



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE BIOTECNOLOGIA
BACHARELADO EM BIOTECNOLOGIA

CELIENE FERREIRA DO NASCIMENTO

**ESTUDO COMPARATIVO DA ALTERAÇÃO NAS PROPORÇÕES ÁGUA/PÓ NA
RESISTÊNCIA MECÂNICA E CAPACIDADE DE CÓPIA DE GESSOS
COMERCIAIS TIPO IV**

JOÃO PESSOA - PB

2018

CELIENE FERREIRA DO NASCIMENTO

**ESTUDO COMPARATIVO DA ALTERAÇÃO NAS PROPORÇÕES ÁGUA/PÓ NA
RESISTÊNCIA MECÂNICA E CAPACIDADE DE CÓPIA DE GESSOS
COMERCIAIS TIPO IV**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Biotecnologia da Universidade Federal da
Paraíba, como requisito parcial para obtenção do
grau de Bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Dra. Elisângela Afonso de Moura Mendonça

Co-Orientadora: Dra. Fábiana Danielle Sales Cunha Medeiros

JOÃO PESSOA - PB

2018

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

N244e Nascimento, Celiene Ferreira do.

Estudo comparativo da alteração nas proporções água/pó na resistência mecânica e capacidade de cópia de gessos comerciais tipo IV / Celiene Ferreira do Nascimento. - João Pessoa, 2018.

42 f. : il.

Orientação: Elisângela Mendonça.

Coorientação: Fábila Medeiros.

Monografia (Graduação) - UFPB/Biotecnologia.

1. Gesso. 2. odontologia. 3. resistência mecânica. 4. cópia. 5. água/pó. I. Mendonça, Elisângela. II. Medeiros, Fábila. III. Título.

UFPB/BC



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA (UFPB)
CENTRO DE BIOTECNOLOGIA (CBiotec)
CAMPUS I – JOÃO PESSOA/PB
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Biotecnologia



ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Ao primeiro dia do mês de novembro de 2018, às 15:00h, em sessão pública no Auditório da Escola Técnica de Saúde do Centro de Ciências da Saúde deste Campus Universitário, na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Dra. Elisângela Afonso de Moura Mendonça e composta pelos avaliadores: 1. Profa. Dra. Fabia Danielle Sales Cunha Medeiros (CCS/UFPB); 2. Prof. Dr. Lúcio Roberto Cançado Castellano (ETS/UFPB), a discente **Celiene Ferreira do Nascimento**, matrícula 11407200, apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: **“Estudo comparativo da alteração nas proporções água/pó na resistência mecânica e capacidade de cópias de gessos comerciais tipo IV”**, como requisito curricular indispensável para a integralização do Curso de Graduação em Biotecnologia. Após reunião em sessão reservada, a Banca Examinadora deliberou e decidiu pela Aprovada do referido trabalho, divulgando o resultado formalmente a discente e demais presentes e eu, Elisângela Afonso de Moura Mendonça, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais avaliadores e pela discente.

Elisângela A. Mendonça

Presidente da Banca Examinadora

Fabia Danielle Sales Cunha Medeiros

Avaliador 1

Celiene Ferreira do Nascimento

Discente

[Assinatura]

Avaliador 2

João Pessoa/PB, 01 de novembro de 2018.

*A todos os sonhadores que fazem da ciência um
caminho para um mundo melhor.*

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ter me guiado e me mostrado a importância dos obstáculos enfrentados.

Aos meus pais, pelo carinho, compreensão e por ter me ensinado princípios que moldaram o meu caráter e me ajudaram a chegar até aqui.

Aos meus tios, Claudenice e Andrade, por toda bondade, apoio e conforto oferecido durante todo esse período.

A todos os meus amigos, em especial a Camila, Anna Ju, Teresa, Aline e Tarcísio e Filipi. Obrigada pela paciência, ensinamentos e todos momentos felizes que compartilhamos. Vocês me ensinaram o verdadeiro significado da palavra empatia... obrigada por serem tão solícitos nos momentos que mais precisei.

À professora Dra. Elisângela, por não ter hesitado em aceitar o convite pra ser minha orientadora e por todo ensinamento e ajuda prestada.

Ao professor Dr. Lúcio Roberto, pelo incentivo e confiança. Sou grata por todas as vezes que o senhor se dispôs a ouvir minhas ideias, até as que não tinham nenhum fundamento. Obrigada por enxergar todos os seus alunos como pássaros incentivando-os a voarem cada vez mais longe, pessoas como o senhor me fazem acreditar em um mundo melhor.

À professora Dra. Fábiana Danielle, por ter aceitado ensinar alguém de uma área tão diferente. Sou grata por toda confiança e dedicação.

Ao professor André e a Doutoranda Rebeca, por todos os esclarecimentos e prontidão em ajudar durante os ensaios.

À Elisângela, Luana, Eriene e Kristienne por todo auxílio. Esse trabalho também é de vocês.

À Maximize, por ter me apresentado um mundo novo de empreendedorismo e inovação. Obrigada por ter me dado a honra de conhecer pessoas tão especiais.

“Descobri que há uma harmonia maravilhosa nas verdades complementares da fé e da ciência. O Deus da Bíblia é também o Deus do genoma. Deus pode ser encontrado na catedral e no laboratório. Investigando a criação incrível e majestosa de Deus, a ciência pode na verdade ser uma forma de louvor”.

Francis Collins

RESUMO

Os gessos são materiais amplamente utilizados na odontologia, mais especificamente nos tratamentos restauradores indiretos para obtenção de modelos confeccionados sobre moldes. Em virtude de sua aplicabilidade, os gessos devem apresentar boas propriedades para que os modelos sejam realmente a cópia fiel da boca do paciente e as próteses sobre eles confeccionadas assentem-se de maneira precisa nos preparos e/ou rebordo residual. Observa-se na literatura que, enquanto os materiais para moldagem estão em constante avanço tecnológico, os gessos ainda apresentam limitações, tanto inerentes ao próprio material, quanto em relação aos que os manipulam, que em alguns casos não seguem as recomendações dos fabricantes, sobretudo quando dos processos de preparo do material adicionando água de forma aleatória ao gesso. No presente trabalho foram confeccionados corpos de prova de três diferentes marcas de gessos do tipo IV, alterando-se a proporção água/pó para se observarem possíveis alterações em suas propriedades. Os corpos de prova foram submetidos aos testes de tração e capacidade de cópia e posteriormente a análise estatística dos dados, através do teste de Tukey a 5%. Os grupos controles nos quais seguiu-se as recomendações do fabricante apresentaram uma média de 3,7 MPa de resistência no teste de tração por compressão diametral, enquanto que os grupos tratados com acréscimo de 20% a mais de água tiveram uma média de 2,8 MPa e os grupos com acréscimo de 30% a mais de água apresentaram uma média de 2,6 MPa. Já nos testes de compressão, as médias de resistência obtidas foram 326,8 MPa para os grupos controles; 205,86 MPa para os grupos com acréscimo de 20% a mais de água e 201,5 MPa para os grupos tratados com 30% a mais de água. Por outro lado, não houve diferença significativa entre os grupos nos testes de capacidade de cópia o que mostra que a resistência mecânica, uma propriedade muito importante para o tipo de gesso em questão, foi bastante inferior nos corpos de prova tratados com uma maior proporção A/P. Dessa forma, há o comprometimento do sucesso do trabalho do profissional que faz a manipulação do gesso tipo IV.

Palavras chave: Gesso, odontologia, resistência mecânica, cópia, água/pó.

