

Efeito da temperatura dos moldes de silicões na precisão de troquéis de gessos dos tipos IV e V

Effect of the temperature of silicone impressions on the precision of type IV and V gypsum dies

Eduardo Lemos de Souza¹, Marcos Daniel Septímio Lanza¹, Rodrigo Araújo de Magalhães², Cláudia Silami de Magalhães¹, João Maurício Lima de Figueiredo Mota¹, Marcos Dias Lanza¹

RESUMO

As alterações dimensionais dos moldes de silicone podem decorrer das variações de temperatura inerentes ao procedimento de moldagem. Os moldes podem ser resfriados ao serem removidos da boca para a bancada de trabalho. Este estudo avaliou o efeito da temperatura dos moldes de silicões na precisão de troquéis de gessos tipos IV e V. Moldes elastoméricos padronizados foram vazados para produzir troquéis de gessos dos tipos IV e V. Os moldes (n=10) foram confeccionados com silicões Adsil[®] Vigodent, Express[®] 3M Espe, Zeta Plus[®] e Oranwash[®] L Zhermack, pela técnica de dupla moldagem, à temperatura de 35°C e armazenados a 22°C. Um grupo recebeu vazamento de gessos tipos IV e V à temperatura de 22°C, enquanto no outro grupo os moldes foram reaquecidos a 35°C e vazados com os mesmos gessos. A dimensão da largura dos corpos-de-prova foi medida em milímetros, usando microscópio comparador digital (Mitutoyo). As médias de cada grupo foram comparadas pelos testes de *Kruskal-Wallis* e *Mann-Whitney*. Foi observado efeito significativo do material de moldagem, quando o vazamento foi feito com gesso tipo IV, a 22°C (p<0,001) e a 35°C (p=0,003). Os efeitos do tipo de gesso e da temperatura foram significativos para todos os materiais estudados (p<0,001). A técnica de reaquecimento de moldes produziu modelos de gesso tipo IV com dimensões similares àqueles obtidos de moldes vazados com gesso do tipo V, à temperatura ambiente.

Descritores: Materiais para moldagem odontológica. Elastômeros de silicone. Modelos dentários.

INTRODUÇÃO

O método restaurador indireto requer uma grande precisão de materiais e técnicas, uma vez que o processo de obtenção de moldes e modelos está sujeito a alterações dimensionais inerentes a estes procedimentos. O contato dos materiais de moldagem com os tecidos bucais irá aquecer os moldes a uma temperatura próxima à da cavidade bucal, que é de cerca de 35°C com a boca aberta¹. Na etapa subsequente, os modelos são vazados à temperatura ambiente, que, sob climatização, é próxima de 22°C. Esta situação provoca no material uma alteração dimensional por contração térmica¹⁻⁴. Com um coeficiente de expansão térmica de 200x10⁻⁶/°C, as siliconas sofreriam uma contração média de 0,34%, quando os moldes se resfriassem de 35°C para 20°C⁴. Outro autor relata contrações térmicas entre 0,2 e 0,3% sofridas pelos elastômeros⁵. Se a expansão de presa do gesso do tipo IV é de

0,09 a 0,1%, espera-se que este material não compense a contração térmica do material moldador, quando da obtenção dos modelos de trabalho^{4,6-9}. A literatura já apontou para a necessidade de se reaquecer os moldes de 20°C para 37°C, devolvendo-lhes as dimensões próximas àquelas obtidas em boca, e aumentando a precisão do modelo final obtido de gesso do tipo IV^{2,10}. O restabelecimento da temperatura atenuaria o problema específico da contração térmica sofrida pelos moldes, porém isto não é uma prática comum dos profissionais envolvidos neste processo.

Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da temperatura dos moldes de diferentes materiais elastoméricos na precisão dos troquéis vazados com gessos dos tipos IV e V.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os fatores em estudo foram três: materiais

¹Departamento de Odontologia Restauradora, Faculdade de Odontologia, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte, MG, Brasil

²Cirurgião-dentista

Contato: eduardolemosodonto@terra.com.br / silamics@yahoo.com

de moldagem, em três níveis, Adsil® (Vigodent), Express® (3M ESPE) e Zeta Plus® / Oranwash L® (Zhermack), todos nas consistências de material pesado e leve; materiais de modelo, em dois níveis, gesso tipo V Exadur® (Polidental) e gesso tipo IV Velmix® (Kerr); temperatura do molde, em dois níveis, ambiente (22±1°C) e bucal (35±1°C). A variável resposta foi a largura do modelo medida em milímetros (mm), em microscópio comparador digital (Mitutoyo), com precisão de 0,001 mm.

