RESISTÊNCIA AO IMPACTO DE REVESTIMENTOS PARA FUNDIÇÕES ODONTOLÓGICAS, EM DIVERSAS CONDIÇÕES DE TEMPERATURA NO FORNO

Prof. Léo Werner Süffert *

Prof. Fernando Lyra Martins **

S I N O P S E

Os investigadores procuram verificar e comparar a resistência ao impacto ou choque, em quatro marcas comerciais de revestimentos odontológicos, em função da perda de calor verificada nos corpos de prova em diversos espaços de tempo, ao serem retirados do forno à temperatura de 700°C. Chama atenção para o relacionamento gráfico deste tipo de experiências, na forma de curvas elaboradas simplesmente à partir de médias de ensaios. Quando não forem corroboradas por uma análise estatística, podem induzir facilmente à deduções e conclusões errôneas.

1 INTRODUÇÃO

Nos processos de fundições, o material refratário (revestimento) é levado ao forno, cuja temperatura deverá atingir 700°C, na maioria das técnicas. Com este aquecimento objetiva-se: 1º a eliminação da cera que serviu como matriz e que deverá ser volatilizada sem deixar resíduos, e 2º obter um aumento volu-

métrico da massa de revestimento com a finalidade de compensar contrações já ocorridas durante a elaboração da matriz de cera e contrações que irão ocorrer durante a solidificação da liga de ouro.

Através de um canal de «alimentação» e, por forças de centrifugação, pressão de ar ou gases, ou ainda, por sucção (vacuo), a liga de ouro em estado líquido é jogada para o interior da massa de revestimento. ocasionando nesta última um CHOQUE ou IMPACTO.

De acordo com as condições de temperatura em que se encontra a massa de revestimento, não seria de se supor que poderá variar a sua resistência ao impacto?

No decorrer da revisão da bibliografia, encontramos algumas referências sobre o assunto, embora abordassem o mesmo de fora indireta.

Skinner Phillips¹, referindo-se ao assunto dizem: «o aquecimento do revestimento à 700°C não faz com que sua resistência seja muito menor do que aquela apresentada à temperatura ambiente. Após ter es-

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

** Professor Auxiliar de Ensino de Materiais Dentários, Faculdade de Odontologia, UFRGN, Bolsa de Aperfeiçoamento de Ensino e Pesquisa concedida pela CAPES.

friado à temperatura ambiente, a resistência diminui consideravelmente, talvez devido às pequenas fraturas que se formam durante o esfriamento.

Souder e Paffenbarger², efetuaram ensaios de resistência à compressão de dois tipos de revestimento durante a ebulição de temperatura e após o seu total resfriamento, chegando à conclusão de que existe uma diminuição bastante significativa na resistência à compressão.

Outra referência que se relaciona com o presente trabalho, ainda que indiretamente, é o gráfico (p. 166) bem como a tabela (p. 167) encontrados no livro de Smith³, nos quais o referido autor relaciona as condições de temperatura de um revestimento com sua resistência à compressão, sem contudo dar maiores detalhes sobre a forma como foi conduzida a investigação.

O objetivo da presente investigação

é o de estudar o comportamento de quatro marcas de revestimento no que se relaciona à sua resistência ao impacto, quando retirados do forno à temperatura de 700°C.

O tempo decorrido deste à retirada do forno e o momento em que se realizavam os ensaios de resistência ao impacto, era respectivamente de: 15, 30, 40, 50 e 60 segundos e, 5, 10 e 15 minutos.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os corpos de prova eram obtidos, vasando-se as misturas de revestimento, em sua consistência padrão, de acordo com as normas geralmente aceitas para este fim.⁴ e ⁵

As quatro marcas de revestimento utilizados nesta pesquisa, bem como as proporções água/revestimento em que foram empregados e os nomes de seus respectivos fabricantes, constam da Tabela de Nº 1.

T A B E L A Nº 1

M A R C A	SIGLA	Proporção A/P	FABRICANTE	Partida (Nº)
HERODENT	A	0,33	Herman Josias S.A.	n/c
EXCELSIOR	B	0,35	S.S. White Company	n/c
EXPERIMENTAL S. S. WHITE	C	0,40	S.S. White Company	n/c
CRISTOBALITE	D	0,40	Kerr Manuf. Co.	n/c

2.1 ELABORAÇÃO DOS CORPOS DE PROVA

Os corpos de prova foram elaborados numa matriz de aço inoxidável, segmentada, que possuía as seguintes dimensões: 70 mm de comprimento, 12 mm de altura e 12 mm de largura. O volume era consequentemente de 10.080 mm³.

A matriz de aço inoxidável era presa por um atarrachador em forma «C», e depositada sobre uma lagem de vidro. Uma vez vasada a mistura de revestimento, em sua consistência padrão (conforme Tab. 1), colocávamos uma outra lagem de vidro sobre a matriz, pressionada por um peso de 1.680 g, afim de que os corpos de prova tivessem superfícies planas e paralelas.

Nos ensaios de perda de temperatura, inseria-se no centro geométrico do corpo de prova, um terminal de par termo-elétrico.

