UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

Trabalho de Conclusão de Curso

AVALIAÇÃO NA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO BASE/CATALISADOR E TEMPERATURA DO AMBIENTE NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE SILICONAS POR CONDENSAÇÃO

Marcelo de Lucena Lima

Natal/RN
2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO NA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO BASE/ CATALISADOR E TEMPERATURA DO AMBIENTE NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE SILICONAS POR CONDENSAÇÃO

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Biomédica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte para obtenção do título de Graduado em Engenharia Biomédica.

Graduando: Marcelo de Lucena Lima

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Caroline Dantas Vilar Wanderley

Natal/RN

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE

CENTRO DE TECNOLOGIA

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA BIOMÉDICA

AVALIAÇÃO NA INFLUÊNCIA DA PROPORÇÃO BASE/CATALISADOR E TEMPERATURA DO AMBIENTE NA ESTABILIDADE DIMENSIONAL DE SILICONAS DE CONDENSAÇÃO

Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso:

Prof .ª Dr.ª Caroline Dantas Vilar Wanderley _____

UFRN – Orientadora

Prof. Dr. Hélio Roberto Hekis _____

UFRN – Avaliador Interno

Prof. Me. Frederico Lemos dos Santos _____

UFRN – Avaliador Interno

Natal/RN

2017

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus que permitiu que tudo pudesse ser realizado, a minha mãe, Solange Lucena, pelo seu amor incondicional e apoio em todos os momentos, ao meu Pai, Lucas Lima, pelo apoio e incentivo, a minha vozinha linda, Terezinha Lucena, a qual sempre foi um exemplo de caráter, garra, fé e perseverança.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por não ter me deixado desistir deste sonho, por cada ensinamento, pela força para vencer cada obstáculo, por nunca ter me abandonado, por mostrar sempre os caminhos que devo seguir, pela sabedoria, pelo discernimento, por ter me rodeado de pessoas maravilhosas e por me fazer acreditar que amanhã posso ser uma pessoa melhor.

À minha mãe, por ter demonstrado um amor incondicional, o qual me fez enxergar o sentido da vida, por ter sido um exemplo de humildade, demonstrando que não precisamos de muito para ser felizes, apenas aprender a ser felizes com o que temos, por me fazer se sentir importante e amado, por me fazer feliz.

Ao meu pai, por acreditar em mim, por ter me ensinar desde cedo que, quando se quer conquistar algo honestamente é necessário batalhar/trabalhar para que a meta seja alcançada, pelo exemplo de integridade e respeito.

À minha madrinha, Dalva Cândido e seu esposo Carlos Brito, por terem me acolhido em seu lar do primeiro ao último período de graduação, por terem se preocupado comigo quando eu estava doente e pelos seus corações bondosos.

A todos os professores que se esforçaram para contribuir com um aprendizado de qualidade, em especial aos professores, Caroline Vilar, Frederico Lemos, Hélio Hekis, Ronai Lisboa, Luciana Andrade, Carlos Galvão, Hector Leny, Beatriz Stransky, Kaline Melo, Custódio Guerra, Douglas Nascimento, Letícia dos Santos e Kellen Lima.

À minha namorada, Luisa Pessoa e sua família, por terem me ajudado e proporcionado momentos incríveis e inesquecíveis nestes dois últimos anos.

Ao meu grande amigo Patrício Oliveira, por ter me ajudado bastante nesta reta final, aos colegas e amigos, Bruno, Victor, Edilson, Wedson, Pedro, Amauri, Luan, Tom, Jeverton, Brevic, Gladson, Jonjon, Alice, Anaíra, Ruana e Jéssica, os quais me estimularam e ajudaram bastante dentro e fora da universidade. Aos professores e amigos que fazem parte da família Evidance, e à todos os amigos e familiares que estavam na torcida pela realização deste sonho.

