



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
FACULDADE DE ODONTOLOGIA



FERNANDA BOTELHO MARTINS

**EFEITO DA MANIPULAÇÃO E DA CLASSIFICAÇÃO NAS
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO GESSO**

UBERLÂNDIA
2019

FERNANDA BOTELHO MARTINS

**EFEITO DA MANIPULAÇÃO E DA CLASSIFICAÇÃO NAS
PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DO GESSO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Faculdade de Odontologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial para obtenção do título de Graduação em Odontologia.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Morgana Guilherme de Castro

Co-orientador: Prof. Dr. Alexandre Coelho Machado

UBERLÂNDIA
2019

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFU	Universidade Federal de Uberlândia
ESTES	Escola Técnica de Saúde
FEMEC	Faculdade de Engenharia Mecânica
°C	Graus Celsius
%	Porcento
MEV	Microscópio Eletrônico de Varredura
Fig	Figura

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Gesso comum tipo II (A), gesso pedra tipo III (B) e gesso pedra tipo IV (C).....	10
Figura 2	Manipulação em gral de plástico com espátula rígida de aço inoxidável.....	10
Figura 3	Espatuladora a vácuo.....	11
Figura 4	Matriz de silicone e amostra de gesso.....	12
Figura 5	Termopar tipo T cobre-constantan.....	12
Figura 6	Sistema de aquisição de temperatura Keysight 34972A.....	13
Figura 7	Câmara térmica FLIR T420.....	13
Figura 8	Matriz de silicone sobre a placa de vidro.....	14
Figura 9	Amostras de gesso utilizadas no teste de rugosidade superficial.....	14
Figura 10	Rugosímetro portátil.....	15
Figura 11	Imagens térmicas dos gessos tipo II manipulado manualmente (A), gesso pedra tipo III, manipulado mecanicamente a vácuo (B), gesso pedra tipo IV, manipulado manualmente (C) e do gesso pedra tipo IV, manipulado mecanicamente a vácuo (D).....	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	08
2. PROPOSIÇÃO.....	09
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	09
3.1. Seleção dos tipos de gesso e tipos de manipulação.....	09
3.2. Avaliação da temperatura (Termografia).....	11
3.3. Avaliação da rugosidade superficial.....	13
4. RESULTADOS.....	15
4.1. Teste de temperatura (Termografia).....	15
4.2. Teste de rugosidade superficial.....	18
5. DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÃO.....	21
REFERÊNCIAS.....	22

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por me conceder oportunidade e saúde para concluir esse ciclo tão sonhado em minha vida. Aos meus pais Cláudia Botelho e Geraldo Magela, e à minha irmã, Mariana Botelho, que foram o meu alicerce durante toda a minha vida e que me deram todo apoio e suporte necessário durante a graduação. Com vocês o percurso foi muito mais fácil e seguro.

Agradeço aos meus professores, por todo conhecimento transmitido a mim, por toda paciência ao ensinar, em especial à minha orientadora Morgana Guilherme de Castro, com quem aprendi muito, sempre disposta e carinhosa. Agradeço ao meu co-orientador Alexandre Coelho Machado por toda a ajuda e a engenheira mecânica Gabriela Lima Menegáz pelo auxílio durante a realização dos testes na Faculdade de Engenharia Mecânica.

Agradeço à Escola Técnica de Saúde (ESTES) e a Faculdade de Engenharia Mecânica (FEMEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU), por disponibilizar o espaço físico, as máquinas e todos os materiais necessários para o desenvolvimento desse trabalho.

Agradeço à 81ª turma de Odontologia, que com as diferenças e particularidades de cada um me fez crescer e amadurecer nesses cinco anos. Às minhas amadas amigas, Dayanne Maria, Deborah Alves, Fernanda Almeida, Kamila Costa e Rosiane de Paula, pelo companheirismo e por tornarem toda a trajetória mais prazerosa.

RESUMO

Os gessos odontológicos são confeccionados a partir da gipsita (sulfato de cálcio di-hidratado). A gipsita, quando submetida ao processo de calcinação, resulta em moléculas de água e finos pós de hemi-hidrato que são denominados pó de gesso. O que difere os tipos de gessos utilizados na odontologia são a forma e compactação dos seus cristais e, devido às suas diferenças, cada um é destinado a trabalhos específicos dentro dos laboratórios de próteses. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito das manipulações manual e mecânica a vácuo na termografia e na rugosidade superficial em diversos tipos de gesso: comum ou tipo II, pedra tipo III e pedra tipo IV. Para isso, foram utilizados os três tipos de gessos supracitados e as duas formas de manipulação (manual e mecânica a vácuo). As amostras foram divididas em seis grupos, sendo $n=3$ para a análise de temperatura (grupos GT) e $n=10$ para a avaliação da rugosidade superficial (grupos GR): Grupos GT2M, GT3M, GT4M, GR2M, GR3M, GR4M com gessos tipo II, pedra tipo III e pedra tipo IV, respectivamente manipulados manualmente (M) e GT2V, GT3V, GT4V, GR2V, GR3V, GR4V com gessos comum, pedra tipo III e pedra tipo IV, respectivamente manipulados mecanicamente a vácuo (V). Os resultados da temperatura foram analisados qualitativamente e os da rugosidade superficial foram submetidos à análise estatística. Os gráficos de temperatura x tempo mostraram que a manipulação a vácuo chegou ao ápice de temperatura em menor tempo que a manipulação manual independente do tipo de gesso utilizado. Dentro de cada tipo de manipulação, o gesso tipo IV atingiu maior temperatura em menor tempo. Os dados de rugosidade mostraram que houve diferença estatisticamente significativa entre os tipos de manipulação e entre os tipos de gesso. A manipulação manual apresentou maior rugosidade superficial que a manipulação a vácuo e os gessos tipo II e III maior rugosidade que o tipo IV. Concluiu-se que o gesso IV manipulado a vácuo apresenta menor rugosidade superficial e alcança o ápice de temperatura em menor tempo na reação de presa em relação aos demais tipos de gesso analisados.