ABSTRACT

Plasters are materials widely used in dentistry, more specifically in indirect restorative treatments to obtain models made on molds. Due to their applicability, the plasters must have good properties so that the models are truly the faithful copy of the patient's mouth and the prostheses made on them are accurately laid in the preparations and / or residual border. It is observed in the literature that, while the materials for molding are in constant technological advance, the plasters still present limitations, both inherent in the material itself and in relation to those who manipulate them, which in some cases do not follow the manufacturers' recommendations, especially when preparing the material by adding water at random to the plaster. In the present work, specimens were prepared from three different brands of type IV plasters, altering the water / powder ratio to observe possible changes in their properties. The test specimens were submitted to tensile tests and copying capacity and then the statistical analysis of the data, using the Tukey test at 5%. Control groups following the manufacturer's recommendations showed a mean of 3.7 MPa of resistance in the diametral compression traction test, while the groups treated with a 20% increase in water had an average of 2, 8 MPa and the groups with an increase of 30% more water had an average of 2.6 MPa. In the compression tests, the mean resistance obtained was 326.8 MPa for the control groups; 205.86 MPa for the groups with an increase of 20% more water and 201.5 MPa for the groups treated with 30% more water. On the other hand, there was no significant difference between the groups in the tests of copying capacity which shows that the mechanical resistance, a very important property for the type of gypsum in question, was much lower in the specimens treated with a greater proportion A /P. Thus, there is the commitment of the success of the work of the professional that makes the manipulation of type IV gypsum.

Key words: Plaster, dentistry, mechanical resistance, copy, water / powder.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Sulfato de cálcio di-hidratado (a) e sulfato de cálcio hemi-hidratado (b).....	17
Figura 2 - Marcas de gesso utilizadas na pesquisa.....	24
Figura 3 - Matriz de acrílico (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de tração por compressão diametral(b).....	26
Figura 4 - Corpo de prova durante o ensaio de tração por compressão diametral.....	27
Figura 5 - Matriz de silicone (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de compressão (b).....	28
Figura 6 - Corpo de prova durante o ensaio de resistência a compressão.....	28
Figura 7 - Matriz moldada (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de fidelidade de cópia (b).....	29
Figura 8 - Corpos de prova preparados para o ensaio de fidelidade de cópia (a) Ensaio de fidelidade de cópia (b).....	29
Figura 9 – Gráfico com médias de resistência à tração por compressão diametral (MPa).....	32
Figura 10 – Gráfico com valores médios de resistência à compressão (MPa).....	33
Figura 11 - Gráfico com médias dos valores referentes ao teste de rugosidade para avaliar capacidade de cópia (μm).....	34
Figura 12 - Diagrama representando a expansão de cristais de gesso em condições normais e em condições onde há excesso de água.....	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Especificação da ADA para os tipos de gesso.....	18
Tabela 2	- Tipos de gesso selecionados e tratamentos realizados.....	25
Tabela 3	- Variação da relação água/ pó dos materiais.....	26
Tabela 4	- Média Resistência à Tração por Compressão (Mpa).....	31
Tabela 5	- Valores médios de resistência a compressão entre tratamentos, para cada um dos gessos utilizados- teste de Tukey 5%.....	32
Tabela 6	- Valores médios de capacidade de cópia dos materiais em cada um dos tratamentos.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

A/P	Água/pó
Kgf	Kilograma - força
LC	Cut-off/filtragem
MPa	Mega pascal
µm	Micrômetros

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
2.1 Uso Do Gesso Na Odontologia	16
2.2 Propriedades Do Gesso Odontológico Tipo IV	19
2.3 Relação água/pó	20
3 OBJETIVOS	23
3.1 Objetivo Geral	23
3.2 Objetivos Específicos	23
4 METODOLOGIA	24
4.1 Confeção Dos Corpos De Prova	24
4.2 Ensaio De Resistência À Tração Por Compressão Diametral	26
4.3 Ensaio De Resistência À Compressão	27
4.4 Fidelidade De Cópia	28
4.5 Análise Dos Resultados	30
5 RESULTADOS	31
6 DISCUSSÃO	35
7 CONCLUSÃO	39
REFERÊNCIAS	40
GLOSSÁRIO	42

1 INTRODUÇÃO

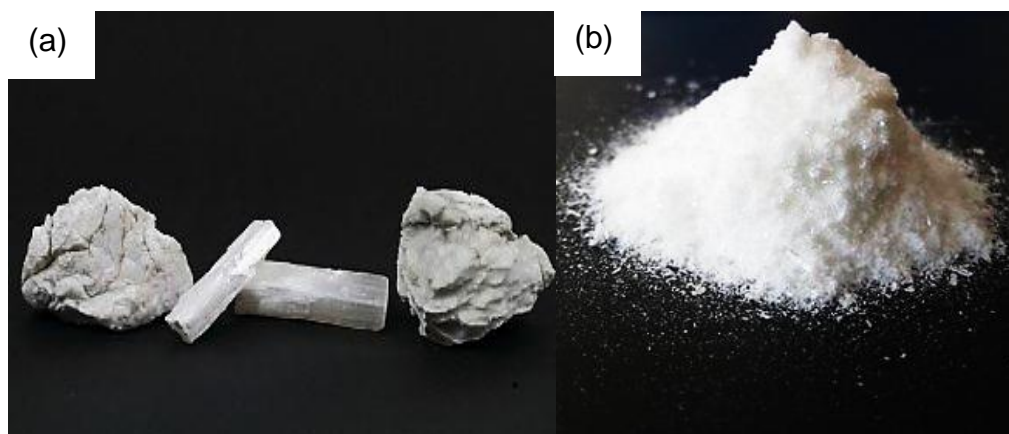
Os gessos são materiais amplamente utilizados na odontologia, mais especificamente nos tratamentos restauradores indiretos para obtenção de modelos confeccionados sobre moldes. São materiais formados por sulfato de cálcio hemihidratado que para serem manipulados devem ser misturados com água em quantidades determinadas pelos fabricantes. A partir do processo de fabricação, denominado de calcinação, são obtidos basicamente dois tipos de gessos: os gessos alfa e beta, que são quimicamente idênticos (sulfato de cálcio), porém diferem com relação ao tamanho e forma das partículas, em virtude disso requerem quantidades de água distintas, refletindo nas propriedades físicas e mecânicas desses materiais (BALTAR *et al.* 2005).

Dentre as propriedades desejáveis aos materiais para obtenção de modelos estão: facilidade de manuseio, resistência à fratura e a abrasão, dureza superficial, capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional. A manipulação dos gessos odontológicos deve seguir sempre a recomendação fornecida pelo fabricante com relação ao tempo de espatulação, as quantidades de água e pó a serem misturadas, para que seja possível a obtenção de tais propriedades. Entretanto, frequentemente é observada na prática odontológica tanto por parte dos cirurgiões dentistas como por parte dos técnicos em prótese dentária a manipulação desse material em alguns casos de forma não padronizada, colocando-se quantidades aleatórias de pó e adicionando água gradativamente através da torneira. A quantidade de água em excesso ou a falta dela interfere diretamente e negativamente nas propriedades do gesso odontológico, sendo alvo de diversos estudos (PEREIRA *et al.* 2002)

Sabe-se que quanto maior for a relação água/pó (A/P), maior a quantidade de poros no material obtido, resultando em menor a resistência e menor o número de cristais existentes por unidade de volume. Por outro lado, uma baixa relação A/P dificulta a espatulação, impedindo a obtenção de uma massa moldável com uma consistência adequada e que possa escoar por todos os detalhes da impressão. Adicionalmente tal situação dificulta a hidratação adequada e o processo de coalescência das partículas de gesso (PHILIPS, 1986).

Os gessos tipo IV são um dos mais utilizados, pois atendem bem aos requisitos de facilidade de manuseio, resistência à fratura e a abrasão, dureza superficial, capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional, quando manipulados corretamente. Por outro lado, esse gesso é mais caro quando comparado ao tipo III, por exemplo, que é utilizado para o mesmo fim, mas apresenta propriedades inferiores. Ao adicionar água de forma aleatória ao gesso tipo IV os profissionais correm o risco de obter um material com propriedades inferiores e, dessa forma, estariam desperdiçando dinheiro, uma vez que o gesso tipo III por si só já apresenta propriedades inferiores e a um custo menor.