SUMÁRIO

DEDICATÓRIA 4

AGRADECIMENTOS 5

SUMÁRIO 6

LISTA DE FIGURAS 8

LISTA DE EQUAÇÕES 9

LISTA DE TABELAS 10

LISTA DE GRÁFICOS 11

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS 12

RESUMO 13

ABSTRACT 14

1. INTRODUÇÃO 15

2. OBJETIVOS 17

    2.1 GERAL 17

    2.2 ESPECÍFICOS 17

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 18

    3.1 ALTERAÇÃO DIMENSIONAL DAS SILICONAS POR CONDENSAÇÃO ..18

4. METODOLOGIA 26

    4.1 METERIAIS 26

    4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL 28

    4.3 AMOSTRAGEM 28

4.4 MANIPULAÇÃO DOS MATERIAIS DE MOLDAGEM PARA OBTENÇÃO DOS MOLDES 31

4.5 MENSURAÇÃO DAS AMOSTRAS 34

4.6 TEMPERATURA DAS AMOSTRAS 34

4.7 TEMPOS DE PRESA 35

4.8 ANÁLISE DE DADOS 35

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES 37

6. CONCLUSÕES 47

7. REFERÊNCIAS 48

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 –- Materiais utilizados para realização do experiment**o** 26
Figura 02 – Paquímetro Digital Digimess® 27
Figura 03 – Termômetro Digital Infravermelho com Mira a Laser 27
Figura 04 – Refrigerador 28
Figura 05 – Amostras armazenadas à temperatura do ambiente 29
Figura 06 – Amostras armazenadas no refrigerador 29
Figura 07 – Representação esquemática e organizacional das amostras do Grupo 01 ... 30
Figura 08 – Representação esquemática e organizacional das amostras do Grupo 02 ... 30
Figura 09 – Colher medidora e porção da silicona por condensação PreciseSX/ Dentsply® 31
Figura 10 – Delimitação da área para aplicação do catalizador 32
Figura 11 – Aplicação do catalizador nas proporções (1:1), (2:1) e (3:1) 32
Figura 12 – Modelagem da silicona com o auxílio de réguas 33
Figura 13 – Amostra A1 (1:1) 33
Figura 14 – Eixos adotados para a mensuração das amostras 34

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 01 – Média Aritmética 35
Equação 02 – Volume médio 35
Equação 03 – Erro..... 36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tempos médios de presa das siliconas Zetaplus/Zermach® e PreciseSX/Dentsply®.....35
Tabela 2 – Resultado em porcentagem (%) da contração total das amostras do Grupo 01 37
Tabela 3 – Resultado em porcentagem (%) da contração total das amostras do Grupo 02 38
Tabela 4 – Comparação dimensional entre as amostras do mesmo fabricante (PreciseSX/Dentsply®), em relação a variação da temperatura.....41
Tabela 5 – Comparação dimensional entre as amostras do mesmo fabricante (Zetaplus/Zermach®), em relação a variação da temperatura.....42

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Contração das amostras do Grupo 01.....39
Gráfico 2 – Contração das amostras do Grupo 02.....40
Gráfico 3 – Gráfico comparativo entre as amostras da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply® em relação a variação de temperatura.....43
Gráfico 4 – Gráfico comparativo entre as amostras da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply® em relação a variação de temperatura,.....44
Gráfico 5 – Dispersão dos valores de contração médio do Grupos 01.....45
Gráfico 6 – Dispersão dos valores de contração médio do Grupos 02.....46

LISTA DE ABREVIAÇÕES, SIGLAS E SÍMBOLOS

ADA – American Dental Association

h – Hora

hs – Horas

' – Minuto (s)

" – Segundo (s)

ºC – Graus Celsius

% – Porcentagem

PPF – Prótese Parcial Fixa

LIMA, Marcelo de Lucena. **Avaliação na influência da proporção base, catalisador e temperatura do ambiente na estabilidade dimensional de siliconas por condensação.** Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 51p., 2017.

RESUMO

Em virtude da importância dos materiais de moldagem em tratamentos odontológicos e da manipulação de alguns destes serem realizadas sem precisão, de forma manual, neste trabalho objetivou-se avaliar a alteração dimensional dos moldes das siliconas por condensação PreciseSX/Dentsply® e Zetaplus/Zermach®, em relação à proporção da base/catalisador, ao tempo (30 min, 1 h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48 hs, 72 hs e 7 dias), e à temperatura do ambiente. As amostras foram divididas em dois grupos, contendo 30 amostras cada. O Grupo 01 representou as amostras que foram armazenadas à temperatura do ambiente, e o Grupo 02 as amostras que foram armazenadas em um recipiente no refrigerador. Subdividiu-se cada grupo em 3 subgrupos, classificando-os de acordo com a proporção base/catalisador e fabricante. A modelagem das siliconas foi realizada com o auxílio de réguas e a mensuração das amostras foi realizada 5 vezes no mesmo local com o auxílio de um paquímetro digital, obteve-se a média aritmética de cada um dos eixos mesurados, e em seguida calculou-se o ”volume médio” de cada amostra. A temperatura das amostras foi aferida ao longo do experimento com o auxílio de um termômetro de infravermelho, onde verificou-se uma variação de ±3ºC. A partir dos resultados obtidos concluiu-se que os fatores tempo, temperatura e proporção da base/catalisador influenciaram a instabilidade dimensional das siliconas por condensação estudadas, apresentando contrações de até 1,18% para a silicona PreciseSX/Dentsply® e 1,14% para a silicona Zetaplus/Zermach®, sendo variações não aceitáveis de acordo com os padrões estabelecidos pela Associação Dentária Americana, no entanto mesmo com o aumento da proporção base/catalisador ambos os materiais apresentaram uma estabilidade satisfatória em um período de até 48 hs e o tempo de presa das amostras diminuiu. Desta forma, evidenciou-se alguns dos erros cometidos entre o processo de modelagem e geração do molde.

Palavras-chave: Silicona por condensação. Catalisador. Materiais de Moldagem. Moldagem. Variação Dimensional.

LIMA, Marcelo de Lucena. **Evaluation in the influence of base/catalyst and temperature of the environment on the dimensional stability by condensation silicones.** Conclusion Work Project, Biomedical Enginnering Bachelor Degree, Federal University of Rio Grande do Norte, 51p., 2017.