Palavras chaves: Gessos. Propriedades físicas. Manipulação. Classificação.

ABSTRACT

Dental plasters are made from gypsum (calcium sulfate dihydrate). When gypsum is subjected to the calcination process, it results in water molecules and a fine hemihydrate powder, which is called gypsum powder. The types of plasters used in dentistry are distinguished by the crystal shape and compaction, and due to their differences, each is intended for specific work within prosthesis laboratories. The objective of this work was to evaluate the effect of manual and mechanical vacuum manipulation on thermography and surface roughness in different types of plaster: common or type II, type III stone and type IV stone. For this, we have used the three types of plaster mentioned above and the two types of manipulation (manual and mechanical vacuum). The samples were divided into six groups: n=3 for temperature analysis (GT groups) and n=10 for surface roughness evaluation (GR groups): GT2M, GT3M, GT4M, GR2M, GR3M, GR4M with plaster type II, type III stone and type IV stone, respectively, which were manually manipulated (M) and GT2V, GT3V, GT4V, GR2V, GR3V, GR4V with common plaster, type III stone and type IV stone, respectively, which were mechanically handled under vacuum (V). Temperature results were qualitatively analysed, and surface roughness results were submitted to statistical analysis. Temperature x time graphs showed that vacuum handling reached the temperature peak in less time than manual handling, regardless of the type of plaster used. Regarding each type of manipulation, the type IV plaster reached a higher temperature in less time. The roughness data showed that there was a statistically significant difference between the types of manipulation and between the types of plaster. Manual manipulation had higher surface roughness than vacuum manipulation, and type II and III plaster had greater roughness than type IV. In conclusion, the vacuum manipulated IV plaster presents lower surface roughness and reaches the temperature peak in a shorter time in the pre-reaction in comparison with the other types of plaster analysed.

Key words: Plasters. Physicists properties. Manipulation. Classification.

1. INTRODUÇÃO

Os gessos odontológicos são produtos obtidos da gipsita (sulfato de cálcio di-hidratado) (CRAIG, 1997; ANUSAVICE, 2013). Essa matéria prima é um mineral obtido em várias partes do mundo e se apresenta na natureza na forma cristalina, como selenita e alabastro (BALTAR et al., 2005; SANSIVIERO et al., 2008). A gipsita quando submetida ao processo de calcinação resulta em moléculas de água e pós finos de hemi-hidrato, que são denominados de pó de gesso. Os diferentes tipos de gesso são produtos da calcinação sob diferentes condições (MOTTA et al., 1991). O gesso comum ou β -hemi-hidrato é o resultado da reação de calcinação em fornos abertos entre 110°C (cento e dez graus celsius) e 130°C (cento e trinta graus celsius) e resulta em um agregado fibroso de cristais finos com poros capilares, caracterizado como uma partícula esponjosa e irregular. Já o gesso pedra tipo III ou α -hemi-hidrato é o resultado da reação de calcinação sob pressão em ambiente úmido e resulta em um hemi-hidrato cristalino mais denso na forma de bastões ou prismas. E por fim, o gesso pedra tipo IV ou α -hemi-hidrato modificado ou gesso especial é o resultado da reação de calcinação em solução de cloreto de cálcio a 30% (trinta por cento) ou na presença de mais de 1% (um por cento) de succinato de sódio e resulta em cristais de hemi-hidrato mais curtos e grossos (NEWLANDS, 1958; PHILLIPS, 1986; PHILLIPS, 1993; BALTAR et al., 2005; ANUSAVICE, 2013).

Por apresentarem forma e compactação dos cristais diferentes, os três tipos de gesso citados acima necessitam de diferentes quantidades de água e resultam em diferentes formas de reação, o que interfere nos eventos relacionados ao tempo de presa e expansão de presa (PHILLIPS, 1993; FERRACANE, 1995; ANUSAVICE, 2013). Além das diferenças já existentes entre os tipos de gesso, o tipo e o tempo de manipulação também podem interferir nas propriedades desses materiais (NOORT, 2004). De todos eles, o gesso comum é o que necessita de maior quantidade de água e o gesso pedra tipo IV o que necessita de menor quantidade de água (PHILLIPS, 1993; ANUSAVICE, 1998). Portanto, o resultado final dos vários tipos de gessos apresenta diferenças em relação as suas propriedades físicas e mecânicas como: resistências à compressão, tração, tração diametral, rugosidade (CESERO et al., 2017).

Independentemente do tipo de gesso, a massa trabalhável é dada pela mistura do pó de gesso com água de acordo com cada tipo de gesso e recomendações do próprio fabricante, que resulta em uma reação exotérmica, e essa liberação de calor envolvida na reação de presa é equivalente ao calor utilizado no processo de calcinação. O resultado final é obtido quando

findado o tempo de presa final. A reação de presa leva tempo para se completar e as alterações na mistura começam assim que o hemi-hidrato e a água são misturados e passa por diferentes estágios como: tempo de espatulação, tempo de trabalho, tempo de presa inicial até chegar ao tempo de presa final. A duração de cada fase varia de material para material. (CRAIG, 1997; ANUSAVICE, 2013).