Foram confeccionados dez corpos de prova para cada condição experimental, segundo delineamento totalmente aleatorizado (Quadro 1). O material denso foi proporcionado por volume, usando a medida disponibilizada pelos fabricantes. O material leve foi proporcionado pela disposição de comprimentos iguais de base e acelerador, e misturados manualmente, uma vez que os materiais Adsil® e Zeta Plus® / Oranwash® não são fornecidos com opção de manipulação mecânica.

Quadro 1 - Divisão dos grupos, segundo materiais e temperaturas estudadas

ADSIL	EXPRESS	ZETA PLUS/ORANWASH
Gesso IV - 22°C - Grupo A	Gesso IV - 22°C - Grupo E	Gesso IV - 22°C - Grupo I
Gesso IV - 35°C - Grupo B	Gesso IV - 35°C - Grupo F	Gesso IV - 35°C - Grupo J
Gesso V - 22°C - Grupo C	Gesso V - 22°C - Grupo G	Gesso V - 22°C - Grupo K
Gesso V - 35°C - Grupo D	Gesso V - 35°C - Grupo H	Gesso V - 35°C - Grupo L

Um dispositivo metálico foi desenvolvido para padronizar os procedimentos de moldagem (Figuras 1 A e B). O dispositivo era constituído de um troquel metálico (Figura 1B) preso a uma haste, que por sua vez estava unida a uma base. Este

conjunto permitia o posicionamento do troquel sempre na mesma altura para obtenção do molde. As moldeiras preenchidas com o material de escolha eram posicionadas na base e depois recebiam o troquel metálico em posição final de moldagem.

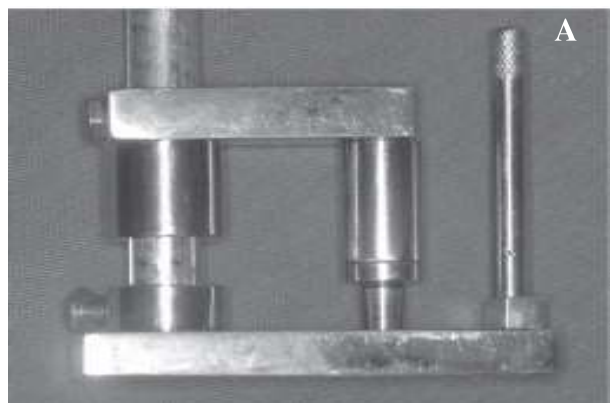


Figura 1 – Dispositivo metálico (A) e detalhe do troquel metálico (B)

As moldeiras foram fabricadas em resina acrílica e utilizadas somente após 24 horas de sua confecção, para eliminar, parcialmente, o efeito da contração das resinas acrílicas. A obtenção dos moldes iniciava-se com o aquecimento do dispositivo metálico por um período de 15 minutos à temperatura de 35±1°C, em estufa calibrada. No primeiro tempo de moldagem, era posicionado um artefato metálico sobre o troquel, para produzir o alívio de 2mm no interior do material de individualização de moldeiras¹⁰⁻¹². O conjunto troquel-alívio era deslocado até o interior da moldeira carregada com o material pesado,

produzindo, após a presa, um molde com dimensão aumentada em relação ao tamanho do troquel (Figuras 2 A e B). O conjunto retornava à estufa, a 35±1°C, por 7 minutos. Em seguida, a moldeira era retirada da posição de moldagem e o artefato de alívio era removido do troquel, para realizar o segundo tempo de moldagem. Este era produzido com aplicação do material leve de moldagem ao troquel e à moldeira. A moldeira, então individualizada pelo pesado e reembasada pelo material leve, retornava à estufa por 7 minutos, até a presa final¹³.



