

RESISTÊNCIA À ABRASÃO E RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE MATERIAIS PARA MODELOS E TROQUÉIS: INFLUÊNCIA DE SUA IMERSÃO PRÉVIA EM ÓLEO

Prof. Léo Werner Süffert *

Prof. Ennio Pessôa **

S I N O P S E

Novo método para medir resistência ao desgaste em produtos à base de gypsum: imersão prévia em óleo mineral inerte aumenta a resistência ao desgaste. Em alguns gessos a resistência à compressão fica diminuída, fato este de menor importância para laboratórios de prótese, onde modelos e troquéis estão mais sujeitos ao desgaste ou abrasão. Resultados analisados estatisticamente.

1. INTRODUÇÃO

Uma das possíveis causas de insucesso ou erro nas técnicas indiretas, em Odontologia Restauradora, se relaciona ao **modelo ou troquéis** sobre o qual se elabora a matriz em cera.

Já foram utilizados pelo cirurgião-dentista, na elaboração de troquéis, os mais variados materiais, tais como: gesso comum, gesso pedra, gessos especiais, amálgamas, cimentos de silico-fosfato, resinas de metil metacrilato, resinas epóxicas, metaliza-

ção pelo cobre, pela prata, pelo ouro, pelo bronze, entre outros.

Cada um destes materiais ou processos de elaboração, apresenta vantagens e inconvenientes ou limitações, conforme o aspecto ou característica específica sob o qual o analisarmos.

Todos eles apresentam algum tipo de alteração dimensional durante a presa ou endurecimento. Alguns não são suficientemente duros ou resistentes. Outros não copiam com suficiente nitidez os detalhes da impressão. Outros ainda, apresentam certa «incompatibilidade» com certos materiais de impressão, dando em consequência a possibilidade de ocorrerem reações de superfície com modificações de estrutura na mesma.

De outro lado, todos eles deveriam possuir boa resistência à abrasão e ao corte para evitar o perigo de destruição ou desgaste dos detalhes de margens, durante a elaboração da matriz em cera.

Esta última propriedade, ou seja a resistência ao desgaste, à abrasão ou ao corte é, para o caso e, em nosso entender, muito mais expressiva do que a dureza. lamentavelmente e,

* Professor Catedrático de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGS

** Professor Adjunto de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGS

particularmente nas dimensões mais condizentes com o caso real, na Odontologia, se trata de uma propriedade bastante difícil de mensurar, quando se quer correlacionar a situação do laboratório de prótese com a situação do ensaio propriamente dito! Na Engenharia existem muitos métodos para medir a resistência à abrasão ou desgaste dos materiais. Em relação aos materiais utilizados para modelos e troquéis em Odontologia, conhecemos pelo menos 4 métodos que foram utilizados por **Peyton et al (1)**, **Hosada et al (2)**, **Toreskog et al (3)** e **Ostlund (4)**, parecendo-nos este último o que mais se correlaciona com a situação clínica real. O inconveniente do método de Ostlund, no entanto, reside no fato de requerer uma aparelhagem especialmente montada e de custo bastante elevado, o mesmo acontecendo com os métodos de **Toreskog** e **Hosada**.

No presente trabalho de investigação, sugerimos, inclusive, um novo método para verificar a resistência à abrasão e ao desgaste, com uma aparelhagem simplificada e de custo muito menor.

Nosso objetivo principal foi o de verificar, em materiais para troquéis à base de gypsum, a influência da sua imersão prévia em óleo mineral inerte, sobre a resistência à abrasão ou desgaste dos mesmos.

Paralela e comparativamente, também, estudamos a influência do referido fator, sobre outra propriedade, qual seja: a resistência à compressão.

2. ALGUMAS PESQUISAS RELACIONADAS SOBRE PROPRIEDADES DE MATERIAIS PARA MODELOS E TROQUÉIS.

Sweeney e Taylor, já em 1950 idealizaram novo método para verificar com bastante maior sensibilidade, alterações dimensionais de produtos à base de gypsum. (5) Este método permitia submeter os corpos de prova a um maior número de tratamentos do que os métodos até então empregados.

Peyton et al (1) estudaram em vários gessos, dureza **Rockwell (15 Y)** resistência à compressão e resistência à abrasão. O ensaio de resistência à abrasão, consistia em verificar a perda de peso de cilindros de gesso de 1/4 de polegada de diâmetro e 2 polegadas de comprimento, quando os mesmos eram submetidos à ação abrasiva de um disco que girava à 78 rotações por minuto, durante 15 segundos, sendo as pressões exercidas sobre os mesmos de 250, 500, 750 e 1000 gramas respectivamente. Os valores são expressos em percentagem de perda de peso.

Mahler, em 1955 (6) numa revisão do que até então se escrevera sobre o assunto, apresenta sua colaboração, estudando alterações dimensionais e resistência à compressão em função de perda de umidade em gessos. Salienta também o fato de que em seu entender a propriedade, quicá, mais importante em materiais para troquéis seja a resistência à abrasão.

Skinner e Gordon, em 1956 pesquisaram a dureza em gessos para tro-

quês. Utilizam entre outros gessos, o Duroc e o Coecal. Estes gessos são vasados em impressões de hidrocolóides reversíveis e irreversíveis, bem como contra uma superfície altamente polida de vidro. O ensaio de dureza Knoop foi efetuado com o WILSON TUCKON TESTER, com cargas de 500 g e 1000 g. Verificaram que quando vasados contra a superfície de vidro, a dureza Knoop era na ordem de 51 (KHN) ao passo que vasados sobre superfícies de hidrocolóides a dureza ficava reduzida para cerca de 29 a 33 (KHN). (7)

Fusayama (8) Estuda particularmente as alterações dimensionais de diversos materiais para troquês e nos apresenta os seguintes resultados:

Duroc	: — 0,01%
Silico - fosfato	: — 0,43%
Fosfato de Zn	: — 0,57%
Amalga de Cu	: — 0,12%

Observou, ainda, que com relação aos cimentos (fosfato de Zn e silico-fosfatos) o aumento de pó, ou seja, misturas mais espessas, aumentavam o valor da contração!

