

# Efeito da técnica de aglutinação e da relação água/pó na resistência à compressão de gessos odontológicos

*Effect of handling technique and water/gypsum relation on dental stone compression strength*

Anderson Almeida Castilho\*

Carolina Bacci Costa\*\*

Estevão Tomomitsu Kimpara\*\*\*

Tarcísio José de Arruda Paes-Junior\*\*\*\*

Rubens Nisie Tango\*\*\*\*

Guilherme de Siqueira Ferreira Anzaloni Saavedra\*\*\*\*\*

Aline Rejane Léda Freire\*\*\*\*\*

## Resumo

Os gessos são amplamente utilizados na odontologia com diferentes propósitos. Apesar de diversos autores advogarem o controle preciso da proporção água/pó para a utilização dos produtos da gipsita, na prática geralmente os profissionais não respeitam a proporção preconizada pelo fabricante, realizando o proporcionamento de forma empírica. Este estudo teve como objetivo analisar a influência do método de aglutinação da mistura água no pó ou pó na água, e da relação água/pó aleatória sobre a resistência à compressão seca de dois tipos de gesso, e também propor a substituição da prova por um gral de borracha experimental. Neste estudo foram avaliados gessos tipo III e tipo IV ( $n = 8$ ). Para cada tipo de gesso foram definidas cinco formas de aglutinação, dando origem aos grupos: Gc-Grupo de controle (recomendação do fabricante), G1-BGP (balança, gral graduado e pó sobre a água), GII-BPA (balança, prova e água sobre o pó), GIII-AGP (aglutinação aleatória, gral graduado e pó sobre a água), GIV-BAA (balança, aglutinação aleatória e água sobre o pó). No total, foram testados 80 corpos-de-prova. Após sete dias de armazenagem a 37 °C, as amostras de 2 cm de diâmetro por 4 cm de altura foram submetidas ao teste de compressão em máquina de ensaio universal. De acordo com os resultados (kgf) obtidos pelo teste de compressão para o gesso tipo III, não houve influência do modo de aglutinação ( $p = 0,25$ ). Já para o gesso tipo IV, houve diferença entre os tratamentos ( $p = 0,03$ ), sendo que a utilização do gral graduado experimental possibilitou a obtenção de valores de resistência similares aos dos demais grupos.

**Palavras-chave:** Gesso odontológico. Resistência à compressão.

## Introdução

Os gessos são amplamente utilizados em procedimentos clínicos e laboratoriais na odontologia desde longa data e com diferentes propósitos. Sua utilização envolve desde modelos de estudo de estruturas bucais e maxilofaciais, a confecção de troquéis e modelos para confecção de próteses dentárias, até a confecção de aparelhos ortodônticos. Além disso, participam da composição de revestimentos e, ainda que em pequena quantidade, da composição dos alginatos odontológicos<sup>1-2</sup>.

Os produtos de gipsita utilizados na odontologia estão sob a forma de sulfato de cálcio hemidratado e são classificados em cinco tipos, de acordo com a especificação nº 25 da ANSI/ADA<sup>3</sup>. O critério para seleção de qualquer produto de gipsita odontológica em particular depende de seu uso e das propriedades físicas necessárias para sua utilização<sup>2</sup>.

A partir da seleção da gipsita, a qual possui um grau de pureza de no mínimo 95%, diferentes formas do hemidrato ( $\text{CaSO}_4 \cdot \frac{1}{2} \text{H}_2\text{O}$ ) são obtidas e, dependendo do método de calcinação do sulfato de cálcio diidratado, o gesso pode ser classificado como  $\alpha$ - ou  $\beta$ -hemidrato. Estes são popularmente conhecidos como gesso pedra e gesso paris ou comum, respectivamente<sup>4</sup>.

Os cristais do  $\beta$ -hemidrato são caracterizados por sua forma esponjosa e irregular, o que contrasta com os de  $\alpha$ -hemidrato, os quais são mais densos e

\* Aluno do curso de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - especialidade Prótese Dentária - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Unesp - SP.

\*\* Aluna do curso de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Biopatologia Bucal - área Radiologia Odontológica - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Unesp - SP.