Devido às suas particularidades, os diferentes tipos de gesso são destinados a trabalhos específicos dentro da área da prótese (PHILLIPS, 1993; FARINA, 2009). Dessa forma, o conhecimento das propriedades e dos comportamentos de cada tipo de gesso é muito importante para que haja a correta seleção, utilização e confecção de modelos de gesso sobre os quais serão executados os planejamentos e trabalhos protéticos, visto que, erros de indicação podem acarretar em prejuízo do trabalho no laboratório que refletirá diretamente nos trabalhos entregues aos cirurgiões dentistas e pacientes. Além das supracitadas diferenças, existe ainda uma significativa diferença financeira (ANUSAVICE, 2013).

2. PROPOSIÇÃO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da manipulação (manual e mecânica a vácuo) na termografia e na rugosidade superficial em diferentes tipos de gesso (comum ou tipo II, pedra tipo III e pedra tipo IV). A hipótese deste trabalho foi que os diferentes tipos de manipulação nos diferentes tipos de gesso apresentarão diferenças tanto na termografia, quanto na rugosidade superficial.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Seleção dos tipos de gesso e tipos de manipulação

Foram utilizados neste trabalho 3 tipos de gessos (Fig. 1): comum ou tipo II (Asfer, Indústria Química Ltda), pedra tipo III (Asfer, Indústria Química Ltda) e pedra tipo IV (Durone IV, Dentsply Indústria e Comércio Ltda.) e dois tipos de manipulação: manual (Fig. 2) e mecânica a vácuo (Fig. 3), conforme imagens a seguir:



Figura 1: Gesso comum tipo II (A), gesso pedra tipo III (B) e gesso pedra tipo IV (C)

Fonte: Autoria

Manipulação manual: foi feita em gral de plástico limpo e seco, com auxílio de uma espátula rígida de aço inoxidável. Foram feitas a pesagem do gesso com uma balança e mensuração da água (de acordo com a recomendação do fabricante). Primeiramente foi colocada a água e depois o pó no gral. A manipulação foi executada por 60 segundos, em seguida, a massa foi vertida na matriz sobre um vibrador.



Figura 2: Manipulação em gral de plástico com espátula rígida de aço inoxidável

Fonte: Autoria

Manipulação mecânica a vácuo: o pó foi adicionado à água no gral próprio da espatuladora, esta foi fechada e acionada a vácuo. A massa de material foi espatulada por 08 segundos na configuração Elite Model, em baixa rotação (350 RPM); depois, o produto foi vertido na matriz sobre um vibrador.



Figura 3: Espatuladora a vácuo

Fonte: Aatoria

3.2. Avaliação da temperatura (Termografia)

Distribuição dos grupos

Foram confeccionadas 18 amostras distribuídas em 6 grupos (n=3): **GT2M** - gesso comum ou tipo II com manipulação manual; **GT3M** – gesso pedra tipo III com manipulação manual; **GT4M** – gesso pedra tipo IV com manipulação manual; **GT2V** - gesso comum com manipulação mecânica a vácuo; **GT3V** – gesso pedra tipo III com manipulação mecânica a vácuo; **GT4V** – gesso pedra tipo IV, com manipulação mecânica a vácuo.

Confeção dos corpos de prova

Foi confeccionada uma matriz de silicone de tamanho equivalente à quantidade média de gesso necessária para vaziar um molde da arcada dentária (cem gramas) (Fig.4). Foi realizada uma perfuração a 1 cm de distância da base da matriz para que fosse acoplado um termopar do tipo T cobre-constantan (Fig. 5) no centro e no meio da massa de gesso para medir a temperatura, ao mesmo tempo que a amostra estava posicionada a 50 (cinquenta) centímetros de uma câmera infravermelha. Após a manipulação do gesso, a matriz foi posicionada sobre um vibrador para gesso e assim vazada até que o termopar fosse coberto totalmente pelo gesso.



Figura 4: Matriz de silicone e amostra de gesso

Fonte: Aatoria



Figura 5: Termopar do tipo T cobre-constantan

Fonte: Aatoria

Teste de temperatura

Após o vazamento do gesso, a temperatura foi medida durante 90 minutos, de 30 em 30 segundos, pelo termopar do tipo T cobre-constantan acoplado ao sistema de aquisição de temperatura *Keysight 34972* (Fig. 6), e as fotos foram tiradas na câmera térmica *FLIR T420* (Fig. 7) a cada 5 minutos para acompanhar a evolução da distribuição de temperatura. A sala em que foi realizado o teste estava sempre a uma temperatura de 22°C para não interferir no resultado. O programa *FLIR T420* foi configurado no modo *Rainbow*, emissividade de valor 1,0 e distância de 0,5 metro.



Figura 6: Sistema de aquisição de temperatura *Keysight 34972A*

Fonte: Autoria



Figura 7: Câmera térmica FLIR T420

Fonte: Vórtex equipamentos. Disponível em: <http://www.vortex.com.br/2009-para-preditiva/13-cameras-termograficas-flir-t420-t440-e-t460>. Acesso em: 15 out.2019.

Análise dos dados

Os dados foram analisados qualitativamente por meio das imagens da câmera térmica e dos gráficos plotados com a aquisição das temperaturas ao longo da presa do gesso.

3.3. Avaliação da rugosidade superficial

Distribuição dos grupos

Foram confeccionadas 60 amostras distribuídas em 6 grupos (n=10): GR2M - gesso comum ou tipo II com manipulação manual; GR3M – gesso pedra tipo III com manipulação manual; GR4M – gesso pedra tipo IV com manipulação manual; GR2V - gesso comum com manipulação mecânica a vácuo; GR3V – gesso pedra tipo III com manipulação mecânica a vácuo; GR4V – gesso pedra tipo IV, com manipulação mecânica a vácuo.