Em outro trabalho, **Fusayama et al (9)** verifica as alterações dimensionais de gessos para troquês, bem como sua dureza Brinell em função de uma série de variáveis, na tentativa de diminuir a alteração dimensional e aumentar a dureza.

Mc Lean (11) em 1958 verificou entre outros, a Dureza VICKERS (carga de 2,5 kg) de 2 marcas de gesso, vasados nas superfícies de duas marcas de silicónas (Silflex e Lastic 55) comparando-as com a dureza dos

mesmos gessos vasados contra uma superfície de vidro altamente polida. Não observou diferenças apreciáveis.

Ostlund em 1959 (4) estudou, comparativamente, a resistência ao corte, dos seguintes materiais: Duroc, Vel-Mix, Perma-Rock, Cristobalite e uma marca de Amalgama, com as respectivas durezas do tipo Brinell. Conclui que os ensaios do tipo Dureza, não possuem significado que possa ser correlacionado com a situação que em realidade ocorre num laboratório, no que se refere à materiais para modelos ou troquês.

Wasser (12,13) descrevendo a técnica que segue e sugere para elaboração de troquês para técnicas de fundições, menciona dois tipos de resinas epóxicas: 1) DEVCON W R («plastic steel» e 2) DEVCON F₂ («plastic aluminum») o material é «pintado», escoado e vibrado para o interior de uma impresso de mercaptana (no caso o «Kerr Rubber Base»). Possui uma coloração preta e requer, para fins de contraste, uma cera para escultura de cor clara. Seu endurecimento se processa após várias horas e a separação da impressão não é fácil.

Cohen (14) comparando 4 gessos «especiais» (Velmix, Super-Die, Duroc e Glastone) com cimento de alumínio de cálcio, enaltece as grandes possibilidades deste último material como material para modelo ou troquel, merço de sua maior dureza (Rockwel superficial). Entre os gessos, reconhece como superior o Glastone, apresentando como único inconveniente, seu reduzido «tempo de trabalho».

Hosada et al (2) em seu trabalho idealizam um novo tipo de aparelhagem para o que denominam de «Sra-tch hardness test» e encontram para os ensaios de dureza Knoop, valores que variam desde 2 (KHN) até 13 (KHN)— Estes valores foram obtidos 1 hora após a obtenção dos corpos de prova, até decorridas 33 horas de sua obtenção. Salientam ainda o fato de que o «tratamento» da superfície dos gessos com a aplicação sobre o mesmo de uma solução «endurecedora» AUMENTAVA (??!) a dureza em 4 (QUATRO) números Knoop! Sabendo-se que o que em realidade o protesista está procurando seria um aumento de no mínimo 100 ou mais números de dureza Knoop, a diferença acima mencionada é desprezível.

Em uma pesquisa feita em nosso laboratório (15) verificamos o aumento na capacidade de reprodução de detalhes nas superfícies de gessos, quando os mesmos eram imersos em óleo, por 24 horas imediatamente após sua separação da impressão.

Hollenback (16) pesquisando várias propriedades em gessos para modelos e troquéis, referindo-se particularmente à alterações dimensionais conclue que a maioria dos modernos gessos «especiais» são, neste particular, perfeitamente satisfatórios.

Illari (17) pesquisando 4 marcas de resinas epóxicas para troquéis (Poxipol, Poxiblanc, Poxiglas e Araldit) apresenta como valores de alterações dimensionais ao fim de 24 horas, percentagens que variam desde 0,0014% até 0,0092%, o que nos permite concluir que em relação ao tipo

de precisão requerido na elaboração de fundições, os valores mencionados são absolutamente desprezíveis, embora se trate de contrações. O inconveniente destes materiais reside, eventualmente, na demora de seu endurecimento, o qual, segundo o mesmo autor variou de 10 — 12 horas à temperaturas de 25 — 30°C e de 3 — 4 horas à temperaturas de 37° C. Na descrição de uma técnica que recomenda, **Elman (18)** utiliza como material para troquéis, a resina epóxica STON-E-POX, efetuando sobre o modelo de gesso especial obtido através da impressão original, uma aplicação superficial com um pincel ou chumaço de algodão. Após a aplicação, os troquéis permanecem cerca de 10 minutos (à uma distância de 10 cm) sob a ação de uma lâmpada infra-vermelho (200° F). Os resultados satisfatórios, segundo Elman, referem-se a mais de 100 casos de restaurações do tipo MO e MOD. Os troquéis, vasados «in totum» com resina epóxica NÃO se ajustavam (!) De outro lado, sugere que para coroas e grampos se efetue DUAS aplicações de STON-E-POX sobre os modelos ou troquéis.

Vieira et al (19) preocupam-se com a reprodução de detalhes em impressões com 4 marcas de alginate nacionais, vasadas em um gesso pedra, concluindo que a «pressão com confinamento durante a moldagem resulta em distorções por liberação de tensões». As moldagens foram efetuadas em sulcos obtidos por intermédio do aparelho DURIMET.