Decorridos 15 minutos, retirava-se o atarrachador, separando-se a matriz de aço inoxidável, liberando assim o corpo de prova.

Na figura de N° 1, podemos observar a matriz utilizada, bem como 3 corpos de prova, já elaborados.

2.2 ENSAIOS DE PERDA DE TEMPERATURA

Antes de realizarmos os ensaios de resistência ao impacto, realizamos uma série de ensaios para verificar a perda de temperatura nos revestimentos, à partir de 700°C.

Fig. 1 — Matriz de aço inoxidável, utilizada na elaboração dos corpos de prova.

Determinamos a perda de temperatura, através de um par termo-elétrico «Cromel-Alumel»-Miliamperímetro, com o terminal colocado no

centro geométrico do corpo de prova, local em que o mesmo seria submetido à cargas de impacto. (Veja figuras 2 e 3).

Fig. 2 — Forno e Par termo-elétrico, utilizados na verificação da perda de temperatura dos Corpos de Prova.

Fig. 3 — Par termo-elétrico com sua terminal colocada no centro geométrico do Corpo de Prova, local em que o mesmo seria submetido à cargas de impacto.

As leituras da quantidade de calor perdida, eram efetuadas nos diversos espaços de tempo decorridos após a

retirada dos corpos de prova do forno, conforme consta da Tabela de N° 2.

TABELA Nº 2

REVESTIMENTO	PERDA DE TEMPERATURA A PARTIR DE 700º C									
	SEGUNDOS					MINUTOS				
	15	30	40	50	60	5	10	15		
A	655º	575º	525º	495º	455º	130º	40º	20º		
B	645º	560º	515º	480º	450º	130º	40º	20º		
C	655º	570º	530º	485º	455º	130º	40º	20º		
D	655º	570º	530º	480º	445º	120º	40º	20º		

2.3 ENSAIOS DE RESISTENCIA AO IMPACTO

Cada corpo de prova era colocado no forno, à temperatura ambiente, aguardando-se que o mesmo atingisse a temperatura de 700º C (Fig. 4)

Decorridos 10 minutos nesta temperatura, o corpo de prova era retirado do forno e aguardávamos espaços de tempo de respectivamente: 15, 30, 40, 50 e 60 segundos e 5, 10 e 15 minutos, para procedermos ao ensaio de resistência ao impacto, em aparelhagem adequada. (Fig. 5)

A potência de trabalho da máquina de resistência ao impacto que usamos era de 0,05 Kpm. Uma vez rompido o corpo de prova, anotava-se a carga de ruptura e, para obtermos o valor da resistência ao impacto do corpo de prova, aplicávamos a seguinte fórmula:

$$a_n = \frac{A_n}{b \times h} \quad \text{em que:}$$

a_n = resistência ao impacto (Kp/cm²)

A_n = trabalho de impacto realizado (Kp/cm)

b = largura do corpo de prova em cm no seu centro

h = altura do corpo de prova em cm no seu centro

TABELA Nº 3

REVESTIMENTO	RESISTÊNCIA AO IMPACTO (Kp/cm ²) *									
	Tempo decorrido após a remoção dos C. P. do forno									
	SEGUNDOS					MINUTOS				
	15	30	40	50	60	5	10	15		
A	0,571	0,520	0,513	0,527	0,567	0,591	0,653	0,641		
B	0,478	0,451	0,451	0,451	0,499	0,520	0,555	0,492		
C	0,375	0,395	0,408	0,397	0,395	0,409	0,396	0,404		
D	0,410	0,418	0,411	0,416	0,388	0,416	0,409	0,406		

* Cada número corresponde à média de 10 corpos de prova

3. RESULTADOS OBTIDOS E INTERPRETAÇÃO DOS MESMOS

Os resultados obtidos podem ser observados na Tabela de Nº 3 bem como no Gráfico de Nº I

3.1 — A representação gráfica da Tabela de Nº 3 (Gráfico I) examinada a primeira vista, nos permitiria observar em primeiro lugar que as resistências ao impacto são superiores no revestimento HERODENT, seguindo-se em ordem o revestimento EXCELSIOR, EXPERIMENTAL S. S. WHITE e CRISTOBALITE.

Em segundo lugar, chama-nos a atenção o fato de que as tendências das curvas dos revestimentos que contém quartzo em sua composição (HERODENT e EXCELSIOR) são iguais, ou seja, inicialmente há um decréscimo, seguido de um aumento à partir de 50 segundos, para crescer novamente à partir do 10º minuto. Por outro lado e, com resistências ao impacto menores, encontramos, bastante similares, as curvas dos revestimentos que contém a sílica em sua variedade alotrópica cristobalita. (EXPERIMENTAL S. S. WHITE e CRISTOBALITE) Salientamos o fato de que cada ponto de cada uma das curvas no gráfico I, representa média de 10 ensaios.

3.1 — Depois de elaborar o gráfico I, submetemos todos os resultados à análise estatística (análise de variância — distribuição de «F» e diferença mínima significativa).

Fig. 4 — Três Corpos de Prova no interior do forno.

