verifica-se não haver con-

cordância de resultados. Porém, a metodologia seguida por aquele autor é diferente.



C A P Í T U L O VI

C O N C L U S Õ E S

CAPÍTULO VIC O N C L U S Õ E S

Em vista das condições experimentais em que foi realizada a presente pesquisa, e conforme a análise estatística dos resultados, é lícito concluir que:

1. As resinas compostas estudadas podem ser classificadas em cinco grupos, de acordo com a ordem crescente de abrasão: 1º grupo, Adaptic e Concise; 2º grupo, Isopast; 3º grupo, Simulate; 4º grupo, Finesse e 5º grupo, Silar.
2. As resinas compostas Adaptic e Concise, tiveram o índice semelhante de abrasão, não se diferenciando, estatisticamente, entre si.
3. As resinas compostas com partículas de carga de tamanhos maiores, apresentam maior resistência à abrasão que as resinas compostas dotadas de partículas de carga de tamanhos menores.
4. Quando comparadas ao 1º grupo (Adaptic e Concise), em 99% dos casos a resina composta Isopast se abrasou 2,7% a mais. A resina Simulate 9,1%, a Finesse 16,3% e a Silar 30,5%, todas a mais.
5. Do exame da literatura encontrada, e em vista dos resultados obtidos, compreendeu-se que há necessidade que o trabalho deva ser continuado; aprofundado o estudo dos fatores que ocasionam abrasão ou desgaste;

que haja comparação entre resinas e amálgama, bem co  
mo maior estudo do comportamento desses materiais cli  
nicamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 . ACHARYA, A. & GREENER, E. H. Thermogravimetric analysis of composite resins. J. dent. Res., 51(5):1363-68, Sep./Oct., 1972.
- 2 . BOWEN, R. L. Dental filling material comprising vinyl silane treated fused silica and a binder consisting of the reaction product of bis phenol and glycidal acrylate. U.S. Pat., 3, 066, 112, Nov., 1962.
- 3 . \_\_\_\_\_ . Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations. J. Amer. dent. Ass., 66:57-64, 1963.
- 4 . \_\_\_\_\_ . Effect of particle shape and size distribution in a reinforced polymer. J. Amer. dent. Ass., 69(4):481-95, Oct., 1964.
- 5 . \_\_\_\_\_ . Compatibility of various materials with oral tissues. 1: The components in composite restorations. J. dent. Res., 58(5):1493-503, May, 1979.
- 6 . CHANDLER, H. H. et alii. Method for finishing composite restorative materials. J. Amer. dent. Ass., 83:344-48, 1971.
- 7 . COTTON, W. R. Comments on Dr. Stanley's presentation. J. dent. Res., 58(5):1518-21, May, 1979.
- 8 . CRAIG, R. G. Selected properties of dental composites. J. dent. Res., 58(5):1544-50, May, 1979.

- 9 . CRAIG, R. G. & POWERS, J. M. Wear of dental tissues and materials. Int. dent. J., 26:121-33, 1976.
10. DICKSON, G. Physical and chemical properties and wear. J. dent. Res., 58(5):1535-43, May, 1979.
11. EAMES, W. B. et alii. The effect of brushing on the surface filled resins. J. Ala. Dent. Assn., 55:22-4, 1971.
12. \_\_\_\_\_ . Clinical comparison of composite, amalgam and silicate restorative materials. J. prosth. Dent., 33(4):407-16, Apr., 1975.
13. FAN, P. L. et alii. Desgaste in vitro de resinas compostas restauradoras envelhecidas. J. dent. Res., 59(12):70, Dez., 1980.
14. FICHMAN, D. M. Efeito de pontas de acabamento sobre resinas compostas. Rev. Paul. Odont., (5):4-10, set./out., 1981.
15. FICHMAN, D. M. & GUIDI, D. Efeito rugosimétrico de vários instrumentos cortantes rotatórios na superfície de resinas compostas. Rev. Fac. Odont. S. Paulo, 15(2):159-62, jul./dez., 1977.
16. GARMAN, T. et alii. Comparison of glazing materials for composite restorations: A 23 month report. IADR program and abstracts. J. dent. Res., 56(516), 1977.