ABSTRACT

This work was developed due to the importance of molding materials utilized in dental treatments, and the fact that some of these materials are handled manually and without precision. The objective of this study was to evaluate the dimensional change in molds of condensation silicones PreciseSX/Dentsply® and Zetaplus/Zermach® regarding the proportions of base/catalyst, the time (30 min, 1 h, 2 h, 3 h, 24 h, 48 h, 72 h and 7 days) and the room temperature. The samples were divided into two groups of 30 samples each. Group 01 represented the samples that were stored at room temperature and Group 02 the samples that were stored in a container in a refrigerator. Each group was subdivided into 3 subgroups, which were classified according to the ratio of the base/catalyst and to the manufacturer. The modeling of the silicones was done with the aid of rulers, and the measurement of the samples was performed 5 times in the same place with the aid of a digital caliper. The arithmetic average of each one of the measured axis was obtained, and the "average volume" of each sample was calculated. The temperature of the samples was measured throughout the experiment with the aid of an infrared thermometer, where a variation of ± 3ºC was observed. From the results obtained, it was concluded that time, temperature and the proportion of the base/catalyst influenced in the dimensional instability of the condensation silicones studied, with contractions of up to 1,18% for the PreciseSX/Dentsply® silicone, and of 1,14% for Zetaplus/Zermach®, both unacceptable variations according to the American Dental Association standards. Nonetheless, even with the increase in the proportion of the base/ catalyst, both materials presented a satisfactory stability in a period up to 48hs, and the holding time of the samples decreased. This is evidence of some errors occurred between the modeling and the mold generation processes.

Key-words: Condensation silicone. Catalyst. Molding material. Molding. Dimensional variation

1. INTRODUÇÃO

Muitos procedimentos realizados nos consultórios odontológicos se destinam a confecção de próteses dentárias, e uma das etapas mais importantes para a confecção das próteses é a moldagem, responsável pela reprodução das estruturas (Nunes, 1999).

Mezzomo e Frasca, (1994) mostram a importância da moldagem em tratamentos médicos, uma vez que, significa a transferência da situação clínica, para um modelo de gesso devidamente articulado com seu antagonista. E Shilinburg et al., (1998) define a moldagem como uma etapa importantíssima no tratamento restaurador, porém nem sempre todos os princípios são seguidos rigorosamente, consequentemente a fidelidade dos materiais é comprometida pela manipulação, técnica empregada e pela demora no vazamento do modelo.

Existem inúmeros materiais de moldagem no mercado, logo podemos citar: materiais anelásticos (godiva de baixa e alta fusão, pasta de óxido de zinco, eugenol e ceras odontológicas), materiais elásticos (alginato e agar) e os elastômeros (poliéter, polissulfeto, silicona de adição e silicona de condensação) (Anusavice, 2005; Siulbel, 2008; Faria et al., 2008).

Os elastômeros são materiais de moldagem que se assemelham a borracha após a reação de presa. Esses materiais são polímeros constituídos por grandes cadeias moleculares, e quando submetidos a tensões, as cadeias se desenrolam, recuperando-se elasticamente após a remoção da carga (Craig, 1993). De acordo com a Associação Dentária Americana (ADA) os elastômeros são identificados como materiais elastoméricos não-aquosos, para moldagens odontológicas, e podem se agrupar como polissulfetos, siliconas de condensação, siliconas de adição e poliéteres (Assunção et al. 2002).

A silicona por condensação possui como componente básico um radical α-é-hidroxipolidimetil siloxano, e sua reação de presa ocorre pela formação de ligações cruzadas entre o grupamento terminal do polímero de silicone e silicatos de alquila tri e tetrafuncionais na presença de octoato de estanho (Shen, 2005).

A reação química que acontece durante a polimerização da silicona por condensação origina como subproduto o álcool etílico, e a volatilização desta substância gera uma contração do material, por tanto é de fundamental importância a necessidade do vazamento do molde o mais rápido possível (Johnson e Craig, 1986; Purton, 1988).

Devido ás limitações das siliconas de condensação foi desenvolvida outro tipo silicona a base de polivinilsiloxano, conhecidas por silicona de adição, dispondo de excelentes propriedades físicas e principalmente por não eliminar subprodutos (Chee e Donovan, 1992). No entanto, Almeida (2002) afirma que mesmo com o aparecimento dos silicones por adição, com as vantagens do uso da automistura, estabilidade dimensional e possibilidade de realizar vazamentos sucessivos em um único molde, não foi suficiente para extinguir o uso dos silicones por condensação no mercado.

Estudos de Eames, W. B. et al. (1979), Marcinak, (1980), Johnson e Craig, (1986) e Rode, (1987) demonstram que é preocupante a alteração dimensional dos elastômeros após a reação de polimerização, pois as alterações dimensionais podem causar o comprometimento do modelo obtido.

Inúmeros fatores podem atuar na estabilidade dimensional das siliconas Marcinak et al. (1980) e Pierri et al., (1991) cita alguns deles: conservação antes do uso, manipulação, o volume do material de moldagem, o tempo que permanece na boca, o seu módulo de elasticidade, temperatura, tempo e umidade durante a moldagem e armazenagem do molde, e por último o tempo decorrido entre a remoção da impressão e o vazamento do modelo.