Confecção dos corpos de prova

Para obtenção dos corpos de prova do ensaio de rugosidade superficial, foram utilizadas matrizes feitas a partir da moldagem com silicone de adição de placas de metal com 15 mm de diâmetro e 3 mm de espessura. Antes da manipulação do gesso, as matrizes foram posicionadas sobre placas de vidro. Após a manipulação do gesso, estas foram posicionadas sobre um vibrador para gesso e assim vazadas (Fig. 8). Após as mesmas serem preenchidas, essas só foram removidas após a presa final do gesso, depois de 1 hora (Fig. 9).

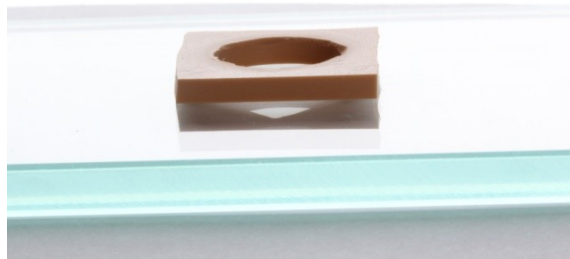


Figura 8: Matriz de silicone posicionada sobre placa de vidro

Fonte: Aatoria



Figura 9: Amostras de gesso utilizadas no teste de rugosidade superficial

Fonte: Aatoria

Teste de rugosidade

Para verificação da fidelidade de cópia, foi avaliada a rugosidade de superfície do gesso por meio da média de três leituras em Rugosímetro Portátil (SJ-412 50MM-4MN, Mitutoyo) (Fig. 10) com percurso de medição ajustado para 2,5 milímetros e λ_c 0,25. A rugosidade da placa de vidro serviu de padrão para análise da superfície dos gessos, de forma que, quanto mais próximos dos valores de rugosidade da placa de vidro os modelos

apresentaram, maior fidelidade de cópia da superfície dos gessos. O parâmetro de medição foi o Ra e foram feitas 10 medidas na placa de vidro para determinar qual seria o valor de referência, destas, 7 tiveram como resultado 0,003 e 3, 0,004 micrômetros.



Figura 10: Rugosímetro portátil

Fonte: Autorial

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à transformação em raiz quadrada e mostraram distribuição normal (Shapiro-Wilk). Os valores foram então submetidos à ANOVA two way, seguida pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4. RESULTADOS

4.1. Teste de temperatura (Termografia)

Comparando o mesmo tipo de gesso com manipulações diferentes (gráficos 1, 2 e 3) pode-se observar que os 3 tipos de gesso, quando manipulados manualmente, atingiram o ápice de temperatura com um maior tempo se comparados com os mesmos tipos manipulados mecanicamente a vácuo. No gesso tipo II (gráfico 1) a manipulação teve um efeito adicional na elevação da temperatura, sendo que a manipulação a vácuo elevou mais a temperatura que a manipulação manual. Ao fazer a análise dos 3 diferentes tipos de gessos (gráfico 4), todos manipulados manualmente, pode-se observar que o tipo IV obteve uma maior temperatura em menor tempo, seguido pelo gesso tipo III e por último tipo II. O mesmo padrão foi observado entre os diferentes tipos de gessos quando manipulados mecanicamente a vácuo (gráfico 5), porém com intervalos de tempos menores.

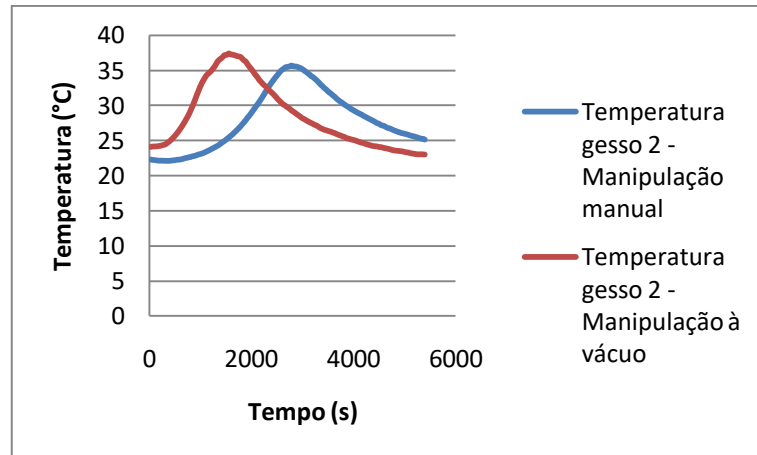


Gráfico 1 - comparativo entre as médias de temperatura do gesso tipo II com diferentes formas de manipulação.

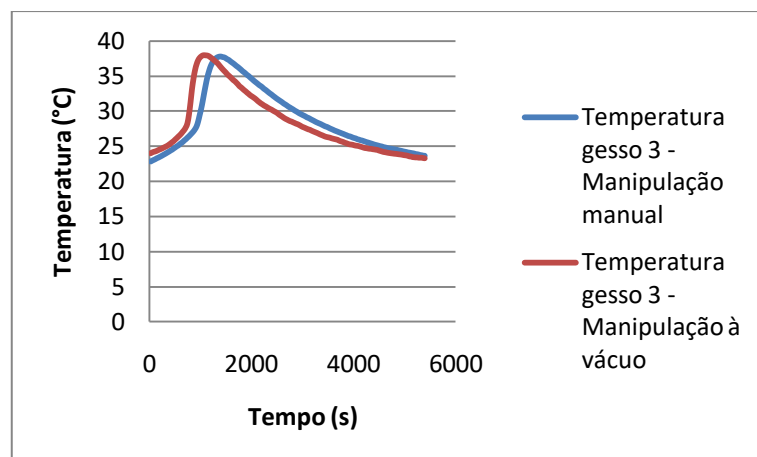


Gráfico 2 - comparativo entre as médias de temperatura do gesso tipo III com diferentes formas de manipulação.