Verificamos, então, como é fácil nos iludirmos pela interpretação de curvas elaboradas simplesmente à partir de médias de ensaios!

O que, no entanto, a análise estatística nos revelou, considerando cada um dos revestimentos separadamente, bem como comparando os quatro revestimento, à cada um dos espaços de tempo decorridos após a remoção do forno à 700°C, permitiu-nos as conclusões adiante relacionadas.

4. CONCLUSÕES

4.1 HERODENT

- 1 — A diminuição na resistência ao impacto entre o momento da remoção do forno, até aos 40 segundos é estatisticamente significativa ao nível de .05.

- 2 — O aumento na resistência ao impacto à partir dos 40 segundos e os 5, 10 e 15 minutos posteriores, é estatisticamente significativo ao nível de .01.
- 3 — Verifica-se o aumento na resistência ao impacto entre 60 segundos e 10 minutos, aumento este significativo ao nível de .01.
- 4 — Entre os 60 segundos e os 15 minutos, o aumento também é significativo ao nível de .01.

EXCELSIOR

- 1 — Não há diferenças significativas na resistência ao impacto, desde a sua remoção do forno, até aos 60 segundos.
- 2 — Verifica-se um aumento significativo, ao nível de .01 entre os 60 segundos e os 10 minutos.

Fig. 5 — Aparentagem, com o Corpo de Prova em posição para a verificação da resistência ao impacto.

3 — Entre 30, 40 e 50 segundos, comparados com 5 e 10 minutos após a remoção do forno, há uma diferença significativa ao nível de .01.

EXPERIMENTAL S. S. WHITE

1 — Não há diferença estatística.

mente significativa entre os valores de resistência ao impacto deste revestimento, desde a sua remoção do forno, até decorridos 15 minutos.

CRISTOBALITE

1 — Não há diferença estatística.

GRÁFICO I — Resistência ao impacto de Revestimentos em função da perda de calor a partir de 700°C

- mente significativa entre os valores de resistência ao impacto deste revestimento, desde a sua remoção do forno, até decorridos 15 minutos.
- 4.2 Comparando os quatro revestimentos, a cada um dos espaços de tempo decorridos após a remoção do forno, a análise estatística nos revelou o seguinte:
- 1 — Em nenhum dos espaços de tempo decorridos após a remoção do forno, houve diferença significativa entre as resistências ao impacto dos revestimentos EXPERIMENTAL S. S. WHITE e CRISTOBALITE.
 - 2 — Houve diferença significativa ao nível de .05 entre os revestimentos EXCELSIOR e EXPE-

RIMENTAL S. S. WHITE (15 e 30 segundos) e HERODENT e EXCELSIOR (5 minutos).

- 3 — Em todos os demais casos, considerando-se os espaços de tempo decorridos após a remoção do forno, houve diferenças significativas ao nível de .01, quanto às resistências ao impacto, entre os revestimentos HERODENT e EXCELSIOR, HERODENT e EXPERIMENTAL S. S. WHITE, EXCELSIOR e CRISTOBALITE.

radas simplesmente à partir de médias, ainda que de 10 ensaios cada uma, quando não seguido de uma análise estatística, facilmente permitirá deduções e conclusões errôneas. Ficou demonstrado que o revestimento EXPERIMENTAL S. S. WHITE, de fabricação nacional em fase experimental, se comporta, em relação à sua resistência ao impacto, de maneira em tudo idêntica à seu similar estrangeiro, denominado Cristobalite.

SYNOPSIS

5. RESUMO

O comportamento de quatro marcas de revestimento odontológico, no que se relaciona à sua resistência ao impacto, quando retirados do forno à temperatura de 700°C e, decorridos espaços de tempo variáveis desde 15, 30, 40, 50 e 60 segundos e, 5, 10 e 15 minutos, foi estudado. O relacionamento gráfico do total das experiências, na forma de curvas elabo-

The impact strenght of four dental casting investments is investigated as a function of heat loss after removal of a furnace temperature of 700°C, at different time intervals. Attention is called to the fact hat a graphical relationship between temperature loss and impac strenght, even hough obtained from averages of 10 experiments, but without a statistical analysis, may induce to erroneous conclusions.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SKINNER, E.W. & PHILLIPS, R.W. — La ciencia de los materiales dentales. 6.ed. Buenos Aires, Mundi, 1970. 639p.
2. SOUDER, W. & PAFFENBARGER, G.C. — Physical properties of dental materials. Washington, National Bureau of Standards, 1942, p.88 (Circular C433)
3. SMITH, Capfbell J. — The chemistry and metallurgy of dental materials. 2.ed. London, Blackwell Scientific Pub., 1949, p.88
4. AMERICAN DENTAL ASSOCIATION, COUNCIL ON DENTAL MATERIALS AND DEVICES. — Guide to dental materials and devices, 1968-69. 4.ed. Chicago, 1968, p.125-29.
5. GRUPO BRASILEIRO DE MATERIAIS DENTÁRIOS — Especificações brasileiras, nº 11: especificações para revestimentos para fundições de liga de ouro odontológicas. Porto Alegre, 1966, p.1-5.