Gardemin (20) verificando as alterações dimensionais em gessos para

troquéis e cimentos para a mesma finalidade, mensurando-as logo após o endurecimento e, durante um período de 20 horas, encontrou os seguintes resultados: para os gessos (Duroc, Vel-Mix etc.) variações desde $+ 2,46 \times 10^{-3}\%$ até $-16,0 \times 10^{-3}\%$; para os cimentos: variações desde $-5,26 \times 10^{-3}\%$ até $-8,68 \times 10^{-3}\%$. **Bolouri e Marxkors (21)** preocupando-se com os fatores diversos que possam modificar a rugosidade de superfície em fundições, ao abordar a fase de troquéis, afirma que os gessos so excelentes quanto à lisura de superfície, particularmente quando os modelos forem obtidos sob vibração e em vácuo. A rugosidade nas fundições se deve à outras fases do processo, como seja a do revestimento e da fundição propriamente dita.

Gettleman e Ryge (22) em suas pesquisas sobre precisão de troquéis para elaboração de fundições odontológicas, concluem que, seja qual for o material para troquéis preferido pelo cirurgião-dentista, este deve procurar aperfeiçoar a técnica da melhor maneira possível, padronizando-a e, uma vez satisfeito, não mais efetuar alterações na mesma. O que ocorre é que tanto pode o troquel ser um pouco maior como um pouco menor do que o dente em questão, sendo esta diferença compensada por modificações na técnica de fundição propriamente dita. Em sua pesquisa, Gettleman e Ryge (22) estudam dois aspectos principais em relação à materiais para troquéis: alterações dimensionais e reprodução de detalhes. Os materiais estudados são: gessos pedra, gessos especiais,

resinas epóxicas, resinas de metilmetacrilato, amalgamas de prata e cobre e metalizações por prata e cobre. As alterações dimensionais são estudadas por um período de 24 horas e foram as seguintes: EXPANÇÕES: densite: $+ 0,05-0,27\%$; hidrocal: $+ 0,06-0,20\%$; Amalgama de Ag: $+ 0,51\%$; Amalgama de Cu: $+ 0,34\%$ CONTRAÇÕES: Resinas epóxicas: $- 0,03-0,14\%$; Resinas de metil metacrilato: $-0,10-0,24\%$; Metalização pela Prata: $-0,10-0,20\%$; Metalização pelo Cobre: $-0,07-0,04\%$.

Quanto à duplicação de detalhes, os ensaios foram efetuados em penetrações do tipo Knoop, com as dimensões desde 17 até 235 micra revelando-se a Metalização pela prata como a melhor e a resina epóxica como a pior, neste sentido.

Rogers (23) numa tentativa de superar todas as variáveis associadas aos muitos materiais utilizados nos procedimentos para obtenção de fundições de ligas de ouro, objetivando conseguir o melhor AJUSTE possível, efetua a deposição SOBRE o troquéis de gesso pedra, por galvanoplastia, de ouro puro, completando a seguir a escultura da matriz, em cera para fundições. NÃO usa gessos especiais, do tipo Vel-Mix e Duroc, por exemplo, por ser mais difícil a remoção, nestes últimos, da parte de ouro depositado por eletrólise.

Docking (24) chamando a atenção para as possibilidades de resinas compostas como materiais para troquéis lembra que à medida que novos materiais vão surgindo e que apresentem excelentes qualidade quan-

to à DUREZA, são logo considerados para utilização para troquéis. Tal é o caso de materiais cerâmicos (resinas compostas) que no entanto, apresentam como principal problema ou inconveniente, no entender de Docking, o aspecto de alterações dimensionais, além de serem mais dispendiosos.

Biethe (25), utilizando como «modelo» uma matriz esquemática para MOD em aço inoxidável, sobre a qual elaborara uma fundição «precisa», passou a estudar as diversas «combinações» material de impressão-material para troquel. Os materiais de impressão que utilizou em sua pesquisa foram: godiva, Silone, Sta-Seal, Impressional e Lastic 55. Os materiais para modelo foram: Moldano, Moldaroc, Duroc e o Cimento de fabricação «JOTA».

A fundição padrão era recolocada no troquel e eram em seguida mensuradas as distâncias nas porções proximais, distâncias estas expresas em 0,01 mm. As duas melhores combinações eram: Silone-Duroc e Lastic 55-Duroc.

Combe e Smith (26) verificaram em 4 marcas de gesso para modelos e 6 gessos para troquéis, propriedades tais como: consistência, presa, resistência à compressão, resistência transversa, dureza e características de partículas. Um detalhe curioso que observou é que alguns gessos para modelos eram superiores em dureza e resistência à compressão do que alguns gessos para troquéis, concluindo no entanto, que esta não era a regra e que na maioria dos casos, a manipulação correta dos ges-

sos para troquéis ressaltava suas superiores qualidades.

Baerecke (27) em uma revista bibliográfica menciona as dificuldades de troquéis metalizados, dado à sua boa condutibilidade térmica, a qual faz com que a cera esfrie rapidamente nas partes em contato com o metal, criando tensões internas. Salienta ainda, Baerecke, as vantagens do níquel para metalizações, por seu pH quase neutro e pela maior rapidez na eletro-deposição.

Outro fator salientado por Baerecke são as boas propriedades de resinas epóxicas, em seu entender, no que se relaciona à maior dureza e menor condutibilidade térmica. A resina epóxica vasada em silicóna, não é adesiva. Em conclusão, da o referido autor, preferência em troquéis, para o níquel eletrolítico e para a resina epóxica industrial com quartzo!