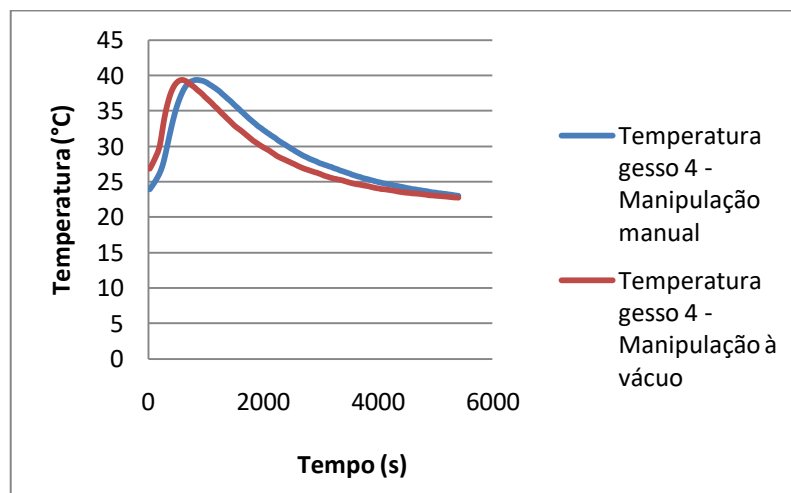


Gráfico 3 - comparativo entre as médias de temperatura do gesso tipo IV com diferentes formas de manipulação.

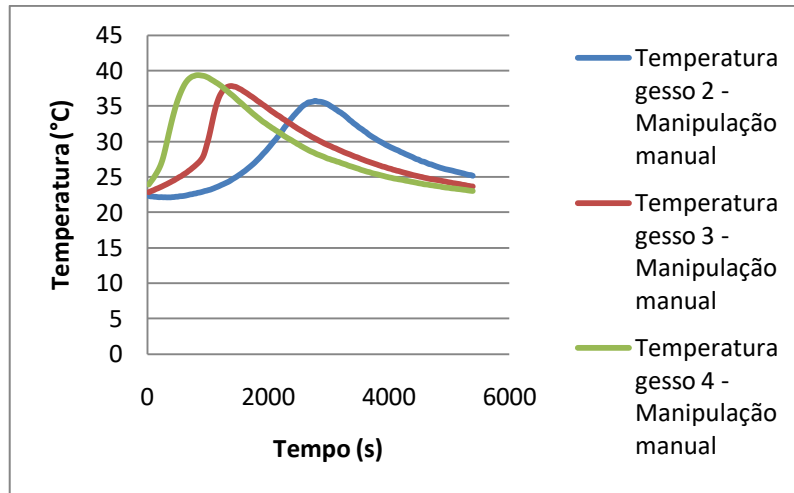


Gráfico 4 - comparativo entre a média dos diferentes tipos de gessos manipulados manualmente.

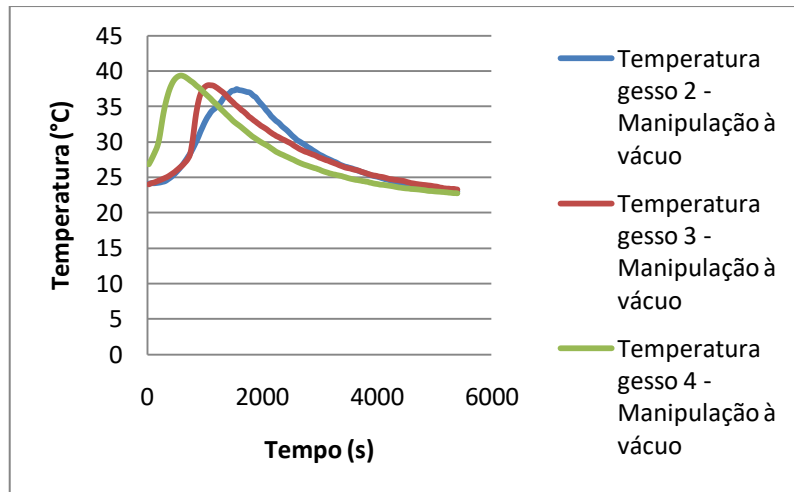


Gráfico 5 - comparativo entre a média dos diferentes tipos de gessos manipulados a vácuo.

As imagens da câmera térmica (Fig. 11) mostraram que houve um aumento gradual de temperatura, representado por cores, nas quais a cor azul corresponde a temperaturas mais baixas e a cor branca a temperaturas mais altas. Observou-se que para os três tipos de gesso, na manipulação a vácuo o aquecimento e o resfriamento foram mais homogêneos e uniformes em toda a amostra, quando comparados a manipulação manual, e para os dois tipos de manipulação o padrão de aquecimento foi da periferia da amostra em direção ao centro.