Figura 2 - Alívio em posição (A) e individualização da moldeira (B)

Em seguida, o conjunto era novamente removido (Figura 3 A) e o molde estava pronto para receber o tratamento térmico, com posterior obtenção do modelo. A Figura 3 B ilustra um corte longitudinal do molde, evidenciando a eficiência

do alívio obtido após o reembasamento com o material leve. A mesma técnica de moldagem foi usada para todos os materiais. Todos os moldes foram armazenados à temperatura ambiente ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$) por 15 minutos.



Figura 3 – Molde de silicóna de adição (A) e corte longitudinal do molde (B)

O tratamento térmico diferiu, sendo um para a silicóna de condensação e outro para a silicóna de adição. O molde de Zeta Plus® e Oranwash®, selecionado para vazamento em temperatura bucal, foi obtido como relatado acima, em temperatura controlada de $35\pm 1^{\circ}\text{C}$. Após o procedimento de moldagem este era armazenado por um tempo de 15 minutos em temperatura ambiente controlada de $22\pm 1^{\circ}\text{C}$, tempo necessário para que o molde se resfriasse. Após o resfriamento, o molde era levado à estufa a 35°C por 15 minutos para que se reaquecesse e neste ambiente era feito o vazamento do gesso selecionado para aquele grupo. Quando o vazamento era realizado à temperatura ambiente, os moldes eram retirados da estufa ($35\pm 1^{\circ}\text{C}$), aguardava-se 15 minutos à temperatura ambiente ($22\pm 1^{\circ}\text{C}$) e então recebiam o gesso.

As siliconas de adição Adsil® e Express®, para serem vazadas em temperatura ambiente eram armazenadas por uma hora (tempo especificado

pelos fabricantes) para eliminar o efeito da liberação de hidrogênio, característica destes materiais, e evitar a alteração da superfície do modelo de gesso, tornando-o poroso. Para o vazamento de gesso em temperatura bucal, o molde era reaquecido em estufa ($35\pm 1^{\circ}\text{C}$), por 45 minutos. Após a espera dos dois tempos, o primeiro de resfriamento 15 minutos e o segundo de reaquecimento de 45 minutos, é que era realizado o vazamento do gesso selecionado. O conjunto molde/gesso era armazenado em estufa até a presa do gesso.

A leitura dos corpos-de-prova foi realizada na dimensão da largura, parâmetro utilizado na literatura para avaliar precisão do modelo¹⁴. Foi utilizado microscópio comparador (Mitutoyo) com marcador digital e precisão de 0,001 mm. Foi obtida a média de três medidas realizadas para cada corpo de prova.

As médias de cada grupo foram comparadas pelos testes não paramétricos de *Kruskal-Wallis* e

Mann-Whitney, pois os dados não obedeceram aos pressupostos de normalidade nas curvas de distribuição e homogeneidade/homocedasticidade das variâncias, verificadas pelos testes de *Komolgorov-Smirnov* e *Mauchy*. Para todos os testes, os resultados foram considerados significativos para $\alpha = 5\%$.

RESULTADOS

A Tabela 1 mostra os resultados da comparação das médias dos grupos estudados,

considerando o material moldador como fator principal. Os troquéis de gesso obtidos foram menores, iguais ou maiores que o original moldado (6,71mm). O material moldador teve efeito estatisticamente significativo no tamanho dos troquéis, apenas quando o molde foi vazado com gesso tipo IV, tanto à temperatura ambiente ($p < 0,001$) quanto na simulação da temperatura da boca ($p = 0,003$). Nestas situações, Adsil® diferiu dos outros material, produzindo troqueis menores que os demais.