Figura 1 - Sulfato de cálcio di-hidratado (a) e sulfato de cálcio hemi-hidratado (b)



Fonte: Brasil Escola (2018)

Variações no processo de calcinação resultam em diferentes características de partículas de hemi-hidrato e, portanto, em diferentes tipos de gesso. Existem basicamente dois tipos de gessos originados do processo de calcinação: gesso tipo β e o gesso tipo α . O gesso tipo β ou cristais de β -hemi-hidrato, passam pelas etapas de catação manual, britagem, moagem e calcinação em fornos sob pressão atmosférica. Esses fornos operam a uma temperatura entre 125 e 160 °C. Nessas condições, a água de cristalização é liberada rapidamente formando cristais malformados e porosos, resultando em um produto que se caracteriza pela forma irregular e natureza esponjosa dos seus cristais (BALTAR *et al.* 2005). No caso do gesso tipo α ou α -hemi-hidrato, o processo de obtenção consiste na calcinação realizada em equipamentos fechados a uma pressão maior que a atmosférica (autoclave). Nessas condições, a modificação da estrutura cristalina do gesso resulta em um produto mais homogêneo e menos poroso (PHILLIPS, 1986). Como consequência, após a mistura com água, obtém-se um produto mais duro, com maior resistência mecânica e menor consistência (BALTAR *et al.* 2005). Desses dois tipos surgem os cinco tipos segundo a especificação de número 25 da ADA (Associação Dentária Americana) que podem ser visualizados na Tabela 1.

Tabela 1 - Especificação da ADA para os tipos de gesso

Tipos De Gesso	
Gesso Beta	Gesso Alfa
Tipo I (para moldagem)	Tipo III (gesso pedra)
Tipo II (gesso comum)	Tipo IV (gesso pedra melhorado, com alta resistência e baixa expansão)
	Tipo V (gesso pedra melhorado, com alta resistência e alta expansão)

Fonte: Autor (2018)

Em descobertas arqueológicas foi visto que o gesso, inicialmente usado em obras de arte e decoração, é um dos mais antigos materiais utilizados pelo homem (Peres *et al.*, 2001; Domínguez e Santos, 2001). O primeiro estudo científico dos fenômenos relacionados à preparação do gesso foi publicado por Lavoisier em 1768 (BALTAR *et al.* 2005). Diferentes formas cristalinas de gipsita têm sido utilizadas há séculos na construção civil e na confecção de objetos decorativos. Acredita-se, por exemplo, que o alabastro empregado na famosa construção do templo do Rei Salomão tenha sido uma das formas de gipsita. Produtos feitos a partir da gipsita têm sido amplamente utilizados na indústria de construção, e praticamente todas as casas e edifícios têm componentes confeccionados com gesso. (PHILIPS, 1986)

O gesso odontológico tem sido ao longo da história o material de escolha para confecção de modelos de estudo de estruturas bucais e maxilofaciais e como um importante material auxiliar para procedimentos de laboratório odontológico, os quais estão envolvidos na produção de próteses dentárias, fazendo com que existam diversas marcas disponíveis no mercado segundo o tipo de gesso a ser utilizado. O critério para utilização de um tipo de gesso depende de sua indicação que, por sua vez, está relacionada com propriedades que esta indicação em particular irá exigir (PEREIRA *et al.*, 2002). Dentre os diferentes materiais o gesso é o mais comumente utilizado para obtenção de modelos, sendo o material de conexão entre os procedimentos clínico-laboratorial (ZARAKANI *et al.*, 2013).

Para o profissional, durante o tratamento de um caso ortodôntico, os modelos de estudos obtidos a partir do gesso é uma das fontes de informação mais importantes e a técnica requerida para sua correta construção influenciará na precisão. Os modelos de gesso possibilitam a análise da anatomia, as posições e formas individuais dos dentes, as dimensões e a simetria das arcadas superior e inferior, bem como a relação entre elas, tornando possível identificar a presença de mordidas cruzadas, abertas ou profundas. São essenciais para elaboração de um plano ortodôntico, pois permitem o diagnóstico de monoclusões (ABRÃO *et al.*, 2011).

2.2 Propriedades Do Gesso Odontológico Tipo IV

Materiais indicados para confecção de modelos para prótese dentária devem apresentar elevada resistência mecânica, dureza superficial, resistência à abrasão, elevada capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional, sendo o gesso Tipo IV um dos materiais que mais se aproxima destes requisitos (TAVAREZ *et al.*, 2014).

A adequada resistência à compressão é uma das características mais importantes quanto a escolha do gesso odontológico, sobretudo considerando todas as metodologias relacionadas aos procedimentos laboratoriais para confecção de próteses, assim como capacidade de reprodução de detalhes, tempos de spatulação e de presa, expansão normal de presa, dentre outras (ZARAKANI *et al.*, 2013).

Os modelos odontológicos precisam apresentar uma superfície resistente, uma vez que o preparo cavitário é preenchido com cera e esta é esculpida até as margens do modelo. Um instrumento cortante é usado para esse propósito; assim, o gesso-pedra deve ser resistente. A resistência dos produtos de gipsita é geralmente expressa em termos de resistência à compressão, embora a resistência à tração deva, também, ser considerada se quisermos segurança e orientação satisfatórias para as características totais de resistência (PHILIPS, 1986).

A necessidade do material de moldagem em reproduzir os mínimos detalhes da cavidade oral é evidente. Vários testes têm sido feitos por pesquisadores para avaliar a capacidade do material de moldagem em reproduzir os detalhes

superficiais (PHILIPS, 1986). A fidelidade de cópia de modelos afeta a superfície das peças protéticas produzidas e tem sido relacionado a fatores clínicos, mas também a razões laboratoriais. A manipulação dos gessos odontológicos deve seguir sempre a recomendação fornecida pelo fabricante com relação ao tempo de espatulação, as quantidades de água e pó a serem misturadas, para que seja possível a obtenção de tais propriedades (HERSEK *et al.*, 2002; CHANG *et al.*, 2016).

2.3 Relação água/pó

A quantidade de água e de gesso deve ser medida precisamente por peso. A quantidade de água para o pó de hemi-hidrato é geralmente expressa como a relação água/pó, ou o quociente obtido quando o peso (ou volume) da água é dividido pelo peso de pó. Esta relação é normalmente referida de forma abreviada como relação A/P. Por exemplo, se 100 g de gesso for misturado a 27 ml de água, a relação A/P será de 0,27 (PHILIPS, 1986). Segundo a reação estequiométrica do gesso seriam necessários 18,61 ml de água para 100g de gesso, porém a massa obtida após essa mistura não apresenta viscosidade suficiente para que o material escoe e copie os detalhes durante o procedimento de modelagem, fazendo com que os próprios fabricantes determinem quantidades de líquido superiores a essa (ZARAKANI *et al.*, 2013). Embora a relação A/P seja variável para as diferentes marcas comerciais de gesso, as relações que seguem são as recomendações típicas: gesso tipo II, de 0,45 a 0,50; gesso tipo III, de 0,28 a 0,30; e gesso tipo IV, de 0,22 a 0,24. A função da água na reação é umedecer as partículas do pó e produzir uma mistura com viscosidade adequada (SILVA *et al.*, 2009).

A relação A/P é um fator importante na determinação das propriedades físicas e químicas do produto final de gipsita. Por exemplo, à medida que a relação A/P aumenta, o tempo de presa se torna maior, a resistência dos produtos de gesso diminui, e a expansão de presa se torna menor (PHILIPS, 1986). Para que o gesso tenha um bom desempenho na construção do modelo ortodôntico é de crucial importância a manipulação adequada do gesso com correta proporção A/P. O excesso de água pode aumentar o tempo e a expansão de presa e diminuir a resistência do material (ABRÃO *et al.*, 2011).