Astiz e Lorencki (28) estudaram 8 materiais para troquéis, no que se relaciona ao ajuste em troquéis por eles obtidos, em uma «preparação» do tipo coroa total, usando para isto uma fundição «padrão» com uma abertura em forma de janela. Utilizaram o mesmo material de impressão em todos os casos, ou seja, uma silicóna do tipo «heavy bodied». Materiais para troquéis ensaiados: Vel-Mix (com e sem aditivo), Divestment, Experimental P 44, Pri-die-Magic-mic, Diamond-Die, Copper-plated die e Experimental Ceramco die material. Os materiais para troquéis Experimental P 44 e Pri-die Magic-mix contraíam sistematicamente. Em dez casos, o Experimental Ceramco die

material contraiu 5 vezes e expandiu 5 vezes. Os demais acusavam uma expansão quase que sistemática. O trabalho foi analisado estatisticamente e se concluiu que os gessos especiais sem aditivo davam os resultados mais precisos!

Finalmente Stackhouse, mensurando as alterações dimensionais de troquéis de gesso especial (Vel Mix) à partir de impressões de 3 siliconas e uma mercaptana, em seu trabalho de pesquisa (28) verificou que havia diferenças significativas não só entre os materiais, mas e, principalmente, entre as diversas técnicas de moldagem utilizadas e dos tipos de moldeiras utilizados.

As siliconas e a mercaptana por eles utilizadas, não preenchiam a Especificação N° 19 da Associação Dentária Americana (29) quanto à alterações dimensionais em 24h horas. Ambas alteravam em mais do que 0,6% e 0,4%, respectivamente.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 MATERIAIS UTILIZADOS

Os gessos, bem como outros materiais que utilizamos em nossa pesquisa, podem ser observados na Tabela N° 1. Da mesma forma que podem observar na mencionada tabela, as proporções A/P em que os mesmos foram utilizados.

3.2 RESISTENCIA AO DESBASTE

3.2.1 Elaboração dos corpos de prova

Na elaboração dos corpos de pro-

va, usávamos sempre a espatulação mecânico-manual e o vasamento para o interior dos moldes se processava, sistematicamente, sob vibração.

Os moldes, elaborados em «KOROGEL», à partir de uma matriz em aço inoxidável, nos possibilitavam a obtenção de corpos de prova na forma de um tronco de cone, unido à uma base quadrada, a qual permitia sua fixação à base do aparelho para execução do desbaste, por intermédio de um dispositivo especial.

A representação esquemática do tronco de cone (diâmetro superior: 2,20 mm e ângulo «∞» = 80°) pode ser observada na Fig. 1.

3.2.2 Condições dos ensaios

3.2.2.1 Sem óleo

Após a reação de endurecimento, os corpos de prova, removidos do krogel, eram colocados numa estufa à 37° C, onde permaneciam pelo espaço de 24 horas, após o que aguardávamos o seu retorno à temperatura ambiente, para prosseguir no ensaio.

3.2.2.2 Com óleo

O procedimento inicial era idêntico ao acima descrito, exceto que, imediatamente após a remoção da estufa, os corpos de prova ficavam imersos em óleo mineral inerte durante 24 horas. Decorrido este espaço de tempo, retirava-se os corpos de prova e permitia-se o escoamento do excesso de óleo, operação esta, facilitada com papel absorvente.

3.2.3 Aparelhagem para o desbaste e realização dos ensaios

A aparelhagem utilizada para realizar a abrasão ou desbaste nos corpos de prova, pode ser observada na Fig N° 2. Trata-se de uma pequena modificação, no aparelho de Vicat. Primeiramente o peso da haste foi reduzido em 100 g. Adaptou-se um dispositivo (A) que fixava a peça de mão (B) à haste (C) do aparelho de Vicat. O corpo de prova (E) era fixado à base do aparelho, pelo dispositivo (F). A peça de mão, fixava-se por intermédio de um mandril, um disco abrasivo de SiC, de granulometria 150 e, cujo diâmetro era de 7/8 de pol (22mm). Este disco «de separação» marca «WIDENTA» (Budapest) encontrava-se apoiado em sua parte superior, afim de evitar possíveis flexões, por um disco de igual diâmetro, de aço. A velocidade de rotação foi reduzida para 360 rpm. O tempo de duração do desbaste era de 5 segundos, o que nos dava 30 rotações do disco abrasivo, sobre o corpo de prova. A pressão durante a abrasão era a seguinte:

Peso de caneta + mandril = 91 g
 Peso da haste etc. = 261 g

Peso total: 352 g

A temperatura ambiente, durante a realização dos ensaios era de $21 \pm 5^\circ\text{C}$ e a humidade relativa de $61 \pm 12\%$.

3.2.4 Mensuração dos corpos de prova desbastados

Tratando-se de corpos de prova em

forma de tronco de cone, quanto menos resistente à abrasão ou desbaste, o material de que eram constituídos, mais aumentava seu diâmetro, após as 30 rotações que sobre ele exercia o disco abrasivo, o qual era, evidentemente NOVO para cada ensaio.

O diâmetro, assim aumentado, era novamente medido, por intermédio de um microscópio de mensuração, marca GAERTNER, cuja precisão era de 0,002 mm. Obtinha-se sempre a média de várias medidas de diâmetros.

3.2.5 Resultados obtidos e interpretação dos mesmos.

Os resultados obtidos podem ser observados nas Tabelas de N°s 2 e 3, respectivamente, bem como no **GRAFICO I**.

A Tabela de N° 2, particularmente, nos mostra como, à partir do diâmetro dos corpos de prova desbastados, calculávamos, conhecido o ângulo « ∞ » de 80° , a altura «h» e, posteriormente, o volume «V» de material desbastado.