Tendo-se em vista que alguns dentistas dispõem das possibilidades de acelerar o processo de polimerização da silicona por condensação acrescentando uma proporção da base/catalisador acima da proporção recomendada pelo fabricante, demora na reprodução do modelo e armazenagem do molde em temperaturas variadas, este estudo se propôs a avaliar a alteração dimensional das siliconas por condensação PresiseSX/Dentsply® e Zetaplus/Zermach®, variando-se a proporção da base/catalisador e temperatura ao longo do tempo.

2. OBJETIVOS

2.1. GERAL

Avaliar a alteração dimensional dos moldes das siliconas por condensação PreciseSX/Dentsply® e Zetaplus/Zermach®, em relação a proporção da base/catalisador e temperara do ambiente, ao longo dos tempos 30 min, 1 h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48 hs, 72 hs e 7 dias.

2.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência dimensional da base/catalisado aumentando-se suas proporções nas siliconas por condensação estudadas;

- Avaliar a influência da temperatura na variação dimensional das siliconas por condensação estudadas;

- Avaliar a alteração dimensional das siliconas por condensação ao longo dos tempos 30 min, 1 h, 2 hs, 3 hs, 1 dia, 2 dias e 7 dias.

- Avaliar a influência da base/catalisador em relação ao tempo de presa das amostras.

- Comparar variação dimensional entre as siliconas estudadas

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ALTERAÇÃO DIMENSIONAL DAS SILICONAS POR CONDENSAÇÃO

Em 1958, Tomlin e Osborne avaliaram a estabilidade dimensional de duas siliconas para moldagem após polimerização. Os materiais selecionados foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes, e os procedimentos para a avaliação dos materiais em estudo foram os seguintes: os moldes eram vazados em intervalos, variando de imediatamente até 5 dias após a moldagem, armazenados em temperatura ambiente, e as leituras referenciais foram obtidas através de microscopia comparadora. Os pesquisadores concluíram que as alterações dimensionais foram mais marcantes nas primeiras horas e que os moldes das siliconas devem ser vazados, o mais rápido possível, em pelo menos num intervalo de 4 horas.

Em 1959, Phillips relatou várias propriedades da silicona de reação por condensação. Onde as siliconas apresentaram as vantagens da cor, por ser mais fácil de diferenciar dos tecidos intra-orais, do odor, por ser mais agradável e da limpeza no seu manuseio. A temperatura e a umidade foram fatores que implicavam no tempo de presa destes materiais. Os tempos de presa encontrados estavam em média 8 minutos dentro da cavidade oral, ou 10 minutos contados a partir do início da manipulação. E a espessura do material na moldeira influenciava na precisão dos materiais. Os pesquisadores concluíram que é de grande importância a escolha de uma moldeira rígida, para prover uma retenção adequada do material, e uma distribuição uniforme ao redor da superfície a ser moldada, para que as espessuras variadas de elastômero não causem distorção do molde.

Em 1966, Lerman estudou sobre a estabilidade dimensional de uma silicona por condensação, em função da espessura do material e do tempo de vazamento. O material polimerizou em estufa a 37°C por 10 minutos, e após a remoção, os moldes permaneceram em temperatura ambiente nos períodos: 30 min., 1 h, 3hs e 24 hs, antes de serem efetuados os vazamentos em gesso. Em seguida os modelos foram obtidos e avaliou-se o desajuste através de microscopia comparadora. Os estudos mostraram que o vazamento imediato do molde assegurou menores alterações dimensionais, o

prolongamento do tempo aumentou as contrações de polimerização e as siliconas mostraram alterações dimensionais significantes após 3 horas do início da reação.

Em 1975, Mansfield e Wilson mostraram o desenvolvimento de um método para determinação da estabilidade dimensional de amostras obtidas com materiais de moldagem elastoméricos, submetidas às alterações de temperatura que ocorrem clinicamente. As siliconas foram manipuladas conforme as instruções dos fabricantes, e colocadas numa matriz de água circulante a 32 ±2 ºC, em seguida reduziu-se a 23± 2°C. A primeira leitura foi realizada 7 minutos após o início da mistura, com intervalos de 1 minuto dentro dos 5 primeiros minutos, intervalos de 10 minutos em 1 hora, de hora em hora até 6 horas e finalmente a 24 horas. Os estudos mostraram que a contração térmica aconteceu nos 3 primeiros minutos, logo após a contração de polimerização. A média geral da alteração dimensional após 6 horas foi de 1,5% para as siliconas.