A relação A/P é um fator determinante nas propriedades físicas e químicas e que mudanças nessa relação podem alterar estas propriedades. Assim, o aumento da relação A/P aumenta o tempo de presa e diminui quantidade de cristais por volume, diminuindo por sua vez a resistência e a expansão de presa. Por outro lado, a diminuição da relação A/P diminui a fluidez, impedindo o escoamento e a reprodução de detalhes (TAVAREZ *et al.*, 2014). Como alternativa para minimizar tais efeitos, artefatos como a secagem desse material em estufa ou micro-ondas por vezes é utilizada, sendo alvo de diversos estudos (HERSEK *et al.*, 2002; CASTILHO *et al.*, 2007; FREITAS *et al.*, 2015; CESERO *et al.*, 2017).

Tem sido observado que é comum se adicionar água e pó várias vezes para conseguir a consistência adequada, atitude esta que deve ser evitada, pois provoca mudança na reação de presa, comprometendo a resistência do material, reprodução de detalhes, expansão de presa, dentre outras propriedades (PEREIRA *et al.*, 2002). Tornou-se um hábito na clínica a manipulação do gesso sem o cuidado de aferir-se a proporção A/P correta. Tal fato poderia invalidar as medições feitas com base nos modelos, mesmo se adotadas novas tecnologias, como a digitalização destes, cujas vantagens de armazenamento, manipulação e preservação das informações já são conhecidas (NETER *et al.*, 1996).

Analisando os vários estudos na área pode-se dizer que é um fato que a qualidade gesso depende da forma como são construídos, porém este fato não é comumente levado em consideração nos consultórios odontológicos, nos centros de documentação ortodôntica e, eventualmente, em ambientes de pesquisa, o que poderia comprometer os resultados obtidos (ABRÃO *et al.*, 2011).

Os gessos tipo IV são amplamente utilizados por atenderem bem aos requisitos de profissionais e os manipulam (facilidade de manuseio, resistência à fratura e a abrasão, dureza superficial, capacidade de reprodução de detalhes e estabilidade dimensional) quando manipulados corretamente e por isso tendem a ser mais caros quando comparados aos gessos tipo III, por exemplo, que é utilizado para o mesmo fim, mas apresenta propriedades inferiores. Ao adicionar água de forma aleatória ao gesso tipo IV alguns profissionais correm o risco de obter um material com propriedades inferiores e, dessa forma, estariam desperdiçando tempo e dinheiro, uma vez que os modelos obtidos sob essas condições tendem a ser mais

frágeis podendo quebrar fazendo com que o profissional precise confeccionar um novo modelo, além do fato de que o gesso tipo III por si só já apresentam propriedades inferiores e a um custo menor.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Comparar as propriedades mecânicas e capacidade de cópia de três marcas de gesso tipo IV comerciais após variação na proporção água/pó.

3.2 Objetivos Específicos

- Confeccionar os corpos de prova de gessos tipo IV de três marcas comerciais para três diferentes testes;
- Comparar a resistência dos corpos de prova através dos testes de compressão e tração por compressão diametral;
- Comparar a capacidade de cópia através do ensaio de rugosidade.

4 METODOLOGIA

4.1 Confeção Dos Corpos De Prova

Para realização da pesquisa foram selecionadas três marcas comerciais de gesso tipo IV: Durone (Dentisply-Brasil), Herostone (Coltene) e Elite Rock (Zhermack) (Figura 2) que foram submetidas ao tratamento de alteração na proporção água/pó acrescentando 20% e 30% a mais de água, conforme pode ser visualizado na Tabela 2. Tais proporções foram estabelecidas após tentativas de simular a textura da mistura de água e gesso comumente utilizadas por profissionais que não seguem as recomendações do fabricante.

Figura 2 - Marcas de gesso utilizadas na pesquisa



Fonte: Autor (2018)

Foram confeccionados 10 corpos de prova de cada material, para cada grupo avaliado, para os testes de resistência mecânica e 5 corpos de prova para cada tratamento para os testes de capacidade de cópia. O procedimento iniciou-se com a pesagem do pó e dosagem da quantidade de água destilada, segundo a recomendação do fabricante para a confecção dos corpos de prova do grupo controle. Posteriormente foram confeccionados os corpos de prova de estudo com variação da relação água/pó, onde no primeiro grupo foram acrescentados 20% a mais de água destilada e no segundo grupo 30% a mais de água destilada (tendo como referencial as indicações do fabricante, como mostrado na Tabela 3).

Tabela 2 - Tipos de gesso selecionados e tratamentos realizados

Gessos	Tratamento	
Durone, Herostone e Elite Rock.	Grupo Controle	Proporcionamento e secagem seguindo indicações do fabricante. Secagem durante 24 horas em temperatura ambiente.
	Alterações nas proporções água/pó	Acrescentou-se 20% de água a mais que o grupo controle. Secagem durante 24 horas em temperatura ambiente.
		Acrescentou-se 30% de água a mais que o grupo controle. Secagem durante 24 horas em temperatura ambiente.

Fonte: Autor (2018)

Em seguida, a manipulação foi realizada em espatulador à vácuo (EDG- São Paulo), durante 40 segundos, e os corpos de prova foram obtidos através do processo de vazamento do gesso sob vibração constante em vibrador para modelos (VH- São Paulo), sobre uma matriz nas dimensões apropriadas para cada teste a ser realizado seguindo a norma ABNT NBR 12129/91. Após quarenta minutos, os corpos de prova foram removidos dos moldes e armazenados até a realização dos ensaios. A quantidade de água em cada um dos grupos foi alterada conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Tabela 3 - Variação da relação água/ pó dos materiais

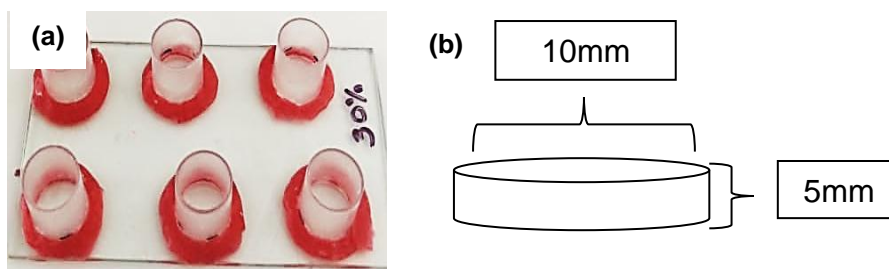
Material	Grupo controle	Grupo com acréscimo de 20%	Grupo com acréscimo de 30%
Durone	19mL para 100g	22,8mL para 100g	24,7mL para 100g
Herostone	20mL para 100g	24mL para 100g	26mL para 100g
Elite rock	20mL para 100g	24mL para 100g	26mL para 100g

Fonte: Autor (2018)

4.2 Ensaio De Resistência À Tração Por Compressão Diametral

Para o ensaio de compressão diametral ou de tração indireta foram confeccionados 10 corpos de prova de cada material, conforme os tratamentos realizados, totalizando 90 corpos de prova (30 para cada marca de gesso, e um n de 10 amostras para cada tratamento). Após várias tentativas de obtenção de uma matriz, utilizou-se um cilindro de acrílico, os corpos de prova ficaram nas proporções de com 20mm de diâmetro por 5mm de altura apoiados sobre uma placa de vidro, conforme o esquema mostrado na Figura 3.

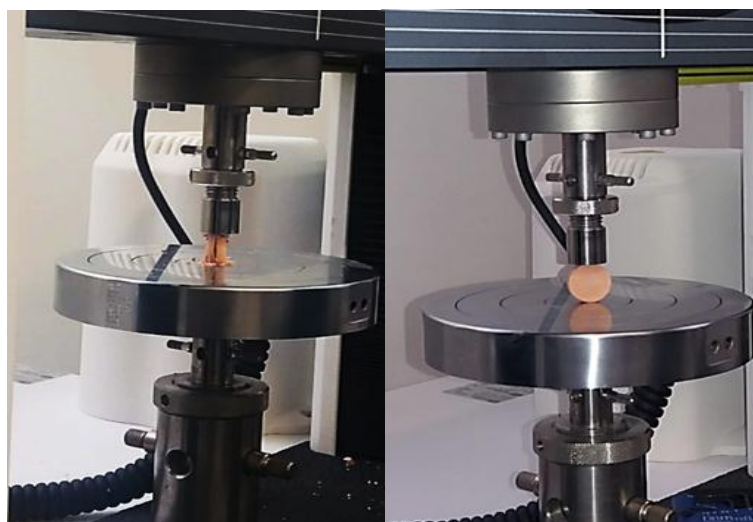
Figura 3 - Matriz de acrílico (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de tração por compressão diametral(b)



Fonte: Autor (2018)

Para realização dos ensaios, os corpos de prova foram posicionados horizontalmente na Máquina de Ensaio Universal (Instron 3365) com célula de carga de 2000kgf, com velocidade constante de 5mm/min até a fratura do material como pode ser observado na Figura 4.