Tabela 1 - Resultado do teste *Kruskal-Wallis* que verificou o efeito do fator material de moldagem na largura do corpo de prova

GESSO	°C	MATERIAL	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MÉDIA	DP	p
IV	22	Adsil	6,668	6,704	6,674	6,679	0,011	<0,001
IV	22	Express	6,676	6,691	6,685	6,684	0,005	
IV	22	ZetaPlus	6,694	6,717	6,706	6,706	0,001	
IV	35	Adsil	6,700	6,716	6,710	6,708	0,005	0,003
IV	35	Express	6,711	6,716	6,714	6,714	0,001	
IV	35	ZetaPlus	6,710	6,717	6,714	6,714	0,002	
V	22	Adsil	6,710	6,716	6,714	6,713	0,002	0,728
V	22	Express	6,711	6,715	6,713	6,713	0,001	
V	22	ZetaPlus	6,708	6,717	6,714	6,714	0,003	
V	35	Adsil	6,722	6,727	6,724	6,724	0,002	0,099
V	35	Express	6,721	6,727	6,722	6,723	0,002	
V	35	ZetaPlus	6,720	6,733	6,726	6,726	0,004	

As Tabelas 2 e 3 mostram, respectivamente, os resultados do teste de *Mann-Whitney*, que comparou os efeitos do tipo de gesso e da temperatura sobre o tamanho dos troquéis. A

substituição do gesso tipo IV pelo gesso tipo V e a mudança da temperatura de 22°C para 35°C provocaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$) na largura dos troqueis obtidos.

Tabela 2 - Resultado do teste *Mann-Whitney* que verificou o efeito do fator gesso na largura do corpo de prova

MATERIAL	°C	GESSO	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MÉDIA	DP	p
Adsil	22	IV	6,668	6,704	6,674	6,679	0,011	<0,001
Adsil	22	V	6,710	6,716	6,714	6,713	0,002	
Adsil	35	IV	6,700	6,716	6,714	6,708	0,005	<0,001
Adsil	35	V	6,722	6,727	6,724	6,724	0,002	
Express	22	IV	6,676	6,691	6,685	6,684	0,005	<0,001
Express	22	V	6,711	6,715	6,713	6,713	0,001	
Express	35	IV	6,711	6,716	6,714	6,714	0,001	<0,001
Express	35	V	6,721	6,727	6,722	6,723	0,002	
ZetaPlus	22	IV	6,693	6,700	6,696	6,697	0,010	<0,001
ZetaPlus	22	V	6,708	6,717	6,714	6,714	0,003	
ZetaPlus	35	IV	6,710	6,717	6,714	6,714	0,002	<0,001
ZetaPlus	35	V	6,720	6,733	6,726	6,726	0,004	

Tabela 3 - Resultado do teste *Mann-Whitney* que verificou o efeito da temperatura na largura do corpo de prova

MATERIAL	GESSO	°C	MÍNIMO	MÁXIMO	MEDIANA	MÉDIA	DP	p
Adsil	IV	22	6,668	6,704	6,674	6,679	0,011	<0,001
Adsil	IV	35	6,710	6,716	6,714	6,713	0,002	
Adsil	V	22	6,700	6,716	6,714	6,708	0,005	<0,001
Adsil	V	35	6,722	6,727	6,724	6,724	0,002	
Express	IV	22	6,676	6,691	6,685	6,684	0,005	<0,001
Express	IV	35	6,711	6,715	6,713	6,713	0,001	
Express	V	22	6,711	6,716	6,714	6,714	0,001	<0,001
Express	V	35	6,721	6,727	6,722	6,723	0,002	
ZetaPlus	IV	22	6,693	6,700	6,696	6,697	0,010	<0,001
ZetaPlus	IV	35	6,708	6,717	6,714	6,714	0,003	
ZetaPlus	V	22	6,710	6,717	6,714	6,714	0,002	<0,001
ZetaPlus	V	35	6,720	6,733	6,726	6,726	0,004	

DISCUSSÃO

A variação da largura dos troquéis de gesso tipo IV, vazados à temperatura ambiente, foi significativamente menor quando se utilizou o material Zeta Plus®/Oranwash®, sugerindo que este material foi menos susceptível ao resfriamento posterior à moldagem ($p < 0,001$). Os troquéis obtidos a partir de moldes dos elastômeros Adsil® e Express® não diferiram entre si e foram menores que aqueles obtidos com Zeta Plus® e Oranwash®. Isto sugere um comportamento térmico semelhante para estes dois materiais, após o resfriamento de 35°C à temperatura ambiente. Observa-se que nenhum dos materiais atingiu o tamanho do troquel original (6,71 mm) e, portanto, produziram modelos menores que o original. Isto demonstra uma perda quando da utilização desta técnica, que é de uso mais comum entre os clínicos¹⁵. Outros autores encontraram perda ou questionaram a aplicação da técnica em temperatura ambiente^{2,4,6,9,10}.