Estudos de Arvidson e Johansson (1978), mostram a avaliação do efeito do congelamento e descongelamento de elastômericos em relação ao período de tempo permanecido nessas temperaturas entre as etapas de moldagem e confecção do modelo. Uma matriz com 3 pinos e um bloco de medição e 3 tipos de materiais de moldagem (polissulfeto, silicona por condensação e poliéter) foram usados no estudo. Moldeiras de resina foram confeccionadas com 3 mm de alívio. Os materiais ensaiados foram manipulados de acordo com as instruções dos fabricantes. O tempo de polimerização foi de 15 minutos antes da remoção da matriz. Um grupo de moldes foi armazenado imediatamente em freezer a -l8°C por 24 hs e depois à temperatura ambiente por 1 h, 4 hs, 8 hs, 18 hs e 24 horas, antes da confecção dos moldes com gesso. No grupo controle as amostras foram armazenadas em temperatura ambiente por 24 hs, 25 hs, 28 hs,32 hs, 40 hs, 48 hs. E após a separação dos moldes, os modelos foram deixados secar por 24 hs antes das leituras, efetuadas num micrômetro. Os autores concluíram que os materiais de moldagem ensaiados não são estáveis, nos tipos e períodos de armazenagem, existindo uma leve influência do congelamento sobre a estabilidade dos materiais elastoméricos.

Em 1980, Marcinak et al. estudaram a variação dimensional linear das siliconas por condensação (Xantopren-Optosil, Citricon) em função do tempo e do vazamento do molde. A matriz utilizada para o experimento foram dois incisivos centrais incluídos em um bloco de resina acrílica, e as moldagens foram feitas com moldeiras de estoque com alívio de 3 mm. Durante as moldagens, os materiais permaneceram polimerizando numa

temperatura de 37 ºC e umidade relativa de 100%. Após a remoção da matriz, os moldes foram armazenados em temperatura ambiente nos períodos de tempo de *5* minutos, 30 minutos, l h, 2 hs, 8hs e 24 hs antes de serem vazados em gesso. Os modelos obtidos foram medidos usando um micrômetro com precisão de ±0,0025 mm. O estudo mostrou que as siliconas apresentaram alteração dimensional influenciada pelo tempo.

Em 1981, Ciesco et al. avaliaram a estabilidade dimensional da silicona por condensação em diferentes intervalos de tempo. O estudo obedeceu aos critérios da especificação nº 19 da American Dental Association - ADA e as instruções do fabricante, onde utilizou-se um dispositivo redondo de aço inoxidável para comparar as amostras em temperatura ambiente e na presença de umidade. Os procedimentos foram os seguintes: após a mistura, colocou-se o material no modelo e sobre ele um pedaço de papel celofane. Em seguida pressionou-se o conjunto com uma placa de vidro, e consequentemente provocou o extravasamento do excesso de material, que durante a polimerização, o conjunto molde e modelo foi mantido imerso em água deionizada numa temperatura de 32ºC e posteriormente, armazenado numa temperatura ambiente de 22ºC e umidade relativa de 59%. As leituras de 5 amostras foram feitas com um microscópio Gaertner com resolução de 0,01mm e ampliação de 32 vezes, logo após a remoção imediata do banho e nos tempos 1h, 24h, 48h, 72h e 1 semana. Os dados foram analisados estatisticamente pelo teste t, com nível de significância de 0,05. Durante as primeiras 24 hs, a silicona por condensação apresentou uma alteração dimensional linear indesejável, o que significa a presença do fenômeno de polimerização, com uma possível perda de constituintes voláteis, como o álcool. Os autores concluíram que as variáveis ambientais apresentaram uma grande influência sobre a estabilidade dimensional das siliconas por condensação.

Em 1981, Lacy et al. avaliaram a precisão de 12 siliconas por condensação em função do tempo de armazenagem, na duplicação de um modelo reproduzido de uma arcada dentária superior. As moldagens preliminares foram feitas com os materiais tipo massa, com alívio uniforme para o material tipo fluido (técnica de reembasamento). As siliconas foram manipuladas conforme as recomendações dos fabricantes. Os procedimentos foram os seguintes: foram feitas 3 moldagens para cada material ensaiado, a uma temperatura de 21°C, após 10 minutos da polimerização os moldes foram imediatamente vazados em gesso pedra e separados 15 minutos depois do tempo de cristalização, os intervalos de vazamento foram de 30 minutos, 1 h, 2 hs, 4 hs, 24 hs,

48 hs, 96 hs após a remoção do primeiro modelo. Em seguida confeccionaram seis modelos para cada intervalo de tempo e os moldes permaneceram armazenados em temperatura de 21 ºC e umidade relativa de 50%. Ambas as dimensões buco-lingual e mésio-distal de cada modelo foram medidas por um operador, utilizando um micrômetro de precisão de 0,001 mm (Lufkiu Rule Co.). Os estudos provam que embora ocorram alterações dimensionais nos modelos produzidos por vazamentos sucessivos, as siliconas por condensação podem ser usadas para produzir múltiplos modelos de um único molde, e para se obter uma precisão máxima é necessário que imediatamente após a moldagem o gesso seja vazado.

Willians et al. (1984), estudou o comportamento dimensional da silicona por condensação (Politrans). Os procedimentos foram os seguintes: uma matriz de ouro polida, simulando um preparo de coroa total, foi moldada utilizando moldeiras individuais com alívio de 2 mm, a matriz previamente aquecida a 37°C foi moldada com o material e levada a um banho de água a 37°C, até a completa cura do elastômero. Após o início da mistura, o molde foi separado da matriz, vazado em gesso e imediatamente ou após armazenados em temperatura ambiente por 1 h, 4 hs, e 24 horas. A alteração dimensional foi avaliada de acordo com o desajuste da coroa aos modelos obtidos. Foi possível concluir que a silicona por condensação teve bom resultado quando foi vazada imediatamente, entretanto, a demora do vazamento resultou uma perda da precisão.