Figura 4 - Corpo de prova durante o ensaio de tração por compressão diametral

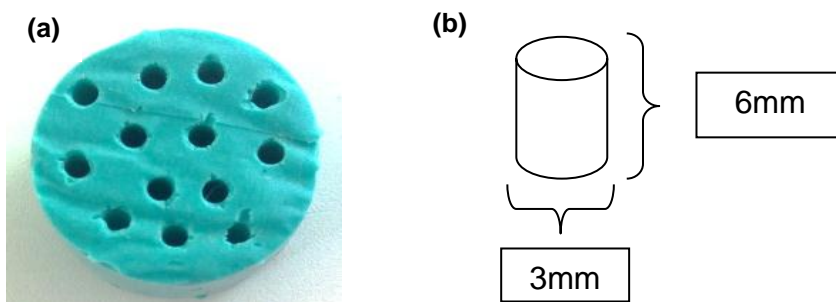


Fonte: Autor (2018)

4.3 Ensaio De Resistência À Compressão

Em uma matriz de silicone preparada para o ensaio, foram confeccionados 10 corpos de prova cilíndricos com 3mm de altura por 6mm de diâmetro, para aferição da resistência à compressão, de cada material, para cada tratamento realizado, totalizando 90 corpos de prova para cada material (30 para cada marca de gesso, e um n de 10 amostras para cada tratamento). Em seguida, os corpos de prova tiveram suas bases polidas para nivelamento da superfície e ficaram armazenados recipientes limpos e secos até o momento do ensaio. Na Figura 5 é possível observar a matriz e dimensões do corpo de prova.

Figura 5 - Matriz de silicone (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de compressão (b)



Fonte: Autor (2018)

Os corpos de prova foram posicionados verticalmente em uma Máquina de Ensaio Universal (Instron 3365) com célula de carga de 2000kgf, com velocidade constante de 5mm/min até a fratura do material. Tal ensaio está representado na Figura 6.

Figura 6 - Corpo de prova durante o ensaio de resistência a compressão

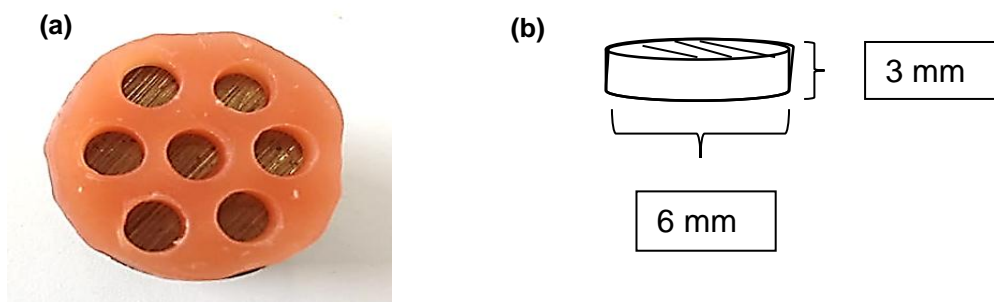


Fonte: Autor (2018)

4.4 Fidelidade De Cópia

Para o ensaio de fidelidade de cópia foram preparados 05 corpos de prova, proporções de 6mm de diâmetro e 3mm de altura, para cada grupo estudado, totalizando 45 corpos de prova (15 para cada marca de gesso, e um n de 5 amostras para cada tratamento) vazados sobre uma matriz metálica com uma face apresentando ranhuras (Figura 7) e posteriormente submetidos ao teste de rugosidade superficial realizado em rugosímetro (Surftest SJ-301 – Mitutoyo, Japão).

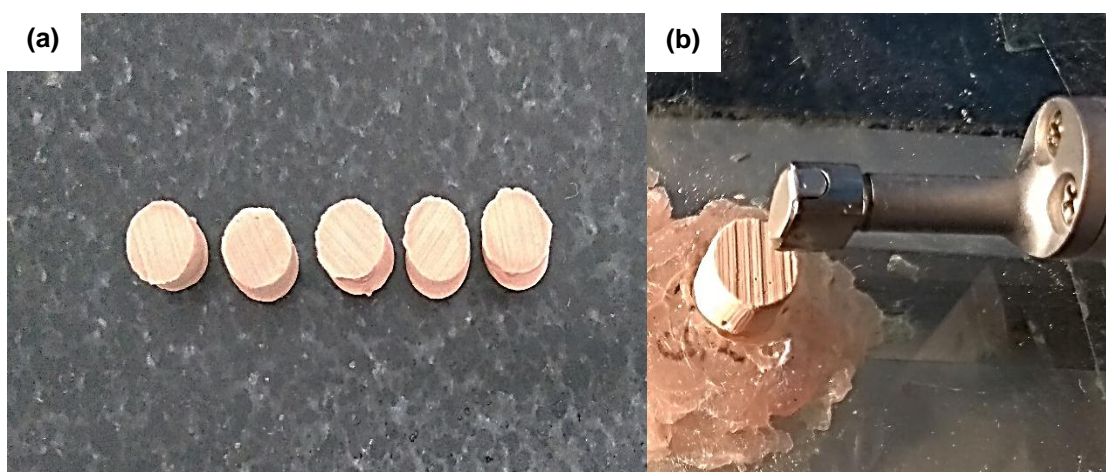
Figura 7 - Matriz moldada (a) e dimensões do corpo de prova preparado para o ensaio de fidelidade de cópia (b)



Fonte: Autor (2018)

Para o ensaio, os corpos de prova foram adaptados sobre uma placa de vidro com cera utilidade, com o auxílio de uma prensa, com carga de 0,5kgf durante 3s e então levados ao rugosímetro (Figura 8), com as seguintes condições de teste: Lc (cut-off/filtragem, minimiza a interferência de ondulação da superfície) - 0,25mm e velocidade de 0,5mm/s. Três leituras por espécime foram realizadas em pontos distintos do corpo de prova, em sentido perpendicular às ranhuras, e os valores médios foram calculados.

Figura 8: Corpos de prova preparados para o ensaio de fidelidade de cópia (a) e ensaio de fidelidade de cópia (b)



Fonte: Autor (2018)

4.5 Análise Dos Resultados

Os resultados obtidos em cada um dos ensaios foram tabulados e submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo programa estatístico IBM SPSS Statistics 20. Sequencialmente foi empregado o teste de Tukey ($p < 0,05$).

5 RESULTADOS

Conforme pode ser observado na Tabela 4 e gráfico da Figura 9, os resultados de resistência à tração por compressão diametral, evidenciaram que, em todos os gessos estudados, os materiais manipulados segundo a recomendação do fabricante apresentaram os melhores resultados se comparado com os grupos cujo tratamento foi aumento da proporção A/P (Teste de Tukey, $p < 0,05$).