17. GRIFFITH, J. R. & CANNON, R. W. S. The properties and clinical application of the modern composite resin. Aust. dent. J., 18(1):26-31, Feb., 1973.
18. HARRISON, A. & DRAUGHN, R. A. Abrasive wear, tensile strength, and hardness of dental composite resins-Is there a relationship? J. prosth. Dent., 36:395-98, Oct., 1976.
19. HARRISON, A. & LEWIS, T. T. The development of an abrasion testing machine for dental materials. J. Biomed. Mater. Res., 9:341-53, 1975.
20. HEATH, J. R. & WILSON, H. J. Abrasion of restorative materials by toothpaste. J. Oral Rehab., 3:121-38, 1976.
21. \_\_\_\_\_ . The effect of water on the abrasion of restorative materials. J. Oral Rehab., 42(2): 165-68, Apr., 1977.
22. JAWORZYN, J. F. et alii. Posterior composite restorations. J. dent. Res., (Special Issue A), 57:251, Jan., 1978.
23. JOHNSON, L. N. et alii. Effects of various finishing devices on resin surfaces. J. Amer. dent. Ass., 83(2):321-31, Aug., 1971.
24. JONES, D. W. et alii. A simple abrasion test for composites. J. Dent., 1:28-34, Oct., 1972.

25. KANTER, J. K. & GRAHAM, D. A. Composite resins the relationship of the filler particle size tho properties. J. Calif. dent. Ass., 4(11):50-6, Nov., 1976.
26. LEE, H. L. et alii. Evaluation of wear resistance of dental restorative materials. Am. Chem. Soc. Int., Symp. on advances in polymer friction and wear. Los Angeles, Ed. by Lieng-Huang Lee, 1974.
27. \_\_\_\_\_ . Surface roughness of composite fillings materials. Biomat. Med. Dev. Art. Org., 3(4):503-19, 1975.
28. LEE Jr., H. L. & SWARTZ, M. L. Scanning electron microscope study of composite restorative materials. J. dent. Res., 49(1):149-58, Jan./Feb., 1970.
29. LEE Jr., H. L. et alii. Physical properties of four thermosetting dental restorative resins. J. dent. Res., 48(4):525-35, Jul./Aug., 1969.
30. LEINFELDER, K. F. et alii. Clinical evaluation of composite resins as anterior and posterior restorative materials. J. prosth. Dent., 33(4):407-16, Apr., 1975.
31. \_\_\_\_\_ . 5 anos de avaliação clínica de restaurações anteriores e posteriores. Oper. Dent., 5:57-65, 1980.
32. LUGASSY, A. A. & GREENER, E. H. An abrasion resistance study of some dental resins. J. dent. Res., 51:967-72, Jul./Aug., 1972.



33. MCGUNE, R. J. et alii. Clinical comparison of anterior and posterior restorative materials, presented at the annual meeting of the International for Dental Research, Houston, March, 1969, Abst. nº 482.
34. McLEAN, J. W. The future os restorative materials. J. prosth. Dent., 42(2):154-58, Aug., 1979.
35. NOVAS resinas compostas. Rev. Ass. paul. Cirurg. Dent., 36(2):179-83, marc./abr., 1982.
36. O'BRIEN, W. J. et alii. Microestrutura das restaurações posteriores de resinas compostas após desgaste clínico. Oper. Dent., 5:90-4, 1980.
37. OSBORNE, J. W. et alii. One-year and two-year clinical evaluation of a composite resin amalgam. J. prosth.Dent., 30(5):795-800, Nov., 1973.
38. PARULA, N. Clínica de operatõria dental. 4<sup>a</sup>ed. Rio de Janeiro, ODA, 1975. p.267-97.
39. PHILLIPS, R. W. et alii. One-year observations on a composite resin for class II restorations. J. prosth. Dent., 26:68-77, July, 1971.
40. \_\_\_\_\_ . Observations on a composite resin for class II restorations: Two-year report. Oper. Dent., 28:(2):164-69, 1972.

41. \_\_\_\_\_ . Observation on a composite resin class II restorations-three-year report. J. prosth. Dent., 30(6):891-97, Dec., 1973.
42. POWELL, J. M. & DICKSON, G. In vitro wear testing of restorative materials. J. dent. Res., (Special Issue) 54:134, Feb., 1975.
43. POWELL, J. M. et alii. In vitro wear response of composite resin, amalgam and enamel. J. dent. Res., 54(6):1183-95, Nov./Dec., 1975.
44. \_\_\_\_\_ . Surface failure of commercial and experimental restorative resins. J. dent. Res., 55:432-6, 1976.
45. POWERS, S. J. et alii. Two-body abrasion of commercial and experimental restorative and coating resins and amalgam. J. Amer. dent. Ass., 89:1118-22, Nov., 1974.
46. RUPP, N. W. J. Colocação clínica e desempenho de restaurações de resinas compostas. J. dent. Res., 58(5):1551-57, maio, 1979.
47. SCHROEDER, A. The new composite filling materials based on the bowen formula paper presentes at F.D.I. Congress, Munich, 1971.
48. STALEY, C. R. & KOPEL, H. M. Smoothness of composite restorations polished by various abrasives: a comparison by scanning electron microscopy. Oper. Dent., 4:140-48, 1979.