Em 1987, Mazzetto estudou quantitativamente a estabilidade dimensional da silicona por condensação, em função do tempo de armazenagem. Os procedimentos foram os seguintes: para obtenção dos corpos de prova, utilizou moldeiras rígidas e um padrão metálico, com dois sulcos paralelos entre si e outro perpendicular, moldadas com os materiais manipulados de acordo com as instruções do fabricante. A moldagem foi realizada a 37°C e l00% de umidade relativa, permanecendo o tempo idêntico ao recomendado para a remoção do molde da boca. Após a remoção, os corpos de prova permaneceram em temperatura ambiente e as leituras foram realizadas nos períodos de armazenagem de 1 h, 6 hs e 24 hs, através de um microscópio comparador NIKON. O estudo mostra que o tempo influenciou consideravelmente na alteração dimensional da silicona por condensação, o qual aumentou consideravelmente em 24 hs.

Em 1997, Antunes et al. avaliaram as siliconas por condensação Optosil-Xantopren® (Bayer) e da 3M em relação à sua capacidade de cópia. Os procedimentos

foram os seguintes, um manequim odontológico com dentes naturais foi usado para a instalação de uma PPF convencional de três elementos com preparos para receber uma coroa total metálica no dente 47 e uma coroa metalocerâmica no dente 45 (modelo mestre). Os materiais foram manipulados conforme as instruções dos fabricantes, e posteriormente empregados em moldeiras de estoque de alumínio parciais e perfuradas, com n=5. Todos os moldes foram vazados com gesso pedra e cortados para a obtenção de modelos troquelizados. A partir da confecção de PPF, fundidas em liga de níquel-cromo Durabond® (MS), obtiveram-se réplicas tridimensionais do espaço entre a restauração e o preparo cavitário com uma pasta leve da silicona por condensação Xantopren® (Bayer), semelhante a um filme de elastômero e sobre ele uma resina acrílica autopolimerizável foi vazada, em seguida o conjunto filme de elastômero e resina acrílica foi removido e os corpos de prova foram recortados e avaliados microscopicamente, sob um aumento de 32 vezes e foi utilizada uma régua milimetrada para efetuar a medição e registrar essa medida através de fotografias. Para a medição dos corpos de prova, 3 pontos oclusais, 3 vestibulares e 3 linguais foram selecionados, obtendo-se 9 medidas, posteriormente os valores obtidos foram submetidos à análise estatística. O estudo mostra que não foram observadas diferenças significantes entre as siliconas, porém a silicona por condensação da 3M® apresentou resultados menos satisfatórios.

Em 2006. Lopes et al. pesquisaram sobre a influência do tempo de vazamento na estabilidade dimensional de duas siliconas por condensação (Zetaplus/Zermach®). Os materiais foram manipulados conforme as instruções do fabricante e seguiram os seguintes procedimentos: foi elaborado um modelo padrão metálico com dois cilindros de diferentes diâmetros e com a mesma altura para a obtenção dos moldes. A técnica de moldagem empregada foi a de dois tempos, com um alívio uniforme de 1mm nas moldeiras metálicas padronizadas, retentivas e com guias de inserção; os moldes foram mantidos em temperatura ambiente e posteriormente, foram vazados nos tempos de 30 min., 36 hs e 72 hs, utilizando gesso pedra tipo IV através do processo de espatulação mecânica à vácuo, em seguida os modelos de gesso foram mensuradas com o auxílio de um aparelho de medição tridimensional por coordenadas (Zeiss UMC 850) com precisão de 0,002 mm; as medições foram realizadas em três áreas distintas de cada cilindro e entre a distância dessas áreas. O estudo mostra que o material Speedex apresentou uma diferença significantemente menor do que o Zetaplus/Zermach® na

altura do cilindro de menor diâmetro e na distância entre eles e não houve diferença nas demais áreas mensuradas para as duas siliconas por condensação. E as dimensões dos modelos de gesso não apresentaram diferença significante quando comparada com as dimensões do modelo padrão metálico, nos diferentes tempos de vazamento, e por último conclui-se que as siliconas por condensação apresentaram estabilidade dimensional nos três tempos.