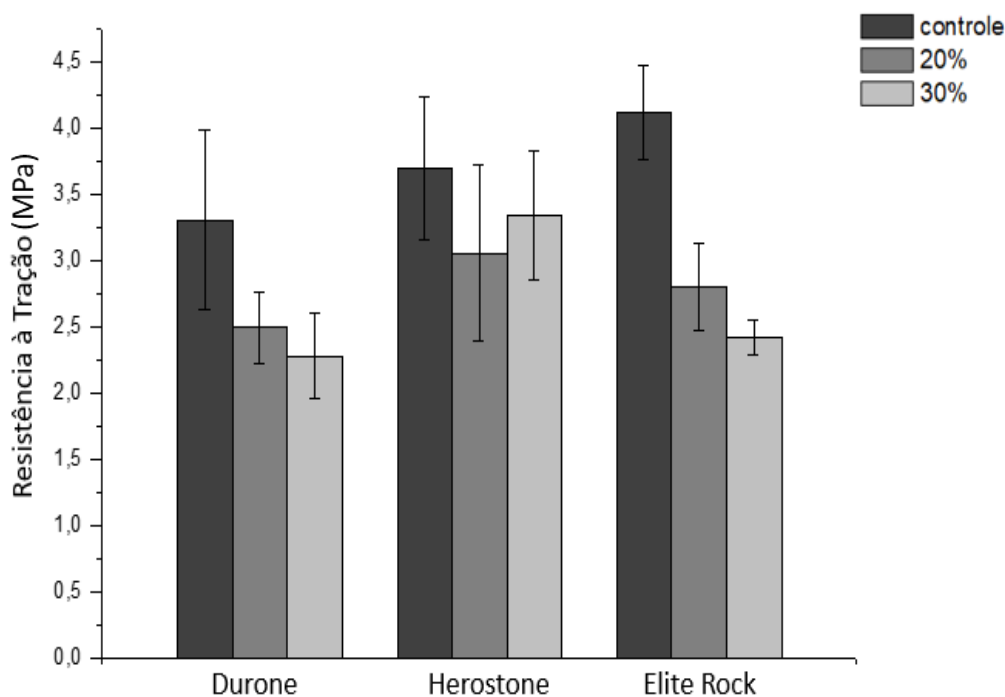
Tabela 4: Média Resistência à Tração por Compressão (MPa) - teste de Tukey 5%. Letras distintas unem grupos que diferem estatisticamente entre si ao nível de p.

Grupos	Durone	Herostone	Elite Rock
Controle	3,313 ($\pm 0,67422$) ^a	3,698 ($\pm 0,54057$) ^a	4,122 ($\pm 0,35742$) ^a
Acréscimo de 20%	2,496 ($\pm 0,26863$) ^b	3,06 ($\pm 0,66523$) ^b	2,806 ($\pm 0,32449$) ^b
Acréscimo de 30%	2,284 ($\pm 0,32232$) ^b	3,35 ($\pm 0,49027$) ^{ab}	2,424 ($\pm 0,1346$) ^c

Fonte: Autor (2018)

Conforme visualizado na Tabela 5 e gráfico da Figura 10, para o ensaio de compressão, os valores apresentados mostram para todos os gessos avaliados que os corpos de prova confeccionados segundo as recomendações do fabricante apresentaram valores de resistência à compressão superiores aos tratamentos realizados, enquanto os valores dos grupos com aumento da proporção A/P foram bem inferiores (Tukey, $p < 0,05$).

Figura 9 – Gráfico com médias de resistência à tração por compressão diametral (MPa)



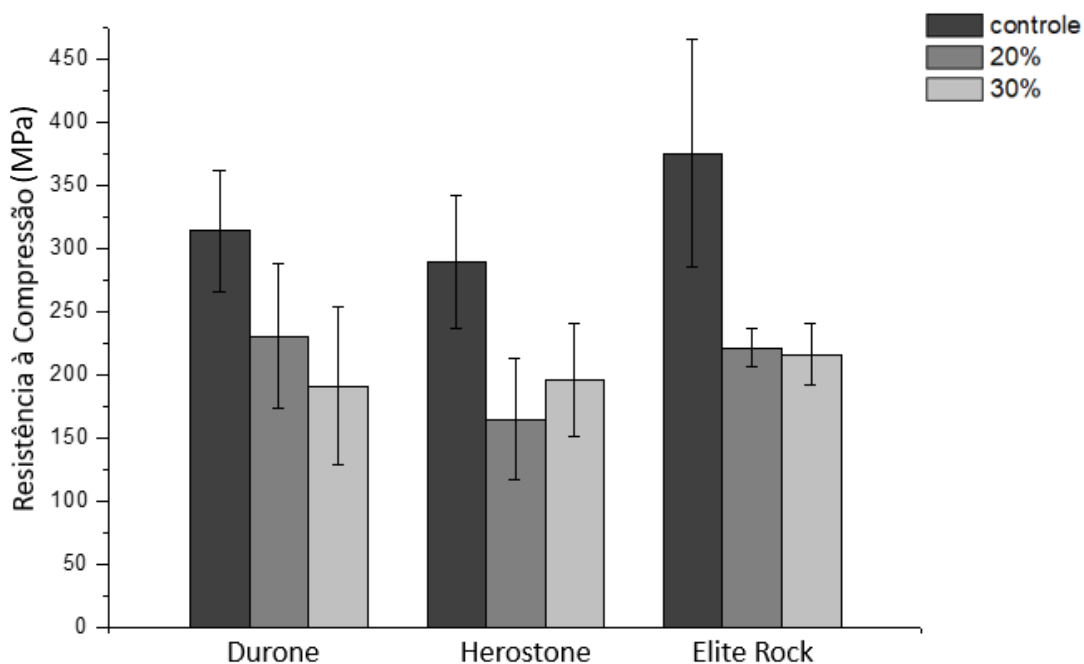
Fonte: Autor (2018)

Tabela 5 - Valores médios de resistência à compressão entre tratamentos, para cada um dos gessos utilizados - teste de Tukey 5%. Letras distintas em um grupo que diferem estatisticamente entre si ao nível de p.

Grupos	Durone	Herostone	Elite Rock
Controle	314,62 ($\pm 48,13$) ^a	290,04 ($\pm 52,43$) ^a	375,92 ($\pm 90,50$) ^a
Acréscimo de 20%	230,98 ($\pm 56,80$) ^{ab}	164,94 ($\pm 47,59$) ^{bc}	221,67 ($\pm 15,61$) ^b
Acréscimo de 30%	191,57 ($\pm 63,13$) ^b	196,54 ($\pm 44,69$) ^b	216,64 ($\pm 24,39$) ^b

Fonte: Autor (2018)

Figura 10 - Gráfico com valores médios de resistência à compressão (MPa)



Fonte: Autor (2018)

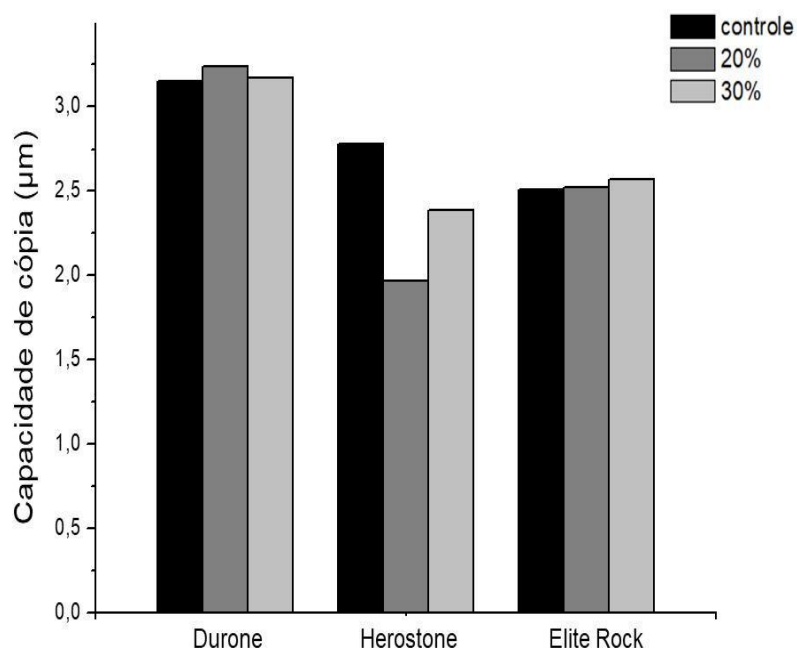
Com relação à fidelidade de cópia, os materiais estudados apresentaram valores médios mais próximos entre si, não apresentando diferenças significativas, exceto para o Herostone com acréscimo de 20% de água, conforme pode ser visualizado na Tabela 6.