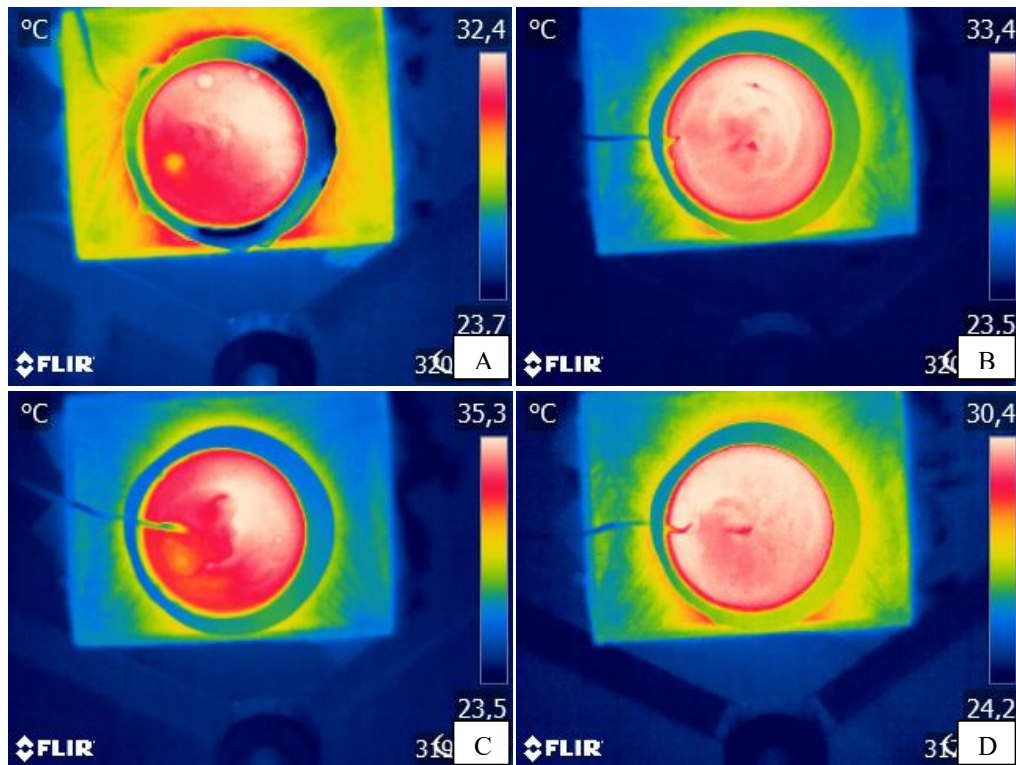


Figura 11: Imagens térmicas dos gessos tipo II, manipulado manualmente (A), gesso pedra tipo III, manipulado mecanicamente a vácuo (B), gesso pedra tipo IV, manipulado manualmente (C) e do gesso pedra tipo IV, manipulado mecanicamente a vácuo (D).

Fonte: Autoria

4.2. Teste de rugosidade superficial

Tipo de gesso	Manipulação manual	Manipulação a vácuo
Gesso Comum ou tipo II	$0,934 \pm 0,335^{Aa}$	$0,791 \pm 0,111^{Ba}$
Gesso pedra tipo III	$1,112 \pm 0,098^{Aa}$	$0,706 \pm 0,047^{Ba}$
Gesso pedra tipo IV	$0,645 \pm 0,171^{Ab}$	$0,458 \pm 0,130^{Bb}$

* Letras maiúsculas representam a comparação entre os tipos de manipulação dentro do mesmo tipo de gesso e letras minúsculas representam a comparação entre os tipos de gesso dentro do mesmo tipo de manipulação. As mesmas letras mostram que não houve diferença estatisticamente significante, enquanto letras diferentes mostram que houve.

A análise estatística demonstrou que os diferentes tipos de gesso e de manipulação influenciaram na rugosidade superficial, sendo que na manipulação a vácuo a rugosidade superficial foi menor quando comparada à manipulação manual. Comparando os tipos de gesso entre si, a menor rugosidade superficial encontrada tanto para manipulação manual como para mecânica a vácuo foi a do gesso tipo IV, seguido pelo tipo III e II.

5. DISCUSSÃO

A hipótese do trabalho foi aceita, pois os resultados apontaram que houve diferenças entre os diferentes tipos de manipulação (manual e mecânica a vácuo) e para os diferentes tipos de gesso (gesso comum ou tipo II, gesso pedra tipo III e gesso pedra tipo IV) tanto para a termografia, quanto para rugosidade superficial.

Os dados de termografia mostraram que a manipulação a vácuo atingiu a maior temperatura da reação exotérmica num espaço de tempo menor que a manipulação manual e que o gesso tipo IV atingiu a maior temperatura em menor espaço de tempo que os demais tipos de gesso. Além disso, as imagens da câmera térmica mostraram que para os três tipos de gesso, na manipulação a vácuo o aquecimento e o resfriamento foram mais homogêneos e uniformes em toda a amostra, quando comparados a manipulação manual, e para os dois tipos de manipulação o padrão de aquecimento foi da periferia da amostra em direção ao centro.

A termografia infra-vermelha é baseada na mensuração da distribuição de energia térmica radiante. Ela usa a radiação infravermelha emitida por um objeto para medir sua temperatura (GONZALES-HERNANDES et al., 2019). Quando se analisa um elemento estrutural, pode haver não homogeneidades próximas da sua superfície e isso resultará, em muitos casos, em diferenças de temperatura mensuráveis. A energia térmica consiste na energia emitida pelo próprio alvo e na energia refletida pelos arredores e é medida por um sensor térmico localizado na câmera de infravermelho (KYLILI et al., 2014).

A câmera infravermelha converte a radiação detectada das superfícies em imagens térmicas (BARREIRA et al., 2012), ela mede o poder emissivo das superfícies em uma área em várias faixas de temperatura (BALARAS et al., 2002). O sensor infravermelho capta a radiação emitida pelo alvo e o sinal de resposta elétrico é convertido em uma imagem digital com diferentes cores, que correspondem à distribuição da temperatura na superfície do alvo (KYLILI et al., 2014). Cada cor representa uma faixa de temperatura diferente. Pontos mais frios, são representados por cores frias, como tons de azul e violeta. Já os locais mais quentes, são representadas pelas cores quentes, sendo a cor branca indicadora da região mais aquecida, seguida do vermelho, laranja e amarelo (RING et al., 2012).