\*\*\* Professor Adjunto do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Unesp - SP.

\*\*\*\* Professor Assistente Doutor do Departamento de Materiais Odontológicos e Prótese da Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Unesp - SP.

\*\*\*\*\* Aluno do curso de doutorado - Programa de Pós-Graduação em Odontologia Restauradora - especialidade Prótese Dentária - Faculdade de Odontologia de São José dos Campos - Unesp - SP.

\*\*\*\*\* Cirurgiã-dentista.

apresentam formas prismáticas mais definidas. O tamanho das partículas e a área total de superfície são os fatores principais que determinam a quantidade de água necessária na mistura; assim, quanto maior a superfície a ser hidratada, maior a quantidade de água necessária<sup>5</sup>.

Segundo Anusavice<sup>6</sup> (1998), a relação água/pó é considerada um fator muito importante na determinação das propriedades físicas e químicas do produto de gipsita final, pois, quanto maior for a relação água/pó, maior será a porosidade, menor a resistência e menor o número de cristais existentes por unidade de volume. Sabe-se, portanto, que a resistência dos gessos é afetada pelo conteúdo de água livre no produto endurecido.

Como a resistência é indiretamente proporcional à relação água/pó, é importante manter a quantidade de água tão baixa quanto possível. Entretanto, não deve ser tão baixa a ponto de impedir que a mistura escoe por todos os detalhes da impressão, devendo haver fluidez<sup>6</sup>. Segundo Earnshaw e Smith<sup>7</sup> (1966), Fairhurst<sup>8</sup> (1960) e Jorgensen<sup>9</sup> (1971), a proporção água/pó baixa também dificulta a hidratação adequada e o processo de coalescência das partículas de gesso.

Uma vez determinada a proporção água/pó ideal, seguindo-se as recomendações do fabricante, a mesma deveria ser sempre respeitada. A água e o pó devem ser medidos usando-se uma proveta graduada para o volume de água e uma balança para a pesagem do pó. O fato de o pó não ser medido por volume deve-se a não se compactar uniformemente. Quando agitada, a embalagem do pó irá aumentar seu volume em função da entrada de ar<sup>6</sup>; da mesma forma, há variação na compactação de produto para produto e de operador para operador<sup>10</sup>.

Em condições ideais, o pó deve ser pesado e colocado sobre o líquido, o que não ocorre na prática diária, apesar de inúmeros trabalhos científicos advogarem um controle preciso na proporção água/pó para a utilização dos produtos da gipsita. Os profissionais freqüentemente descuidam da proporção água/pó preconizada pelos fabricantes, misturando empiricamente essas substâncias, pois clinicamente o uso de balança e proveta não é um método prático e demanda tempo.

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência do método de aglutinação da mistura água no pó ou pó na água e da relação água/pó aleatória na resistência à compressão seca. Propôs-se também a substituição da proveta por um gral de borracha experimental devidamente graduado, com o intuito de facilitar a medida do líquido.

## Materiais e método

Para os ensaios utilizaram-se os gessos tipo III (Herodent<sup>®</sup>, Vigodent S/A., Rio de Janeiro, RJ, Brasil) e tipo IV (Durone<sup>®</sup>, Dentsply, Petrópolis, RJ, Brasil). As porções de gesso foram pesadas em balança de laboratório com precisão de 1 g (JB Ind. e Com., São Paulo, SP, Brasil), separadas e armazenadas em recipientes plásticos (Zip<sup>®</sup>, Multipell, São Paulo, SP,

Brasil) hermeticamente fechados. A água utilizada foi destilada, desmineralizada e armazenada em recipientes de vidro.

Para realizar a medida do volume de água destilada foi utilizado um gral de borracha transparente graduado experimentalmente e uma proveta de 50 mL. Com a proveta, 19 mL de água foram inseridos no gral de borracha e, com caneta de retroprojeto, foram realizadas marcações nas paredes internas em quatro pontos distintos ao nível da água. Marcações equivalentes a 33 mL de água foram realizadas da mesma maneira. Para que o índice de refração do gral não interferisse na medida desejada e modificasse seus valores, a colocação da água foi realizada e observada perpendicularmente à sua superfície.