Optamos por este método de mensuração e cálculo, por acharmos que a mensuração direta da altura «h», dado às paredes inclinadas do tronco de cone, era menos precisa.

Abaixo na Tabela N° 2, para fins de comparação, relacionamos os resultados obtidos com outros materiais, tais como, Kriptex, e os revestimentos Cristobalite e Control Powder, da Kerr, bem como o revestimento Beauty Cast.

Na Tabela N° 3, podemos observar como, definitivamente, a imersão pré-

via em óleo, aumentou a resistência ao desbaste em todos os gessos ensaiados. (GRÁFICO I)

Na primeira coluna, os materiais ensaiados, na segunda coluna, os respectivos volumes removidos SEM imersão em óleo.

Na terceira coluna, observamos os resultados decorrentes da imersão prévia em óleo, cujos valores são bem menores.

Na quarta coluna, a diferença percentual entre os valores anteriores e, na quinta coluna, finalmente, a significância.

Todos os resultados constituem média de no mínimo 10 ensaios, os quais foram analisados estatisticamente. (Distribuição de «F»).

3.3 RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

3.3.1 Elaboração dos corpos de prova

A manipulação dos materiais foi idêntica à dos ensaios para resistência ao desbaste, exceto quanto à forma dos corpos de prova, que no caso eram cilíndricos: diâmetro 1,3 pol (33,0 mm), altura 2,0 pol (50,8 mm).

3.3.2 Condições do ensaio

Idênticas às condições dos ensaios para resistência ao desbaste, ou seja: uma série sem imersão em óleo e outra série com imersão em óleo.

3.3.3 Aparelhagem para o ensaio e execução do mesmo

Os ensaios de resistência à com-

pressão foram executados numa máquina de ensaio Universal «AMSLER», com balança de inclinação e comando mecânico, no Instituto Tecnológico do Rio Grande do Sul. A carga de ruptura era indicada por um ponteiro de máxima, que, arrastado pelo ponteiro de carga durante o aumento da mesma, fica na posição máxima atingida, quando a carga decresce.

3.3.4 Resultados obtidos e interpretação dos mesmos

Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela N° 4 bem como no GRÁFICO II, e são expressos em kg/cm².

Analisando os resultados apresentados na Tabela N° 4 e no GRÁFICO II, veremos que os gessos HERODENT, COMUM, BOILSOFT e VELMIX tiveram as suas resistências à compressão AUMENTADAS, quando previamente imersos em óleo! Nos gessos BOILSOFT e VELMIX, no entanto, a diferença NÃO é significativa.

Os gessos QUICKSTONE, GESSOTERM, BR, DUROC e DUORITA, por outro lado, tiveram as suas resistências à compressão DIMINUÍDAS nas mesmas condições! No gesso DUROC, a significância é ao nível de .05 e no gesso DUORITA a diferença NÃO é significativa.

Se nos detivermos para analisar especificamente aqueles casos em que os gessos tiveram suas resistências à compressão DIMINUÍDAS quando de sua imersão prévia em óleo, veremos que as diferenças, embora es-

tatisticamente significativas na maioria dos casos (GT, Q, BR e D), são respectivamente de 45, 02, 74 e 54 kg/cm², valores que consideramos de pouca importância no uso em laboratórios de Prótese, particularmente na elaboração de troquéis, os quais pouco estão sujeitos à cargas de compressão, mas muito à operações que podem ocasionar abrasão!

4. CONCLUSÕES

4.1 A imersão prévia em óleo. AUMENTOU definitivamente a resistência ao desgaste nos 10 gessos para modelos e troquéis, por nós ensaiados. (Gráfico I e Tabela Nº 3: diferenças estatisticamente significativas ao nível de .01).

4.2 Embora alguns gessos tivessem sua resistência à compressão DIMINUÍDAS, quando de sua imersão prévia em óleo, as diminuições representam valores em kg/cm² que consideramos de pouca importância no uso em laboratório de Prótese Dentária, particularmente na elaboração de troquéis, os quais quase não estão sujeitos à cargas de compressão, mas muito à operações que ocasionam desgaste ou abrasão!

4.3. Pelo fato de em outro trabalho já havermos verificado que há vantagens quanto à «manutenção de detalhes de superfície dos modelos»¹⁵, aliados às conclusões 4.1 e 4.2 do presente trabalho, recomendamos a imersão prévia em óleo mineral inerte, conforme a técnica descrita em 3.2.2.2.

5. RESUMO

Os produtos à base de gypsum, parecem reunir, segundo a maioria dos autores, a maior parte das propriedades desejáveis a um material que se destine a um modelo ou troquéis.

A propriedade, no entanto, em que geralmente são considerados pouco eficientes, é a que se relaciona à resistência ao desgaste ou abrasão.

Os AA, além de descreverem e utilizarem um novo método para mensurar a resistência ao desgaste dos produtos à base de gypsum, recomendam a imersão destes últimos, previamente em óleo mineral inerte, com o fim de lhes aumentar a resistência ao desgaste ou abrasão.

Paralelamente, ao estudarem a resistência à compressão dos mesmos materiais, verificam que, embora alguns dos gessos tivessem sua resistência à compressão diminuída quando de sua imersão prévia, em óleo, as diferenças representam valores em kg/cm², que consideram de pouca importância no uso em laboratórios de Prótese Dentária, em que os modelos e troquéis estão muito mais sujeitos à operações que lhes ocasionam desgaste ou abrasão. Os resultados foram estatisticamente analisados.