Não há estudos utilizando termografia por infravermelho e termopares para medição da temperatura dos gessos durante a reação de exotermia na fase de presa como executado no presente trabalho. Essa metodologia ainda é pouco utilizada na odontologia, e quando utilizada, tem como foco o diagnóstico de alterações e doenças pela análise da temperatura corporal (AMORIM et al., 2018). Entretanto, essas ferramentas permitiram a análise em 90

minutos de como ocorreu o ganho e perda de temperatura na reação de presa dos gessos e como ocorreu essa distribuição de temperatura permitindo comparar com outros trabalhos que utilizaram outras metodologias.

Por exemplo, Casemiro et al. (2006) analisou a superfície das partículas de diferentes gessos no microscópio eletrônico de varredura e concluiu que quanto menores as partículas, mais rápida foi a reação de presa. Isso poderia explicar porque o gesso tipo IV atingiu o ápice de temperatura com menor tempo nos dois tipos de manipulação, seguido pelo gesso tipo III e pelo tipo II, respectivamente.

Outro estudo foi de Chang et al. (2013), por meio da termografia por infravermelho, estudou a temperatura de polimerização de uma resina composta, ativada por luz, com diversas formas de fotopolimerização, levando em consideração a profundidade de polimerização e a proximidade com a parede da cavidade. Os autores concluíram que a temperatura foi maior no meio da cavidade do que na superfície externa ou nas paredes internas da cavidade preparada. No nosso estudo as imagens da câmera térmica (Fig. 11) mostraram que para os três tipos de gesso, na manipulação a vácuo o aquecimento e o resfriamento foram mais homogêneos e uniformes em toda a amostra, quando comparados a manipulação manual, e para os dois tipos de manipulação o padrão de aquecimento foi da periferia da amostra em direção ao centro, com resultados diferentes dos encontrados no estudo de Chang et al. (2013).

Em relação à diferença na rugosidade superficial os menores valores encontrados para o gesso tipo IV e manipulação a vácuo poderia ser justificado por diversos fatores. O primeiro deles poderia ser que a diferença na forma dos cristais dos pós de gesso altera o resultado final do produto cristalizado incluindo a rugosidade superficial. No gesso comum (partículas de beta hemi-hidrato) os cristais são de aspecto esponjoso e formato irregular, no gesso pedra ou alfa hemi-hidrato os cristais são prismáticos e de formato mais regular do que o gesso comum, e, no gesso pedra melhorado ou alfa hemi hidrato modificado, as partículas cúbicas tem área de superfície reduzida (ANUSAVICE, 2013). Marodin (2012) analisou ao MEV com aumento de 1.500 vezes, os cristais de gessos manipulados mecanicamente e pode observar que no gesso comum os cristais são maiores, largos e irregulares, o pedra tipo III apresenta formas prismática e irregulares, mais densas e o pedra tipo IV cristais intermediários, formas irregulares e compactas.

Outro fator significativo poderia ser a diferente relação água/pó indicada, pelos próprios fabricantes, para cada tipo de gesso. Essas diferenças encontradas nas formas dos cristais dos pós dos diferentes tipos de gesso fazem com que eles necessitem de quantidades diferentes de

água para sua manipulação. Formas mais compactas necessitam de menor quantidade de água que as formas mais esponjosas, ou seja, gesso comum ou tipo II requer maior quantidade de água enquanto o gesso tipo IV requer uma quantidade menor (ANUSAVICE, 2013). Portanto, embora as recomendações do fabricante tenham sido seguidas para todos os tipos de gesso, essa relação difere para os diferentes tipos de gesso.

Um terceiro fator, poderia ser que os diferentes tipos de gessos submetidos a diferentes formas de manipulação (manual e mecânica a vácuo) podem alterar a homogeneidade da massa e formação de bolhas, sendo que a manipulação mecânica a vácuo favorece formas mais definidas e homogêneas de gessos, superfície mais homogênea e com menor formação de bolhas quando comparada com a manual (MARODIN, 2012).

Um quarto e último fator poderia ser a posição do molde durante a fase de presa do gesso. Paes Junior et al. (2010) avaliou essa influência para o gesso pedra tipo IV Durone sobre a rugosidade superficial de dois grupos: um com a superfície da base do dispositivo voltada pra baixo durante a fase de presa do gesso (N) e outro com a posição invertida (E), os gessos foram manipulados a vácuo e a média dos valores encontrados para o grupo N=0,743 e para o grupo E=0,677, ou seja, não houve diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, possivelmente porque era o mesmo tipo de gesso e ambos os grupos foram manipulados a vácuo. Entretanto, para padronização das amostras no presente trabalho, o controle da superfície a ser analisada foi controlada por pressão com uma placa de vidro, para que nenhum outro fator pudesse interferir na aferição das medidas a não ser tipo de gesso e tipo de manipulação.

Dentro das limitações desse estudo, e por não haver outros que estudaram termografia em gessos odontológicos, acredita-se que as alterações obtidas nos resultados do teste de termografia possuem impacto direto nas propriedades mecânicas, porém mais estudos que analisem outras propriedades físicas e mecânicas são necessários para a confirmação e para um maior e melhor entendimento dos fatores analisados neste estudo, que são tipo de manipulação e tipo de gesso.

6. CONCLUSÃO

Dentro das limitações desse trabalho, concluiu-se que, o gesso IV manipulado a vácuo apresenta menor rugosidade superficial e alcança o ápice de temperatura em menor tempo na reação de presa em relação aos demais tipos de gesso analisados.

REFERÊNCIAS

AMAM, A. et al. **Termografia infravermelha na Odontologia**. HU Revista, Juiz de Fora. 2018; 44(1):15-22.

ANUSAVICE, K.J. **Materiais Dentários**. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan; 1998.