49. STANFORD, J. W. The current status of restorative resins. Dent. Clin. N. Amer., 15(1):57-66, Jan., 1971.
50. VIEIRA, D. F. Resinas compostas. Rev. Gaucha Odont., 27(2): 101-08, abr./jun., 1979.
51. VINHA, D. Efeito de instrumentos rotativos de corte e de desgaste na superfície de compósitos, com anterior análise da forma e da variação de tamanho das partículas de carga e das quantidades das partes orgânicas e inorgânicas. Ribeirão Preto. 1980. Tese de Livre Docência.
52. VINHA, D. & PANZERI, H. Análise da forma e da variação de tamanho das partículas de carga de alguns compósitos. Odont. Mod., 9(3):7-15, março, 1982.
53. WAKAI, H. et alii. A study on the esthetic restorative materials. Bull. Tokyo Coll., 14(1):19-27, Feb., 1973.
54. WIBBLESMAN, G. A. A new resin system restorative designed for universal anterior and posterior applications: report of a clinical study. Dent. Dig., 75(12):492-5, Dec., 1969.

A N E X O 1

LISTA DAS MARCAS COMERCIAIS COM SEUS PESOS  
INICIAIS E FINAIS, DIFERENÇAS DE PESOS E  
PROPORÇÕES DE DESGASTES.

A N E X O I

LISTA DAS MARCAS COMERCIAIS COM SEUS PESOS INICIAIS E FINAIS, DIFERENÇAS DE PESOS E PROPORÇÕES DE DESGASTES.

MARCA COMERCIAL	NÚMERO	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIFERENÇA DE PESO	PROPORÇÃO DE DESGASTE
ADAPTIC A	01	0,737	0,727	0,010	0,014
	02	0,713	0,704	0,009	0,013
	03	0,723	0,714	0,009	0,012
	04	0,722	0,713	0,009	0,012
	05	0,709	0,695	0,014	0,019
	06	0,724	0,713	0,011	0,015
SIMULATE B	07	0,713	0,621	0,092	0,129
	08	0,675	0,557	0,118	0,175
	09	0,733	0,636	0,097	0,132
	10	0,738	0,648	0,090	0,122
	11	0,719	0,629	0,090	0,125
	12	0,721	0,640	0,081	0,123
CONCISE C	13	0,741	0,730	0,011	0,015
	14	0,716	0,699	0,017	0,024
	15	0,755	0,741	0,014	0,018
	16	0,737	0,723	0,014	0,019
	17	0,705	0,691	0,014	0,020
	18	0,761	0,749	0,012	0,016
ISOPAST D	19	0,465	0,432	0,033	0,071
	20	0,477	0,444	0,033	0,069
	21	0,480	0,454	0,026	0,052
	22	0,490	0,460	0,030	0,061
	23	0,482	0,457	0,025	0,052
	24	0,477	0,457	0,020	0,042
FINESSE E	25	0,471	0,366	0,105	0,223
	26	0,475	0,384	0,091	0,191
	27	0,478	0,394	0,084	0,176
	28	0,485	0,406	0,079	0,163
	29	0,496	0,402	0,094	0,189
	30	0,481	0,386	0,095	0,197
SILAR F	31	0,534	0,517	0,017	0,318
	32	0,517	0,497	0,020	0,387
	33	0,534	0,517	0,017	0,318
	34	0,520	0,500	0,020	0,385
	35	0,537	0,517	0,020	0,372
	36	0,545	0,524	0,021	0,385

A N E X O 2

LISTAGEM DO COMPUTADOR CONTENDO RESULTADOS DO PROGRAMA DE ANÁLISE DE VARIÂNCIA DO SPSS (STATICAL PACKAGE FOR SOCIAL SCIENCE).

----- ONE WAY -----

VARIABLE PROPEDES

ANALYSIS OF VARIANCE

SOURCE	D.F.	SUM OF SQUARES	MEAN SQUARES	F RATIO	F PROB.
BETWEEN GROUPS	5	0.5274	0.1055	301.946	0.0000
WITHIN GROUPS	30	0.0105	0.0003		
TOTAL	35	0.5379			

GROUP	COUNT	MEAN	DEVIATION	STANDARD ERROR	MINIMUM	STANDARD MAXIMUM	95 PCT	CONF	INT FOR	MEAN
GROUP1	6	0.0142	0.0026	0.0011	0.0120	0.0190	0.0114	TO		0.0169
GROUP2	6	0.1343	0.0203	0.0083	0.1220	0.1750	0.1131	TO		0.1556
GROUP3	6	0.0187	0.0032	0.0013	0.0150	0.0240	0.0153	TO		0.0220
GROUP4	6	0.0578	0.0112	0.0046	0.0420	0.0710	0.0461	TO		0.0696
GROUP5	6	0.1898	0.0203	0.0083	0.1630	0.2230	0.1685	TO		0.2112
GROUP6	6	0.3608	0.0336	0.0137	0.3180	0.3870	0.3256	TO		0.3961
TOTAL	36	0.1293	0.1240	0.0207	0.0120	0.3870	0.0873	TO		0.1712
FIXED EFFECTS MODEL			0.0187	0.0031			0.1229	TO		0.1356
RANDOM EFFECTS MODEL				0.0541			- 0.0099	TO		0.2684