Tabela 6 - Valores médios de capacidade de cópia dos materiais em cada um dos tratamentos (μm) - teste de Tukey 5%. Letras distintas unem grupos que diferem estatisticamente entre si ao nível de p.

Grupos	Durone	Herostone	Elite Rock
Controle	3,15 ^a	2,78 ^a	2,51 ^a
Acréscimo de 20%	3,24 ^a	1,97 ^b	2,52 ^a
Acréscimo de 30%	3,17 ^a	2,39 ^{ab}	2,57 ^a

Fonte: Autor (2018)

Figura 11 - Gráfico com médias dos valores referentes ao teste de rugosidade para avaliar capacidade de cópia (μm)



Fonte: Autor (2018)

6 DISCUSSÃO

Verificou-se neste estudo, que nas três marcas de gesso utilizadas, as alterações nas proporções água/pó influenciaram negativamente na resistência do gesso para as propriedades mecânicas de resistência à compressão e à tração com compressão diametral. Segundo a teoria da reação de presa, a resistência do gesso aumenta rapidamente à medida que o material endurece, após o tempo de presa inicial. Porém, o conteúdo de água livre contido no material endurecido afeta definitivamente essa resistência pois quanto mais água usada na mistura menor será a formação de núcleos de cristalização por unidade de volume (PHILIPS, 1986). Ainda assim, alguns profissionais insistem em não seguir as indicações do fabricante, sendo observada que na prática habitual que é comum se adicionar água e pó várias vezes para conseguir a consistência adequada, atitude essa que deve ser evitada pois provoca mudança na reação de presa, comprometendo a resistência do material, reprodução de detalhes e expansão de presa (PEREIRA *et al.*, 2002).

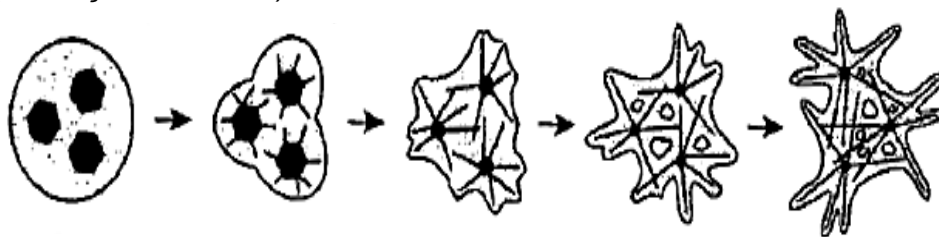
De acordo com Anusavice (1996), a resistência à compressão é a capacidade do material em absorver determinada tensão sem sofrer fratura ou deformação plástica.

A alta relação A/P gera um menor número de núcleos de cristalização, quando comparado a uma mistura mais espessa. Por isso, pode-se pressupor que os espaços entre os núcleos são maiores. Assim sendo, há uma menor interação de crescimento entre os cristais de di-hidrato e, conseqüentemente, menor ação expansiva entre eles (PHILIPS, 1986).

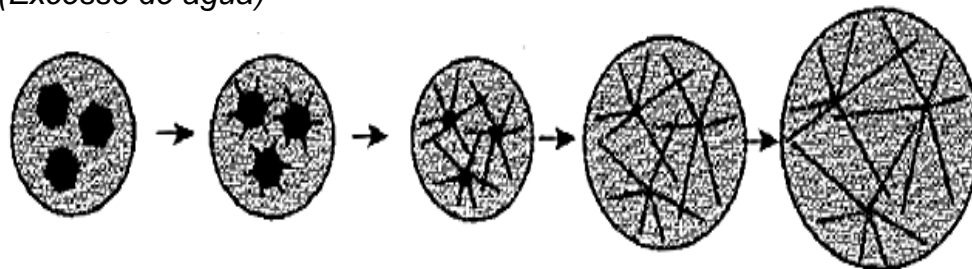
Na Figura 9 é possível ver, no diagrama superior, o crescimento dos cristais em condições normais. O diagrama inferior mostra o crescimento de cristais em condições onde há excesso de água, nessas condições há um maior espaço entre os cristais, espaços esses que são preenchidos por água excedente, uma vez que essa água evapora no processo de presa do material, esses espaços darão origem a poros. Havendo uma porosidade maior, poucos cristais estarão disponíveis por unidade de volume para um determinado peso de hemi-hidrato, o que pode explicar a baixa resistência do gesso analisado sob altas proporções A/P (PHILIPS, 1986).

Figura 12 - Diagrama representando a expansão de cristais de gesso em condições normais e em condições onde há excesso de água

(Condições normais)



(Excesso de água)



Fonte: Philips (1986)

Abrão *et al.* (2011) afirmaram que a relação água pó, aferida de forma aleatória, diminui a resistência à compressão mecânica, de modo que deveriam ser evitadas técnicas de adivinhação da quantidade de água em busca da consistência adequada de gesso. Adicionalmente, tem sido relatado também que a técnica de espatulação do gesso interfere nas qualidades finais do modelo, fato este que levou-nos a manipular todos os materiais em espatulador a vácuo, durante 40 segundos, com o fim de aumentar a resistência à compressão, seguido de preenchimento do molde em pequenas quantidades até que todos os dentes estejam preenchidos, a fim de evitar bolhas.

O teste de resistência à tração por compressão diametral é um teste pouco utilizado para a avaliação de ensaios mecânicos de gesso em Odontologia, não estando disponível uma norma ou uma padronização que sirva de parâmetro para comparação com o presente estudo, tornando difícil a discussão dos resultados. Este teste é útil em materiais que exibam predominantemente deformação elástica e pouca ou nenhuma deformação plástica, como ocorre no gesso (ANUSAVICE, 1996).

A capacidade de cópia de um material para confecção de próteses é uma propriedade de extrema importância, considerando se tratar de um procedimento de

reabilitação realizado de forma indireta. Observou-se, neste estudo, que os materiais foram capazes de copiar a matriz de forma semelhante entre si, exceto o gesso da marca Herostone com adição de 20% à mais de água. Abrão et al., 2011 observou que ao alterar a proporção A/P na confecção de modelos com gesso tipo III não houve diferenças estatisticamente significantes nas dimensões individuais dos dentes copiados em um modelo. Tal observação com relação a capacidade de cópia não ser afetada pelos tratamentos, pode ser um indício do porquê os profissionais quando alteram a proporção água/pó ou submetem a secagem afirmam não haver diferenças no material obtido, contudo banalizam (ou desconhecem) o comprometimento de outras propriedades.

Com base nos resultados, também foi possível observar que as marcas de gesso que se sobressaíram nos testes de resistência mecânica tiveram o pior desempenho no teste de capacidade de cópia. Tal observação pode ser visualizada até mesmo entre os grupos controles, o que baseou a hipótese de que talvez as proporções A/P indicadas pelo fabricante poderiam ser maiores nos grupos que tiveram menor resistência mecânica e maior capacidade de cópia, enquanto que nos grupos com resultado contrário essa proporção seria menor. Porém, ao analisar as proporções indicadas pelo fabricante (Tabela 3), tal hipótese deixou de fazer sentido pois, a proporção A/P indicada pelo fabricante da marca de gesso Durone é menor que a dos demais grupos e, ao contrário do que se esperava, o grupo controle referente a esta marca apresentou menor resistência mecânica e maior capacidade de cópia quando comparados aos grupos controles das outras marcas de gesso. O que indica que outros fatores como, por exemplo, a composição de cada gesso pode está influenciando em tais propriedades.