No grupo em que as proporções estão intituladas como corretas entende-se como a proporção sugerida pelo fabricante. O fabricante do gesso Durone<sup>®</sup> sugere 19 mL de água para 100 g de pó; já para o Herodent<sup>®</sup> foram utilizados 33 mL de água para 100 g de gesso. O Quadro 1 apresenta os diferentes grupos testados e o proporcionamento água/pó.

Técnica	Grupo	Obtenção do pó	Obtenção do líquido	Aglutinação	Proporção correta	N
Controle (GC)	A	Balança	Proveta	Pó sobre o líquido	Sim	8
	B					8
I (BGP)	A	Balança	Gral graduado	Pó sobre o líquido	Sim	8
	B					8
II (BPA)	A	Balança	Proveta	Líquido sobre o pó	Sim	8
	B					8
III (AGP)	A	Aleatório	Gral graduado	Pó sobre o líquido	Não	8
	B					8
IV (BAA)	A	Balança	Aleatório	Líquido sobre o pó	Não	8
	B					8

Quadro 1 - Descrição dos grupos experimentais testados

Foram confeccionados oitenta corpos-de-prova por um único operador. Com o gesso tipo III, foram fabricados oito corpos-de-prova em cada um dos cinco grupos. Em cada espatulação contendo a média de 100 g de pó foram obtidos quatro corpos-de-prova. Com o tipo IV, foram confeccionados oito corpos-de-prova em cada um dos cinco grupos. Cada 100 g espatulados possibilitaram a confecção de três corpos-de-prova. Para cada tipo de gesso e em todos os grupos testados, foram utilizados 60s para o manuseio da mistura água/pó, sendo a manipulação realizada com movimentos circulares da espátula metálica semi-rígida contra as paredes do gral, com freqüência de 180 a 200 rpm.

Anéis cilíndricos de PVC (Tigre<sup>®</sup>, Camaçari, BA, Brasil) com 2,0 cm de diâmetro e 4,0 cm de altura foram preenchidos sob vibração, em vibrador de bancada (Nevoni<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil), com espátula 31 (Duflex<sup>®</sup>, São Paulo, SP, Brasil). O molde foi colocado no sentido longitudinal sobre uma placa de vidro, sendo coberto e pressionado firmemente contra outra placa de vidro. O paralelismo foi observado colocando-se um nível sobre a placa superior. Após

a presa final do gesso, as amostras foram removidas dos anéis por meio de um corte no sentido longitudinal de cada anel de PVC, realizado com disco de carborundum montado em peça-de-mão (Kavo®, Joinville, SC, Brasil). As rebarbas de gesso foram removidas com lixa d'água de carbureto de silício de granulação 600 (Saint Gobain®, Recife, PE, Brasil). As amostras foram armazenadas por sete dias em estufa a 37 °C para então serem testadas. Os corpos-de-prova foram submetidos ao ensaio de compressão em máquina de ensaio universal (DL-2000®, EMIC, Curitiba, PR, Brasil) com célula de carga de 2 000 kgf e velocidade de 1 mm/min, conforme norma nº 25 da Associação Dentária Americana. Os dados de resistência à compressão (kgf) foram submetidos à análise de variância de 1 fator e ao teste de Duncan, ambos com 5% de significância.

## Resultados

A análise de variância para o gesso tipo III mostrou não haver diferença entre os tratamentos ( $p = 0,25$ ), o que pode ser confirmado com a comparação entre os grupos, apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Comparação entre os grupos obtidos com gesso tipo III testados

Grupo	Média (desvio-padrão) - Kgf	
AGP	1212 (219)	A
BGP	1122 (174)	A
BPA	1107 (124)	A
BAA	1056 (86)	A
Controle	1046 (153)	A

Médias seguidas por letras maiúsculas similares não apresentam diferenças estatisticamente significativas pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

Para o gesso tipo IV, a análise de variância mostrou haver diferença entre as técnicas de aglutinação ( $p = 0,03$ ). As médias de resistência à compressão foram submetidas ao teste de Duncan (Tab. 2).