A eficiência da técnica de reaquecimento dos moldes, antes do vazamento com gesso tipo IV^{2,10}, pode ser constatada no presente estudo, pois foi observado nesta condição, uma maior aproximação da largura dos troquéis com o tamanho original. Entretanto, a variância das médias de Adsil® foi significativamente maior que a de Zeta Plus® e Oranwash®/Express® ($p = 0,003$). Este fato sugere que o Adsil® provavelmente possui o coeficiente de dilatação mais sensível à técnica de variação de temperatura, tanto para queda quanto para a elevação, o que pode introduzir erros na produção dos modelos. Isto está de acordo com a literatura que aponta para diferentes coeficientes de expansão térmica para materiais diferentes^{4-6,16}.

Quando vazados com gesso tipo V, não foram observadas diferenças significativas entre os materiais de moldagem, à temperatura ambiente ($p = 0,728$) ou a 35°C ($p = 0,099$).

A análise do fator gesso demonstrou que para o gesso tipo IV, os melhores resultados foram obtidos com o vazamento após reaquecimento a 35°C, enquanto para o gesso tipo V, deve-se fazer o vazamento a 22°C, para todos os materiais de moldagem estudados. Nestas condições experimentais a dimensão dos modelos foi similar à do troquel original. Embora no presente estudo não tenha sido examinada a interação dos fatores, espera-se obter melhores resultados com o vazamento do gesso tipo V à temperatura ambiente, quando comparado com moldes reaquecidos e vazados com gesso Tipo IV, pois o reaquecimento pode tornar-se mais uma fonte de variação a ser controlada. Além disso, os materiais nem sempre apresentam o mesmo coeficiente térmico para o resfriamento e aquecimento^{2,10,16}. A comparação de dados da literatura sobre a expansão dos gessos tipo IV e V mostra uma aproximação dos valores da expansão de presa do gesso tipo V com a contração térmica de 0,2 a 0,3% dos elastômeros^{4-6,7,17}. Por outro lado, existe uma diferença significativa da contração térmica para expansão do gesso tipo IV^{4,6,7,17}.

O reaquecimento dos moldes e vazamento com gesso tipo V produziu troquéis com dimensões médias superiores às do troquel original, para todos os materiais de moldagem estudados. Isto sugere que o coeficiente de aquecimento pode não ser necessariamente o de resfriamento, senão os resultados seriam mais similares entre as situações

de reaquecimento e resfriamento.

Quando o gesso tipo V substituir o gesso tipo IV haverá um aumento de expansão, usando moldes de qualquer dos materiais usados nesta pesquisa. O mesmo pode-se dizer da temperatura, quando o molde é reaquecido de 22°C para 35°C. Quando os moldes são resfriados, ao serem removidos da boca para o ambiente, as alterações no modelo serão significativas se o gesso tipo IV for utilizado. Porém, se o gesso foi substituído por tipo V este resfriamento não produzirá este efeito.

A técnica do reaquecimento de moldes produzirá modelos adequados para gesso tipo IV, que serão similares aos moldes vazados com gesso do tipo V, à temperatura ambiente. A substituição do gesso tipo IV por V pode ser uma opção simples e viável, menos onerosa e trabalhosa.

CONCLUSÕES

Sob as condições e os materiais testados, pode-se concluir que:

A temperatura do molde teve influência direta no tamanho dos modelos de gesso;

O gesso tipo V produziu troquéis com dimensões mais próximas às do original, quando utilizados em moldes vazados à temperatura de 22°C;

O gesso tipo IV produziu troquéis com dimensões mais próximas às do original, quando os moldes foram reaquecidos e vazados à temperatura de 35°C;

O gesso do tipo IV não compensou a contração de resfriamento dos elastômeros, à temperatura de 22°C.