5.1 SUMMARY

Gypsum products are generally considered, by the majority of investigators, to possess the greatest amount of desirable properties, when used as model or die materials.

The property, however, in which they are less efficient is the one related to abrasion resistance.

The authors describe a new method to measure the abrasion resistance of gypsum products and recommend their immersion in inert mineral oil, prior to their use, in order to increase this property.

Studying, simultaneously, the compressive strenght of the same

materials, the authors verify that, even though some of the gypsum products have their compressive strenght diminished due to a previous immersion in oil, the differences, expressed in kg/cm², have no clinical significance, considering their use as model or die materials, which are much more subjected to abrasion or cutting actions in the dental laboratory. The results were statistically analysed.

T A B E L A N ° 1

GESSOS UTILIZADOS NA PESQUISA

MARCA	SIGLA	PROP. A/P	FABRICANTE	N° DE PARTIDA
Boilsoft	B	0,50	Ransom & Randolph (USA)	—
Vel-Mix Stone	VM	0,24	Kerr Manuf. Co (USA)	624-RA-3775
Herodent	H	0,30	Herman Josias S. A.	—
Duroc	D	0,24	Ransom & Randolph (USA)	—
BR Gesso Pedra	BR	0,32	Reveleu & Preuss LTD (SP)	—
Quickstone	Q	0,40	Primus (D. B.) S. P.	—
Gessoterm	GT	0,30	Cia Dental Primus (SP)	—
Diolite	DI	0,30	Kerr Manuf. Co. (USA)	681
Duorita	DU	0,30	Ind. Gesso Mossoró (GB)	—
Gesso Comum	GC	0,34	Chaves (GB)	—

OUTROS MATERIAIS UTILIZADOS

Kriptex p/mod.	K		S. S. White D. Mfg. Co. (USA)	Pat. Bras. 16439
Cristobalite Inv	C	0,40	Kerr Manuf. Co. (USA)	—V—401
Control Powder	PC	0,35	Kerr Manuf. Co. (USA)	541—F—374
Beauty Cast	BC	0,30	Primus (D. B.) S. P.	—

TABELA N.º 2

SIGLA	d	D	r_1	r_1^2	r_2	r_2^2	h	h/3	Volume em mm ³ de material desbastado
BR	2,20	2,79	1,10	1,21	1,395	1,946	1,673	0,558	8,225 *
		3,22			1,610	2,592	2,892	0,964	16,877
D		2,95			1,475	2,176	2,127	0,709	11,156 *
		3,33			1,665	2,772	3,204	1,068	19,506
DU		2,97			1,485	2,205	2,183	0,728	11,549 *
		3,41			1,705	2,907	3,431	1,144	21,539
VM		2,98			1,490	2,220	2,212	0,737	11,737 *
		3,43			1,715	2,941	3,488	1,163	22,060
Q		3,07			1,535	2,356	2,467	0,822	13,572 *
		3,50			1,750	3,063	3,686	1,229	23,930
GT		3,12			1,560	2,434	2,609	0,870	17,332 *
		3,63			1,815	3,294	4,055	1,352	27,612
H		3,00			1,500	2,250	2,269	0,756	12,136 *
		3,65			1,825	3,331	4,112	1,371	28,208
B		3,42			1,710	2,924	3,459	1,153	21,787 *
		4,83			2,415	5,832	7,458	2,486	75,750
DI		2,98			1,490	2,220	2,212	0,737	11,737 *
		3,33			1,665	2,772	3,204	1,068	19,506

TABELA N° 2.1

SIGLA	d	D	r_1	r_1^2	r_2	r_2^2	h	h/3	Volume em mm ³ de material desbastado
K		2,81			1,405	1,974	1,730	0,577	8,573
C		5,94			2,970	8,821	10,605	3,535	147,680
PC		7,54			3,770	14,213	15,142	5,047	310,296
BC		8,96			4,480	20,070	19,169	6,390	526,121

O ângulo de inclinação era de 80°

Tangente de um ângulo de 80° = 5,6713 (de tabela)

A L T U R A

$$h = (r_2 - r_1) \times \text{tang. de } 80^\circ$$

V O L U M E

$$V = \frac{h}{3} (r_1^2 + r_1 \times r_2 + r_2^2)$$

d = diâmetro original

D = diâmetro após o desbaste

r_1 = raio original

r_2 = raio após o desbaste

h = altura desbastada do cone

T A B E L A N º 3
R E S I S T Ê N C I A A O D E S B A S T E
M A T E R I A L R E M O V I D O (m m 3)

G E S S O	SEM	COM	DIF. %	SIGNIFI- CÂNCIA
	ÓLEO	ÓLEO		
BR	16,877	8,225	51,3	**
DUROC (D)	19,506	11,156	42,8	**
DUORITA (DU)	21,539	11,549	46,4	**
VEL-MIX (VM)	22,060	11,737	46,8	**
DIOLITE (DI)	19,506	11,737	39,8	**
HERODENT (H)	28,208	12,136	57,0	**
QUICKSTONE (Q)	23,930	13,572	43,3	**
GESSO COMUM (GC)	23,386	13,792	41,0	**
GESSOTERM (GT)	27,612	17,382	37,1	**
BOILSOFT (B)	75,750	21,787	71,2	**

OUTROS MATERIAIS

KRIPTEX P/MODELOS (K)	8,573
CRISTOBALITE INV. (C)	147,680
CONTROL POWDER (PC)	310,296
BEAUTY CAST PRIMUS	526,121

** = altamente significativo (ao nível de .01)

T A B E L A N º 4

G E S S O	R E S I S T Ê N C I A A C O M P R E S S Ã O			SIGNIFI- CÂNCIA
	SEM ÓLEO	COM ÓLEO	DIF. %	
BOILSOFT (B)	58	60	+ 3,5	n. s.
GESSOTERM (GT)	155	110	- 29,0	**
QUICKTONE (Q)	120	118	- 1,7	**
GESSO COMUM (GC)	113	217	+ 92,0	**
GESSO PEDRA BR (BR)	303	229	- 24,4	**
DUORITA (DU)	297	283	- 4,7	n. s.
HERODENT (H)	240	284	+ 18,3	**
DUROC (D)	437	383	- 12,4	*
VEL-MIX (VM)	446	450	+ 0,9	n. s.