ANUSAVICE, K.J. **Phillips: Materiais dentários**. 12. ed. Rio de Janeiro: Elsevier; 2013.

BALARAS, C.A; ARGIRIOU, A.A. **Infrared thermography for building diagnostics**. *Energy Build*. 2002;34:171–83.

BALTAR, C.A.M.; BASTOS, F.F.; LUZ, A.B. **Rochas e Minerais Industriais: usos e especificações**. 1. ed. Rio de Janeiro: Cetem; 2005.

BARREIRA, E.; DE FREITAS, V.P.; DELGADO, J.M.P.Q.; RAMOS, N.M.M. **Thermography Applications in the Study of Buildings Hygrothermal Behaviour**. In: Prakash RV, editor. *Infrared thermography*. Croatia, China: InTech. 2012; 171–92.

BATISTA, A.U.D. **Avaliação da influência da incorporação de substâncias desinfetantes na resistência à compressão e à tração diametral de dois gessos tipo IV**. Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista. 2005.

CASEMIRO, L.A.; HAMIDA, H.M.; PANZERI, H.; PIRES-DE-SOUZA, F.C. **Materiais para modelagem: avaliação dos tempos de presa, das resistências à tração e compressão e das partículas (MEV)**. *Revista Odonto Ciência – Fac. Odonto/PUCRS*. 2006; 21, (53): 207-211.

CASTILHO, A.A. et al. **Efeito da técnica de aglutinação e da relação água/pó na resistência à compressão de gessos odontológicos**. *RFO*. 2007; 12(2):32-36.

CESERO, L. **Influência do tempo de armazenamento na rugosidade, tração diametral e compressão de gessos odontológicos**. Dissertação de mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. 2012.

CHANG, H.S.; CHO, K.J.; SU-JUNG, P.; LEE, B.N.; HWANG, Y.C.; OH, W.M.; HWANG, N. **Thermal analysis of bulk filled composite resin polymerization using various light curing modes according to the curing depth and approximation to the cavity wall**. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21(4):293-9.

CRAIG, G.C. **Restorative Dental Materials**. 10. ed. Missouri: Mosby-Year Book Inc; 1997. p. 63-73.

FARINA, A.P. et al. **Avaliação e comparação de propriedades físicas e mecânicas de gessos comerciais e experimentais**. *Rev Clín Pesq Odontol*. 2009; 5(3):255-261.

FERRACANE, J.L. **Materials in Dentistry. Principles and applications.** Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 1995.

FLIR SYSTEMS. **ThermaCAM B2: User's Manual.** Sweden: Flir Systems. 2005.

GONZALES-HERNANDEZ, J.L. et al. **Technology, application and potential of dynamic breast thermography for the detection of breast cancer.** Elsevier Ltd. 2019; 13: 558-73.

KYLILI, A.; FOKAIDES, P.A.; CHRISTOU, P.; KALOGIROU, A.S. **Infrared thermography (IRT) applications for building diagnostics: A review.** Elsevier Ltd. 2014; 134(1):531-49.

LUCAS, M.G.; RIBEIRO, J.G.R.; BUTIGNON, L.E.; ARIOLI FILHO, J.N. **Efeito da incorporação de hipoclorito de cálcio em gesso tipo III sobre a estabilidade dimensional, resistência à tração diametral e a compressão.** Cienc Odontol Bras. 2009; 12 (1): 63-69.

LUCAS, M.G. **Análise de propriedades mecânicas e microscópicas de um gesso tipo IV após incorporação de derivados da clorexidina.** Tese de doutorado, Universidade Estadual Paulista. 2009.

MARODIN, A.L. **Gessos odontológicos: Avaliação da resistência à compressão e da morfologia ao microscópio eletrônico de varredura, em relação à técnica de espatulação.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal de Santa Catarina. 2012.

MOTTA, R.G.; SEIXAS, J.R.; MONTEIRO NETTO, J.; COUTO, M.P. **Aplicação ergonômica dos materiais de moldagem frente à dentística e a prostodontia. I. Gessos-elastômeros.** Odont. Mod., v. 13, n. 5, p. 43-51, jun., 1991.

NEWLANDS, C. **Materiais Odontológicos.** Rio de Janeiro: Científica; 1958.

NOORT, R.V. **Introdução aos materiais dentários.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.

PAES-JUNIOR, T.J.A. et.al. **Propriedades do gesso tipo IV em função da variação no posicionamento molde/modelo durante a fase de presa.** RGO. 2010; 58(1):65-69.

PHILLIPS, R.W. **Skinner materiais dentários.** 8. ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1986.

PHILLIPS, R.W. **Skinner materiais dentários.** 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1993.

PROENÇA, J.S. **Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de gessos odontológicos espatulados com diferentes tipos de água.** Trabalho de conclusão de curso, Universidade Estadual de Londrina. 2013.

REIS, R.S.A.; TEIXEIRA, H.G.C.; PRADO, R.; MIASATO, J.M. **Resistência à compressão de gesso tipo IV e V: Análise em duas idades.** RGO. 2004; 52(2):122-123.

RING, E.F.; AMMER, K. **Infrared thermal imaging in medicine.** Physiological Measurement, v. 33, n. 3, p. 33-46, mar, 2012.

SANSIVIERO, A. et al. **Expansão de presa de gesso tipo IV (pedra) de alta resistência em diferentes técnicas de manipulação e marcas diversas.** ConScientiae Saúde. 2008;7(3):373-378.

SILVA, L.H. et al. **Estudo da Resistência a Compressão do Gesso Odontológico Tipo III e IV Utilizando Água Gessada como Modificador.** UNOPAR Cient., Ciênc. Biol. Saúde. 2009; 11(3):5-8.