ABSTRACT

Temperature variation inherent within impression-taking techniques can produce dimensional changes in silicone impressions. When removed from the mouth and taken to the working table, the impressions are cooled. The aim of this study was to evaluate the effect of the temperature of silicone impressions on the precision of type IV and V gypsum dies. Elastomeric impressions produced from a metallic device that standardizes impression-taking procedures were poured so as to produce type IV and V gypsum dies. The impressions were made using the silicones Adsil® Vigodent, Express® 3M, Zeta Plus®, and Oranwash L® Zhermack. For the double impression technique, a relief between the impression-taking steps was proposed and used. The heavy material was used in the first step followed by the light one. The impressions were obtained at the temperature of 35°C and stored at 22°C. One group of these impressions was reheated, reaching 35°C once more,

and poured using type IV and V gypsum, while the other group was poured using type IV and V gypsum at 22°C. The specimens width was measured in millimeters using a digital comparing microscope (Mitutoyo). Width means from each group were compared using the Kruskal-Wallis e Mann-Whitney tests. Results: The effect of the elastomer was statistically significant when type IV gypsum was used, at both 22°C ($p < 0.001$) and 35°C ($p = 0.003$). The effects of the gypsum type and temperature were significant for all the elastomers ($p < 0,001$). The technique of reheating the impressions produced adequate models for type IV gypsum, which are similar to impressions obtained at room temperature poured with type V gypsum.

Uniterms: Materials for dental molding. Silicone elastomers. Dental models.

REFERÊNCIAS

1. Tjan AHL, Tao Li. Effects of reheating on accuracy of addition silicone putty-wash impressions. *J Prosthet Dent.* 1991;65:743-8.
2. Araujo PA, Jørgensen KD. Improved accuracy by reheating addition-reaction silicone impressions. *J Prosthet Dent.* 1986;55:11-2.
3. Corso M, Abanomy A, Canzio J Di, Zurakowski D, Morgano MS. The effect of temperature changes on the dimensional stability of polyvinyl siloxane and polyether impression materials. *J Prosthet Dent.* 1998;79:626-31.
4. Phillips RW. *Materiais Dentários de Skinner.* Rio de Janeiro: Interamericana; 1978.
5. Darvell BW. *Materials Science for Dentistry.* Hong Kong: Lavoisier; 2002.
6. Anusavice KL. *Phillips: Materiais Dentários.* Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
7. Duke P; Moore BK, Haug PS, Andres CJ. Study of the physical properties on type IV gypsum, resin-containing, and epoxy die materials. *J Prosthet Dent.* 2000;83:466-73.
8. Souza EL, Ferreira RH, Jansen WC. Avaliação da alteração dimensional de um material para modelo. *Pesq Odontol Bras.* 2000;14:124.
9. Souza EL, Jansen WC. Influência do gesso tipo V na adaptação interna de coroas dos sistemas AgSn e CuZn. *Rev CROMG.* 2000;6:165-71.
10. Endo T, Finger JW. Dimensional accuracy of a new polyether impression material. *Quint Inter.* 2006;37:47-51.
11. Araujo PA, Jørgensen KD. Effect of bulk and undercuts on the accuracy of impressions materials. *J Prosthet Dent.* 1985;54:791-802.
12. Nissan J, Gross M, Shifman A, Assif D. Effect

- of wash bulk on the accuracy of polyvinyl siloxane putty-wash impressions. *J Oral Rehab.* 2002;29:357-61.
13. Jansen WC, Muench A. Recuperação elástica de elastômeros em função da idade e da ordem de deformação. *Rev Odontol Univ São Paulo.* 1997;11:49-53.
 14. Breeding LC, Dixon DL; Accuracy of cast generate from dual-arch impression. *J Prosthet Dent.* 2000;84:403-7.
 15. Jeffrey AC, Glen HJ, Xavier L. The effect of tray selection, viscosity of impression material, and sequence of pour on the accuracy of dies made from dual-arch impressions. *J Prosthet Dent.* 2003;90:143-9.
 16. Heshmati RH, Nagy WW, Wirth CG, Dhuru VB. Delayed linear expansion of improved dental stone. *J Prosthet Dent.* 2002;88:23-31.
 17. Johnson GH, Craig RG. Accuracy of addition silicones as a function of technique. *J Prosthet Dent.* 1986;55:197-203.

Recebido em 13/10/2008 - Aceito em 23/03/2009