Tabela 2 - Comparação entre os grupos obtidos com gesso tipo IV testados

Grupo	Média (desvio-padrão) - Kgf	
BAA	1900 (00)	A
AGP	1890 (19)	A
BPA	1790 (225)	AB
BGP	1784 (38)	AB
Controle	1729 (36)	B

Médias seguidas por letras maiúsculas distintas representam diferenças estatisticamente significativas pelo teste de Duncan ( $\alpha = 0,05$ ).

Na Tabela 2 pode ser verificado que os tratamentos BAA e AGP apresentaram os maiores valores de resistência, e o grupo de controle, os menores. Os grupos BGP e BPA apresentaram valores intermediários, similares aos anteriores.

## Discussão

No dia-a-dia clínico, a ordem de aglutinação do gesso odontológico e as proporções de água e pó são comumente negligenciadas. Assim, a resistência do produto pode ser alterada por diversos fatores, como o aumento ou diminuição do tempo de espatulação e

a quantidade de água na mistura. A relevância clínica desses dados reflete-se no fato de a qualidade de confecção das restaurações protéticas também estar relacionada à qualidade dos modelos de trabalho obtidos. Modelos enfraquecidos, facilmente abrasionáveis, têm influência no tratamento reabilitador. Assim, a seleção da marca de gesso que exiba padrões de expansão e propriedades mecânicas bem definidas é desejável<sup>11-12</sup>.

Neste estudo foi avaliada a resistência seca à compressão, alterando-se a proporção água/pó e a ordem de aglutinação do pó e da água. A especificação nº 25 da ADA indica que os valores mínimos de resistência à compressão úmida exigidos para o gesso tipo III são 21 MN/m<sup>2</sup> (2980 psi) e 35 MN/m<sup>2</sup> (4980psi) para o gesso tipo IV em uma hora<sup>3</sup>. A chamada resistência seca é aproximadamente duas vezes o valor da resistência úmida.

Segundo Muench e Costa<sup>13</sup> (1978), tipos diferentes de gesso, quando manipulados em igual proporção água/pó, apresentam resistência à compressão semelhantes entre si. Na presente investigação, a leitura do valor de resistência seca obtida nas amostras de gesso tipo III foi semelhante a valores obtidos nas amostras de gesso tipo IV, como foi possível observar na técnica II para ambos os tipos de gesso.

Apesar de ser reconhecido o fato de que a resistência e dureza do gesso obtidas pela espatulação mecânica a vácuo geralmente excedem aquelas obtidas pela espatulação manual por 1 min, neste estudo optou-se pela técnica manual de manipulação da mistura, pelo fato de traduzir a realidade clínica, além de ser considerado um método mais acessível e menos dispendioso. Em contrapartida, estudo de Pereira et al.<sup>14</sup> (2002) revelou que a técnica de manipulação mecânica ou manual não altera a resistência à compressão relativa ao gesso tipo IV, apesar de influenciar negativamente na resistência à tração diametral. Por outro lado, Lindquist et al.<sup>15</sup> (1953) demonstraram que a espatulação mecânica propicia uma uniformização de variáveis como tempo, velocidade e força empregada na manipulação; ao mesmo tempo, diminui a incorporação de bolhas de ar. Segundo Vanzillotta et al.<sup>16</sup> (2002), os testes de resistência à compressão de gessos manipulados mecanicamente demonstram-se levemente superiores aos manualmente espatulados, porém essas diferenças foram consideradas estatisticamente não significativas.

No grupo de controle, a ordem de aglutinação e a proporção água/pó foram mantidas como preconizado pelo fabricante, seguindo também o preconizado por Skinner<sup>5</sup> (1993), com o gesso sendo colocado sobre a água. Nas técnicas I e III foi introduzido o uso do gral graduado como medida do volume de água, eliminando-se o uso da proveta graduada. Essa modificação mostrou-se eficaz, uma vez que valores similares de resistência foram obtidos com o gral graduado e a proveta (Tab. 1 e 2).

O fato de o gral ser transparente não significa que seja uma constante a ser levada em consideração. A obtenção da medida do volume foi conseguida por observação superior da linha de demarcação, não

por observação através do gral, para que o índice de refração não intervisse no volume de água obtido.