** = altamente significativo (ao nível de .01)

* = significativo (ao nível de .05)

n.s. = não significativo

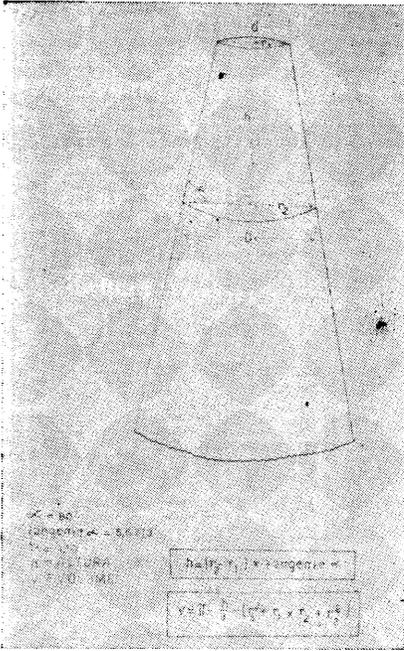
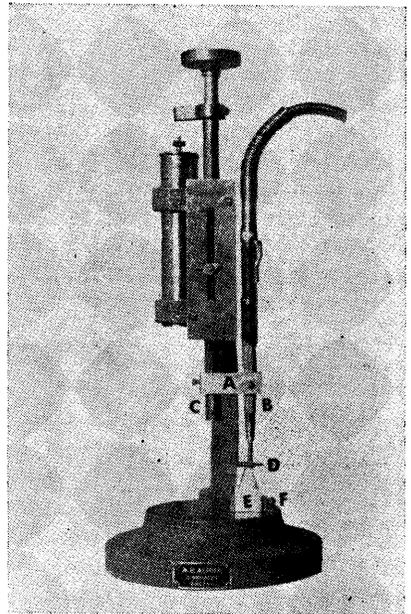


FIG. 1 — Representação esquemática do tronco de cone. D diâmetro mensurado após o desbaste. d diâmetro original (2,20 mm) Ângulo «∞» 80°

FIG. 2 — APARELHAGEM PARA PROVOCAR O DESBASTE NOS CORPOS DE PROVA. (A) Dispositivo que fixava a peça de mão (B) à haste (C) do aparelho de Vicat. O disco abrasivo (D) provocava o desbaste no corpo de prova (E), o qual era fixado à base do aparelho, pelo dispositivo (F).