O valor médio de um Kg de gesso tipo IV é de quarenta reais, enquanto que a média de preço do Kg do gesso tipo III é de sete reais. A resistência mecânica é uma das propriedades do gesso tipo IV que influencia em seu alto custo. Ficou claro neste estudo que ao aumentar a proporção A/P do gesso tipo IV ele passa a apresentar uma menor resistência mecânica podendo ser comparado com tipos de gessos inferiores e mais baratos. Desta forma, a manipulação do gesso de forma aleatória sem seguir as indicações do fabricante pode caracterizar em desperdício de dinheiro, de material e de tempo já que há o risco de abrasão do modelo e em

boa parte dos casos o profissional precisa refazê-lo. Portanto, não se deve banalizar tal propriedade.

Pereira *et al.* (2002) e Cesero *et al.* (2017) defendem ainda a necessidade de se estudar a influência da espatulação mecânica ou manual sobre o gesso manipulado e se propuseram a estudar o assunto, constatando que a manipulação mecânica apresentou valores de resistência a compressão semelhantes a manipulação manual. Entretanto em relação à tração diametral, a manipulação mecânica apresentou melhores propriedades físicas do gesso tipo IV. Segundo os mesmos autores, vários são os fatores que podem afetar a resistência à compressão e à tração do gesso como o aumento ou diminuição do tempo de espatulação, a quantidade de água incorporada na mistura, entre outros.

Considerando a escassez de pesquisas sobre o tema estudado, principalmente com relação a capacidade de cópia, a comparação dos resultados deste estudo com os de outros autores mostrou-se de difícil execução, contudo, constatou-se a necessidade de se respeitarem as recomendações do fabricante, pois foram verificadas algumas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos considerados neste estudo. Além disso, outras propriedades como a dureza, por exemplo, podem está sendo afetadas e também precisam ser avaliadas.

7 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos neste estudo, conclui-se que alterações nas proporções água/pó diminuem consideravelmente a resistência mecânica do gesso tipo IV podendo comprometer o sucesso do trabalho protético. Além disso, pode-se observar que entre os grupos controles também há diferenças significativas na resistência mecânica e capacidade de cópia, mesmo se tratando do mesmo tipo de gesso sendo que de marcas diferentes.

Por outro lado, observou-se que a capacidade de cópia não se mostrou alterada de forma significativa, diante dos tratamentos realizados com aumento da proporção A/P.

Considerando a importância desse material para o sucesso de tratamentos restauradores indiretos, essa pesquisa indica a necessidade de estudo de outras propriedades que possam ser afetadas pelos tratamentos realizados.

REFERÊNCIAS

ADA - Council on Scientific Affairs. ANSI/ADA Specification nº 25, an adoption of ISO Standard 6873: for Dental Gypsum Products; 1998.

Anusavice KJ, editor. Phillip's science of dental materials. **WB Saunders**. Philadelphia, ed 10. 1996.

ABRÃO A.F.; PAIVA J.B.; FANTINI S.M. Alterações dimensionais de modelos de gesso determinadas por distintas proporções água/pó e tempo de espatulação. **RPG Revista de Pós Graduação**, v. 18, n.2, p. 83-89. 2011.

BORGES, A.L.S.; KIMPORA, E.T. Propriedades do gesso tipo IV em função da variação no posicionamento molde/modelo durante a fase de presa. **RGO**. Porto Alegre, v. 58, n.1, p. 65-69, jan./mar. 2010.

BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F.F.; LUZ, A.B. Rochas e Minerais Industriais. **CETEM**. p. 455-457.2005.

CHANG, Y.C; YU, C.H.; LIANG, W.M.; TU, M.G.; CHEN, S.Y. Comparasion of the surfasse roughness of gypsum models constructed using various impression materials and gypsum products. **Journal of Dental Sciences**, v. 11, p.23-28. 2016.

CASTILHO, A.A.; COSTA, C.B.; KIMPORA, E.T.; PAES-JUNIOR, T.J.A.; TANGO, R.N.; SAAVEDRA, S.F.A.; FREIRE, A.R.L. Efeito da técnica de aglutinação e da relação água/pó na resistência à compressão de gessos odontológicos. 2007.

CESERO, L.; OLIVEIRA, E.M.N.; BURNETT JUNIOR, L.H.; PAPALÉO, R.M.; MOTA, E.G. The addition of silica nanoparticles on the mechanical properties of dental stone. **The Journal of Dentistry**. Mar, 2017.

DOMÍNGUEZ, L.V. e SANTOS, A.G. Manual del Yesso. Asociación Técnica y Empresarial del Yeso. **ATEDY**. Madrid, v. 267. 2001.

FOGAÇA, J. R. V. "Sulfatos". **Brasil Escola**. Disponível em <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/sulfatos.htm>>. Acesso em 17 de outubro de 2018.

FREITAS, C.A.; ZANOTTI, T.S.; RIZZANTE, F.A.P.; FURUSE, A.Y.; FREITAS M.F.A. Linear setting expansion of different gypsum products. **RSBO**, v. 12, n.1. p.61-7. Jan-Mar, 2015.

HERSEK, N; CANAY, S.; AKÇA, K.; ÇİFTÇİ, Y. Tensile strength of type IV dental stones dried in a microwave oven. **The Journal Of Prosthetic Dentistry**. 2002.

KIM, J.H.; KIM, K.B.; KIM, W.C.; RHEE, H.S.; LEE, I.H.; KIM, J.H. Influence of various gypsum materials on precision of fit of CAD/CAM-fabricated zirconia copings. **Dental Materials Journal**, v.34, n.1, p.19–24. 2015.

NETER, J.; KUTNER, M.H.; NACHTSHEIM, C.J.; WASSERMAN, W. Applied linear statistical models. 4. ed. Illinois: Richard D. Irwing; 1996.

PEREIRA, T.; SANTOS JUNIOR, G.C.; RUBO, J. H.; FERREIRA P.M.; VALLE, A.L. Gesso Tipo Iv: Influência Das Técnicas De Manipulação. **Rev Fac Odontol**. Bauru, v.10, n.3, p.150-5. 2002.

PERES, L.; BENACHOUR, M.; SANTOS, W.A. O Gesso: Produção e Utilização na Construção Civil. **Edições Bagaço**. Recife, p.156. 2001.

PHILIPS, R.W. Materiais Dentários de Skinner. **Editora Guanabara**, 1ª edição, capítulo 12. p. 239-5263.1986.

RIYATANON, T.; SAWAENKIT, S.; THAWEBON, B; NISALAK, P. Antifungal Activity of Type III Dental Gypsum Incorporated with 3-iodo-2- Propynyl-Butylcarbamate. **MATEC Web of Conference**,v.1, p.1-4, 2017.

SILVA, L.H.; TURQUETTI, J.S.; KOMORI, P.C.; MACEDO, V.C.; TANGO, R.N.; KIMPARA E.T. Ciência Biologia e Saúde. **UNOPAR Cient.**, v. 11, n.3, p.5-8. 2009.

TAVAREZ, R.R.J; KLUG, R.J.; VIEIRA, M.S.; BEZERRA, G.L.; BANDECA, M.C.; FIROOZMAND L.M. Influence of water/powder ratio in the mineral and synthetic casts. **Braz J Oral Sci.**, v.13, n.3. Jul-Sep, 2014.

ZARAKANI, H.; KARIMI, N.; SADRIYA, S.; FAYAZ, A. Comparison of Setting Time, Setting Expansion and Compressive Strength of Gypsum Casts Produced by Mixing of Gypsum Powder with Distilled Water or 0.05% Sodium Hypochlorite. **Journal of Dental School**, v.31, n.3, p.162-169. 2013.

GLOSSÁRIO

Expansão de presa	Ocorre quando o gesso ou o revestimento aglutinado por gesso para fundição é deixado secar ao ar.
Modelo	Reprodução dos dentes, feito com gesso.
Espatulação	Processo de homogeneização com a utilização de espatulador.
Vazamento	Ação ou efeito de vazar, de entornar ou espalhar o conteúdo em uma matriz.
Monoclusão	Alinhamento anormal dos dentes superiores e inferiores.
Célula de carga	Transdutor de força.