De acordo com os resultados da Tabela 2, pode-se supor que a proporção que o fabricante recomenda apresente excesso de água para facilitar a manipulação do material, além de possibilitar maior capacidade de escoamento. Provavelmente, a incorporação de maior volume de água à mistura tenha propiciado a diminuição na resistência à compressão do gesso testado pela criação de maior número de porosidades internas após evaporação da água e, ainda, pelo menor entrelaçamento entre os cristais decorrente da menor densidade de núcleos de cristalização. Esse fato corrobora os resultados obtidos por Mori e Yamane<sup>17</sup> (1982) e Winkler et al.<sup>18</sup> (1995).

Quando do proporcionamento água/pó de forma aleatória, a proporção foi determinada pela consistência do material. Provavelmente, em razão do treinamento do operador (aluno do 7º semestre do curso de graduação), tenha-se atingido uma consistência de trabalho com incorporação de menor volume de água em comparação às recomendações do fabricante, com o que foi gerado um maior número de núcleos de cristalização por volume de material (maior densidade).

O volume de água no gral foi medido em proveta para constatação da discrepância obtida. Segundo Anusavice<sup>6</sup> (1998), a relação água/pó para o gesso tipo IV deve se situar entre 0,22 e 0,24 e, para o gesso tipo III, entre 0,28 e 0,30. No entanto, o autor determina que a relação água/pó para gesso deve seguir as orientações do fabricante (30 mL - gesso tipo III e 19 mL - gesso tipo IV). Neste estudo, os valores mínimos obtidos foram 17 mL para o gesso tipo IV e 31 mL para o gesso III e os valores máximos, de 21 mL para o gesso IV e 34 mL para o gesso III.

Provavelmente, nos grupos que tiveram maiores valores de resistência à compressão, os corpos-de-prova apresentaram menor relação água/pó, o que estaria de acordo com estudos de Earnshaw e Smith<sup>7</sup> (1966), Fairhurst<sup>8</sup> (1960) e Jorgensen<sup>9</sup> (1971). A menor relação água/pó torna a espatulação mais difícil. Segundo Royhouse<sup>19</sup> (1962), a viscosidade elevada implica um material espesso, cujo escoamento só é possível sob forças consideráveis. Porém, esta questão pode ser contornada parcialmente colocando-se o material sob vibração.

Quanto ao procedimento de pesagem do pó, inúmeros autores, como Pinto<sup>20</sup> (1958), Androvandi<sup>21</sup> (1960), Vieira<sup>22</sup> (1964) e Samuel et al.<sup>10</sup> (2000), já sugeriram a utilização de técnica de obtenção do pó de forma volumétrica. No entanto, tal sugestão se torna questionável pelo fato de sua obtenção nunca ter sido precisa.

A sugestão deste estudo poderia ser a pesagem prévia do gesso e a individualização das medidas em pequenos sacos plásticos, facilitando, assim, a obtenção correta da quantidade de pó, evitando-se também sua exposição constante ao meio externo. A utilização do gral graduado dispensaria o uso da proveta e, ainda, induziria a aglutinação seqüencial do pó na água como preconizado.

## Conclusões

Levando-se em conta as limitações da metodologia do estudo, parece lícito concluir que a substituição da proveta por um gral graduado mostra-se satisfatória para o proporcionamento de gesso quanto aos valores de resistência à compressão. Adicionalmente, os tratamentos testados mostram influenciar de forma clara na resistência do gesso, com menor necessidade de água para sua manipulação. Estudos futuros são necessários no intuito de verificar as demais propriedades dos gessos odontológicos quando submetidos aos tratamentos sugeridos neste estudo.