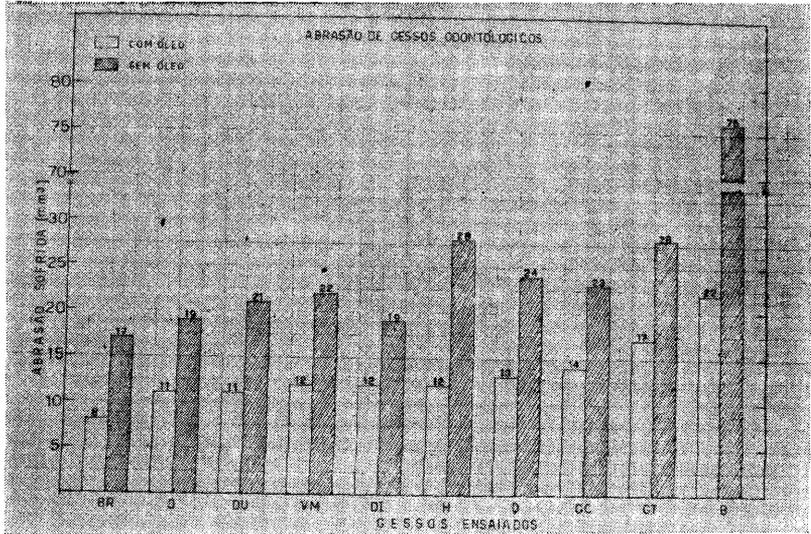


GRÁFICO I

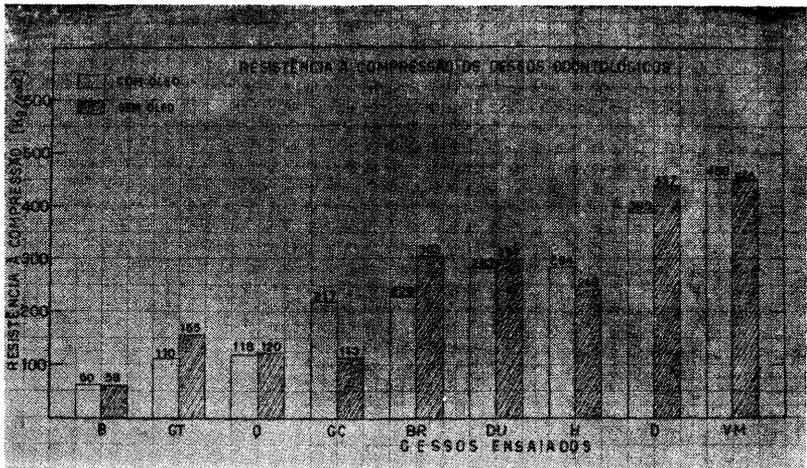


GRÁFICO II

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. PEYTON, F.A.; LEIBOLD, J.P. & PIDGLEY, G.V. — Surface hardness, compressive strenght, and abrasion resistance of indirect die stones. *J. Pros. Dent.*, St. Louis, 2(3):381-389 May 1952
2. HOSADA, H.; OTANI, H.; HIRANO, T. & FUSAYAMA, T. — Measurement and reinforcement of the superficial hardness of indirect stone models. *J. Dent. Res.*, Chicago, 41(4):752-759 Jul-Aug 1962
3. TORESKOG, S.; PHILLIPS, R. & SCHNELL, R.J. — Properties of die materials: a comparative study. *J. Pros. Dent.*, St. Louis, 16(1):119-131 Jan-Feb 1966
4. OSTLUND, S.G. — Cutting resistance tests of die materials. *J. Pros. Dent.*, St. Louis, 9(3):461-467 May-June 1959
5. SWEENEY, W.T. & TAYLOR, D.F. — Dimensional changes in dental stone and plaster. *J. Dent. Res.*, Chicago, 29(2):749-755 Dec 1950.
6. MAHLER, D.B. — Plasters of paris and stone materials. *Int. Dent. J.*, Holland, 5(2):241-254 June 1955
7. SKINNER, E.W. & GORDON, C.C. — Some experiments on the surface hardness of dental stones. *J. Pros. Dent.*, St. Louis, 6(1):94-100 Jan 1956
8. FUSAYAMA, T. — Dimensional, form and hardness changes of dies for indirect dental technics. *JADA*, Chicago, 52(2):162-185 Feb 1956
9. FUSAYAMA, T.; YOSHIZAWA, K. & KUROSU, K. — Accuracy and hardness of indirect inlay dies. *Bull. Tokyo Med. & Dent. Univ.*, Tokyo, 2(3):199-216 Jan 1956
10. FUSAYAMA, T. — Accuracy and hardness of indirect inlay dies. *Bull. Tokyo Med. & Dent. Univ.*, Tokyo, 2(3):187-197 Jan 1956
11. McLEAN, J.W. — Silicone impression materials. *Brit. Dent. J.*, Brighton, 104(12): June 17, 1958
12. WASSER, V.E. — New die materials for master casts. *J. Pros. Dent.*, St. Louis, 11(6):1122-1123 Nov-Dec 1961
13. WASSER, V.E. — New die materials for master models. *D. Digest.*, Pensilvanya, 68(2):76-77 Feb 1962
14. COHEN, J. — New die materials in dentistry. *J. Mich. D. Ass.*, Michigan, 44(1):9-13 Jan 1962
15. BOMBONATTI, P.E.; PIGNATARO, J.C. & SÜFFERT, L.W. — Imerção em óleo dos modelos e a manutenção de detalhes de superfície dos mesmos. *Rev. Bras. Odont.*, Rio de Janeiro, 21(119):136-144 Set-Out 1962
16. HOLLENBACK, G.M. — The physical properties of gypsum plasters. *J. So. Calif St. D.A.*, Los Angeles, 31(2):47-49 Feb 1963

17. ILLARI, R.E.E. — Utilidad de las resinas epóxicas como material para modelos. *Rev. A. Odont. Arg.*, Buenos Aires, 52(1):11-14 Jan 1964
18. ELMAN, I.A. — Precision gold inlays on epoxy-hardened stone dies. *D. Digest.*, Pensilvania, 74(5):206-209 May 1968
19. VIEIRA, D.F. & ARAÚJO, P.A. — Fidelidade de reprodução de pormenores, por parte de alginatos diversos, moldados com ou sem pressão. *Rev. Fac. Odont. Univ. S. Paulo*, S. Paulo, 4(1):35-49 Jan-Jun 1966
20. GARDEMIN, U. — Über das volumenverhalten von hartgipsen und modell-zementen. *Deutsche Zahnärztl. Zeitschr.*, München, 24(12):1023-1029 Dez 1969
22. GETTLEMAN, L. & RYGE, G. — Accuracy of stone, metal and plastic die materials. *J. Calif. D. A.*, San Francisco, 46(1):28-31 1970
23. ROGERS, O.W. — The electroformed gold matrix inlay technique. *Aust. Dent. J.*, Sidney, 15(4):316-323 Aug 1970
24. DOCKING, A.R. — Modern materials in dental practice. *Aust. Dent. J.*, Sidney, 15(4):303-309 Aug 1970
25. RIETHE, P. — Über den einfluss verschiedener abdrucksmaterialien und modell-werkstoffe auf die passagenauigkeit von MOD gussfüllungen. *Deutsche Zahnärztl. Zeitschr.*, München, 18(9):1034-1040 Sept 1963
26. COMBE, E.C. & SMITH, D.C. — Some properties of gypsum plasters. *Brit. Dent. J.*, Brighton, 117(6):237-245 Sept 15, 1964
27. BAERECKE, W.E. — Nuevos materiales para modelos en protesis fija. *La Tribuna Odont.*, Buenos Aires, 51(10-11-12):185-189 Out-Dez 1967
28. STACKHOUSE, J.A. — The accuracy of stone dies made from rubber impression materials. *J. Pros. Dent.*, St Louis, 24(4):377-386 Oct. 1970
29. COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES — Guide to dental materials and devices. 4th Edition, 1968-69 American Dental Association, Chicago, USA, 1968 (p176-181)