RANDOM EFFECTS MODEL - ESTIMATE OF BETWEEN COMPONENT VARIANCE 0.0175

TESTS FOR HOMOGENEITY OF VARIANCES:

COCHRAN'S C = MAX. VARIANCE/SUM(VARIANCES) = 0.5388, P = 0.006 (APPROX.)

BARTLETT-BOX F = 0.618, P = 0.000

MAXIMUM VARIANCE / MINIMUM VARIANCE = 162.111

ONE-WAY

VARIABLE PROPDG

MULTIPLE RANGE TEST

LSD PROCEDURE  
RANGES FOR THE 0.050 LEVEL -

2.88 2.88 2.88 2.88 2.88

THE RANGES ABOVE ARE TABLE RANGES. THE VALUE ACTUALLY COMPARED WITH MEAN (J) - MEAN(I) IS..

0.0130 \* RANGE \* SQRT(1/N(I) + 1/N(J) )

(\*) DENOTES PAIRS OF GROUPS SIGNIFICANTLY DIFFERENT AT THE 0.050 LEVEL

G	G	G	G	G
R	R	R	R	R
P	P	P	P	P
0	0	0	0	0
1	3	4	2	5
				6

MEAN	GROUP
.0142	GRP01
.0187	GRP03
.0578	GRP04 * *
.1343	GRP02 * * *
.1898	GRP05 * * * *
.3609	GRP06 * * * * *



FILE ODONTO (CREATION DATE = 05/12/82)

----- O N E W A Y -----

VARIABLE PROPDG

MULTIPLE RANGE TEST

DUNCAN PROCEDURE

THE RANGES ABOVE ARE TABLE RANGES. THE VALUE ACTUALLY COMPARED WITH  $MEAN(J) - MEAN(I)$  IS..

$0.0132 * RANGE * SQRT (1/N(I) + 1/N(J) )$

HOMOGENEOUS SUBSETS (SUBSETS OF GROUP, WHOSE HIGHEST AND LOWES MEANS DO NOT DIFFER BY MORE THAN THE SHORTEST SIGNIFICANT RANGE FOR A SUBSET OF THAT SIZE)

SUBSET 1

GROUP	GRP01	GRP03
MEAN	0.0142	0.0187

-----

SUBSET 2

GROUP	GRP04
MEAN	0.0578

-----

SUBSET 3

GROUP	GRP02
MEAN	0.1343

-----

SUBSET 4

GROUP	GRP05
MEAN	0.1828

-----

SUBSET 5

GROUP	GRP06
MEAN	0.3608

-----

A N E X O 3

PROCEDIMENTO PARA CÁLCULO NA DETERMINAÇÃO DO PERCENTUAL DE DES-  
GASTE DO ISOPAST (material i) EM RELAÇÃO AO ADAPTIC (Material j).

A N E X O 3

PROCEDIMENTO PARA CÁLCULO NA DETERMINAÇÃO DO PERCENTUAL DE DESGASTE DO ISOPAST (material i) EM RELAÇÃO AO ADAPTIC (material j).

MATERIAL	MÉDIA ( $\mu$ )	DESVIO PADRÃO (S)
ADAPTIC (j)	0,0142 ( $\mu_j$ )	0,0026 (Sj)
ISOPAST (i)	0,0578 ( $\mu_i$ )	0,0112 (Si)

A hipótese nula  $H_0$  indicará se o desgaste médio do Isopast é igual ou inferior ao desgaste médio do Adaptic, a um nível de significância ( $\alpha$ ) de 1%, se:

$$H_0 : d \leq 0,02$$

Caso contrário, rejeita esta hipótese.

Utilizando-se a expressão (1) do Capítulo V, e os dados acima, determinou-se os graus de liberdade.

$$\nu = 5,79$$

Consultando a tabela de distribuição t, encontrou-se:

$$t(\nu, 1-\alpha) = t(5; 0,99) = 3,36$$

Substituindo  $t = 3,36$  na expressão (2) do Capítulo V, tem-se o valor de

$$\Delta = 0,027$$

Indicando que a hipótese nula é rejeitada e obtendo-se o percentual de desgaste, (2,7%) do Isopast em relação ao Adaptic.