## Abstract

*The plaster is widely used in dentistry with different purposes. Despite of several authors defend the accurate control of the water/powder ratio for plaster products, in clinical practice, professionals usually neglect the manufacturers' instructions and make empiric manipulation of dental plaster. The objective of this study is to assess the influence of the agglutination method of the water in powder or powder in water mixture, as well as the relation of random water/powder on the dry compression strength of two types of plaster, and also, to propose the replacement of a beaker by an experimental rubber bowl. In this study, type III and type IV plaster were tested (n = 8). For each one, five groups were defined with different manipulation methods: Gc-group control, GI-BGP (balance, graduate rubber bowl and powder on the liquid), GII-BPA (balance, test tube and water on the powder) GIII-AGP (random mixture, graduate rubber bowl and powder on the water), GIV-BAA (balance, random mixture and water on the powder). In total, 80 specimens were tested. After 7 days at 37 degrees Celsius, specimens (2 cm in diameter and 4 cm in height) were compressed in a universal testing machine. According to the results (kgf), obtained by the compression for the type III plaster, there was no difference for the agglutination method (p = 0.25), but for the type IV plaster, there was difference among the treatments (p = 0.03), since the use of an experimental rubber bowl made the strength values, similar to the other groups, possible.*

*Key words: Plaster. Compression strength.*

## Referências

1. Motta RG. Materiais Dentários. 2. ed. Niterói: Universidade Federal Fluminense; 1979.
2. Anusavice KJ. Materiais Dentários. 11. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2005.
3. American Dental Association. Guide to dental materials and devices. Chicago: ADA; 1976-78.
4. Newlands C. Materiais Odontológicos. Rio de Janeiro: Científica; 1958.
5. Skinner EW. Materiais Dentários de Phillips. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1993.
6. Anusavice KJ. Materiais Dentários. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.
7. Earnshaw R, Smith DC. The tensile and compressive strength of plaster and stone. Aust Dent J 1966; 11(6):415-22.
8. Fairhurst CW. Compressive properties of dental gypsum. J Dent Res 1960; 34(9):812-24.
9. Jorgensen KD. Relationship between the porosity and compressive strength of dental stone. Acta Odont Scand 1971; 29(4):439-47.

10. Samuel SW, Caminha JAN, Barbisan AO, Silveira RC, Orlandini J, Dobrinsky F, et al. Avaliação de uma técnica de compactação do gesso odontológico como alternativa para uma correta relação água/pó. Rev Fac Odontol Porto Alegre 2000; 41(1):18-21.
11. Craig WJ, O'Brien WJ, Powers JM. Dental materials properties and manipulation. 5. ed. St. Louis: Mosby; 1992.
12. Winkler MM, Monaghan P, Gilbert JL, Lautenschlager EP. Comparison of four techniques for monitoring the setting kinetics of gypsum. J Prosthet Dent 1998; 79(5):532-6.
13. Muench A, Costa R. Resistência à compressão de gessos em função da proporção água/pó. Rev Fac Odontol São Paulo 1978; 16(1-2):163-8.
14. Pereira T, Santos-Junior GC, Rubo JH, Ferreira PM, Valle AL. Gesso Tipo IV: Influência das técnicas de manipulação. Rev Fac Odontol Bauru 2002; 10(3):150-5.
15. Lindquist JT, Brennan RE, Phillips RW. Influence of mixing techniques on some physical properties of plaster. J Prosthet Dent 1953; 3(2):274-85.
16. Vanzillotta PS, Soares GA, Fernandes CP. Influência do processamento na resistência à compressão de um gesso odontológico. Rev Bras Odontol 2002; 59(3):166-8.
17. Mori T, Yamane M. Fractography of cast gypsum. Aust Dent J 1982; 27(1):30-8.
18. Winkler MM, Monaghan P, Gilbert JC. Freeze-drying and scanning electron microscopy of setting dental gypsum. Dent Mater 1995; 11(4):226-30.
19. Royhouse RH. Materials in Dentistry. Chicago: Year Book Medical; 1962.
20. Pinto FE. Guia de trabajos praticos de metalurgia, fisica, quimica e mecanica aplicadas (Materiales Dentales). Buenos Aires: Mundi; 1958.
21. Androvandi C. Dentaduras Completas. Rio de Janeiro: Científica; 1960.
22. Vieira DF. Bases para aplicação racional dos Materiais Odontológicos. São Paulo: Atheneu; 1964.

**Endereço para correspondência**

Anderson Almeida Castilho  
Av. Eng. Francisco José Longo, 777  
CEP: 12245-000 – São José dos Campos - SP  
Fone: (12) 3947-9061  
E-mail: andercast@yahoo.com.br

*Recebido: 15.12.2006 Aceito: 28.05.2007*