Em 2008, Faria et al. estudaram a influência de duas técnicas de moldagem sobre a silicona por condensação Silon/Dentsply®. Os procedimentos foram os seguintes: preparou-se um segmento de uma hemi-arcada parcialmente desdentada inferior direita com preparos para coroa total do primeiro pré-molar e do primeiro molar (fundida em liga de cobre-cobalto) para representar o modelo mestre, em seguida foram feitas moldeiras perfuradas fabricadas com resina acrílica autopolimerizável, padronizou-se o caminho de inserção e a remoção da moldeira, foram produzidas cinco impressões do material, foram utilizadas duas técnicas de moldagem: monofásica e de dupla-mistura, os moldes foram vazados em gesso pedra Durone IV/Dentsply® e após 1h, foram separados das impressões para determinar a precisão dos materiais de moldagem, onde as fotografias do modelo mestre e dos modelos de gesso pedra foram feitas utilizando um paquímetro Mitutoyo®, posteriormente utilizou-se o *software* Image Tool® para medir a distância entre as bordas e as preparações dos dentes, e três medidas foram feitas para cada imagem. O estudo mostra que houve diferença significante entre o modelo mestre e os modelos de gesso obtidos, e que as técnicas influenciam na precisão da moldagem.

Em 2010, Pereira et al. avaliaram as alterações dimensionais lineares em modelos de gesso obtidos com silicona por condensação. O material utilizado para a pesquisa foi uma silicona por condensação Optosil Xantopren® (Heraeus-Kulzer), manipulada e moldada de acordo com as instruções do fabricante. Os procedimentos foram os seguintes: produziu-se um modelo mestre em aço para a obtenção das impressões, com dois dentes pilares posteriores preparados, um dispositivo padronizou a posição do molde durante a moldagem para registrar as distâncias, a superfície oclusal e vestibular foi marcada com pontos de referência de A a H, posteriormente a silicona foi inserida neste dispositivo, onde realizou-se uma repetição, com cinco amostras no total, em seguida aplicou-se uma carga estática de 400g durante a polimerização da silicona, e após 45min concluiu-se as impressões de transferência; em seguida o gesso

especial Velmix® (Kerr) foi removido do molde; com o auxílio de um microscópio óptico Mitutoyo® (ampliação de 30 vezes e com precisão de 5µm) as distâncias entre os pontos identificados nos modelos de gesso foram comparadas, e os resultados mostram que a silicona por condensação apresentou uma variação dimensional de 2,97%, não sendo aceitável para a American Dental Association (ADA) que só admite mudanças dimensionais de elastômeros inferiores a 0,5%.

Em 2011, Papadogiannis et al. avaliaram a deformação e as propriedades viscoelásticas de silicones por condensação após diferentes períodos de armazenamento. Observou-se que os materiais em estudo após a polimerização liberam o álcool etílico como subproduto, gerando uma contração indesejável. Os resultados mostram que o armazenamento entre 30min. e 2 semanas das siliconas por condensação foram testados quanto ao módulo de cisalhamento e outras propriedades viscoelásticas, logo concluiu-se que o tempo de armazenamento afeta as propriedades dos materiais, e que o tempo de vazamento dos materiais de moldagem deve ser nas primeiras 48 hs após a moldagem.

Em 2013, Vitti et al. avaliou a precisão dimensional dos modelos de gesso de um arco mandibular parcialmente edêntulo feitos a partir da moldagem com duas siliconas por condensação Zetaplus/Oranwash® (Zhemarck) e Optosil® Comfort/Xantopren® VL Plus (Heraeus Kulzer GmBH) e 3 técnicas de moldagem: dupla mistura, reembasamento e com moldeira individual de resina acrílica. As técnicas de dupla mistura e reembasamento foram realizadas com materiais de viscosidades densa e leve e na técnica com moldeira individual foi usado somente o material leve. Os moldes foram vazados com gesso pedra tipo IV após 30min, para permitir a recuperação elástica correta das siliconas. Para cada técnica e material foram produzidas 5 amostras. Foi produzido um modelo de aço inoxidável, onde se aferiu com auxílio de um microscópio de mensuração STM® (Olympus) três leituras para cada distância entre os dentes, numa umidade relativa do ar de (50±10) % e temperatura de (23±2) ºC. Os resultados mostram que as siliconas apresentaram contração dimensional em relação ao modelo metálico e nenhuma diferença significante foi encontrada entre as siliconas e técnicas de moldagem.

Em 2013, Cesero et al. avaliaram a influência do tempo de recuperação na estabilidade dimensional de modelos confeccionados a partir de moldes com a silicona por condensação Speedex® (Coltène/Whaledent). O dispositivo de referência foi um dispositivo metálico de impressão com uma moldeira perfurada; a técnica de duas

etapas foi usada; seis moldes foram vazados em gesso pedra tipo IV nos tempos de 30 min., 24 hs e 72 hs logo após a moldagem, em 24h a altura e o diâmetro dos modelos foram avaliados com o auxílio de uma máquina de medição tridimensional por coordenadas modelo BRT-M507® (Mitutoyo). Não houve diferença significante entre os grupos quando ao diâmetro e altura; e foram comparados em relação ao tempo de vazamento. Os autores concluíram que a silicona por condensação Speedex® vazada nos tempos de 30min., 24h e 72h apresenta uma estabilidade dimensional clinicamente satisfatória, o que significa que o gesso pedra pode ser vazado com garantia em até 72h após a moldagem.

Em 2016, Nascimento avaliou a alteração dimensional de uma silicona por condensação variando a proporção base/catalisador. Foram produzidas 15 amostras e separadas em três grupos com 5 amostras por grupo, o primeiro com as indicações do fabricante, o segundo com duas vezes a quantidade de catalisador e o terceiro com três vezes a quantidade de catalisador. Em cada grupo as medidas foram lidas cinco vezes com o auxílio de um paquímetro digital (Mitutuyo), em 8 tempos distintos: no momento da remoção do molde e após 30min, 1h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48h e 8 dias. Os resultados do estudo mostraram significantes alterações dimensionais, logo concluiu-se que as alterações dimensionais estão acima do permitido.

4. METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada no Complexo Tecnológico de Engenharia – CTEC, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

4.1 MATERIAIS

Os materiais selecionados para o experimento foram 02 siliconas de reação por condensação – 01 Zetaplus/Zermach® 576ml e 01 PreciseSX/Dentsply® 1Kg da Dentsply® (Figura 01, números 1 e 2); 02 catalizadores – 01 Indurent gel 60ml da Zermach® e 01 catalizador PreciseSX/Dentsply® de 50g (Figura 01, números 3 e 4), 02 colheres medidoras (Figura 01, números 5 e 6), 02 recipientes de plástico (Figura 01, números 7), 02 réguas (Figura 01, número 08), 01 pedra/folha de cerâmica (Figura 01, número 09), 01 marcador permanente (Figura 01, número 10), 01 paquímetro digital (Figura 02), 01 Termômetro Digital Infravermelho (Figura 03) e 01 refrigerador (Figura 04).

Confira nas imagens baixo:

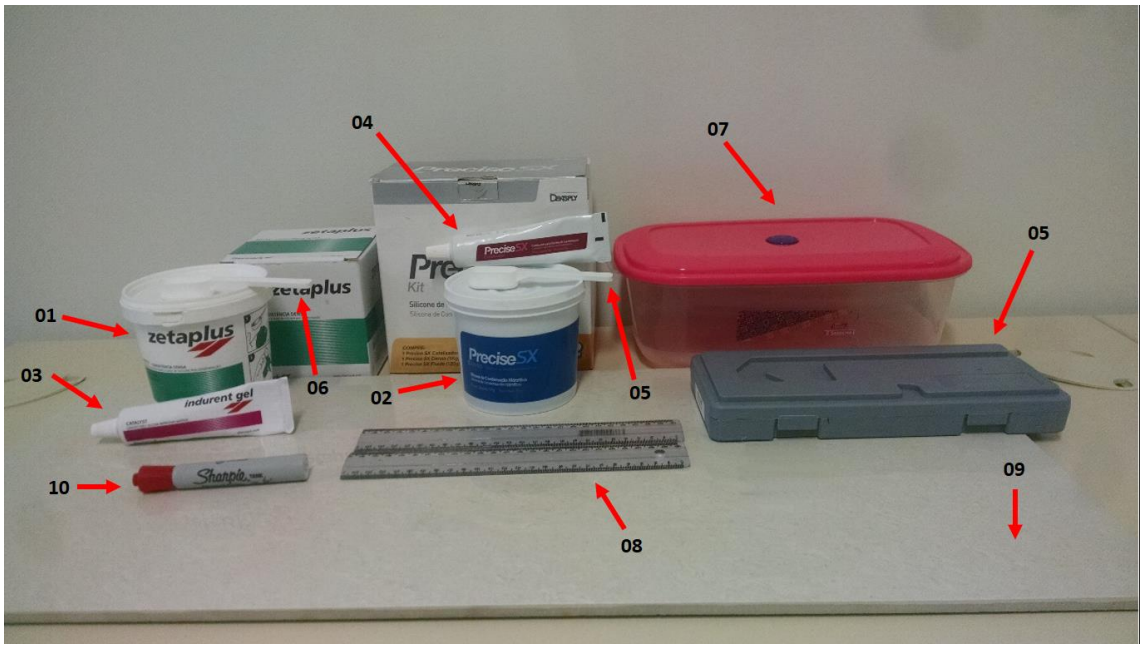


Figura 01 - Materiais utilizados para realização do experimento.

Figura 02 - Paquímetro digital Digimess®;

Descrição do produto fornecidas pelo fabricante:

- Paquímetro Digital Capacidade: 0-150mm;
- Resolução: 0,01mm;
- Exatidão: ±0,03mm;
- Marca: Digimess.

Figura 03 - Termômetro Digital Infravermelho Com Mira a Laser.

Descrição do produto fornecidas pelo fabricante:

- Faixa de temperatura: -50 a 380 graus;
- Precisão: ± 1.5 graus;
- Tempo de resposta: 500 ms;
- Temperatura de operação: 0 - 40 graus;
- Umidade de operação: 10 ~ 95 %;
- Fonte de alimentação: 9v.
- Marca: VERSION 320-EN-00
- Modelo: GM320
- MARCA: ACEHE

Figura 04 - Refrigerador.

4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O presente estudo se estendeu ao longo de 7 dias, atentando-se a verificar a variação dimensional das siliconas por condensação Zetaplus/Zermach® e PreciseSX/Dentsply®, em relação ao tempo, temperatura e proporção do catalizador.

4.3 AMOSTRAGEM

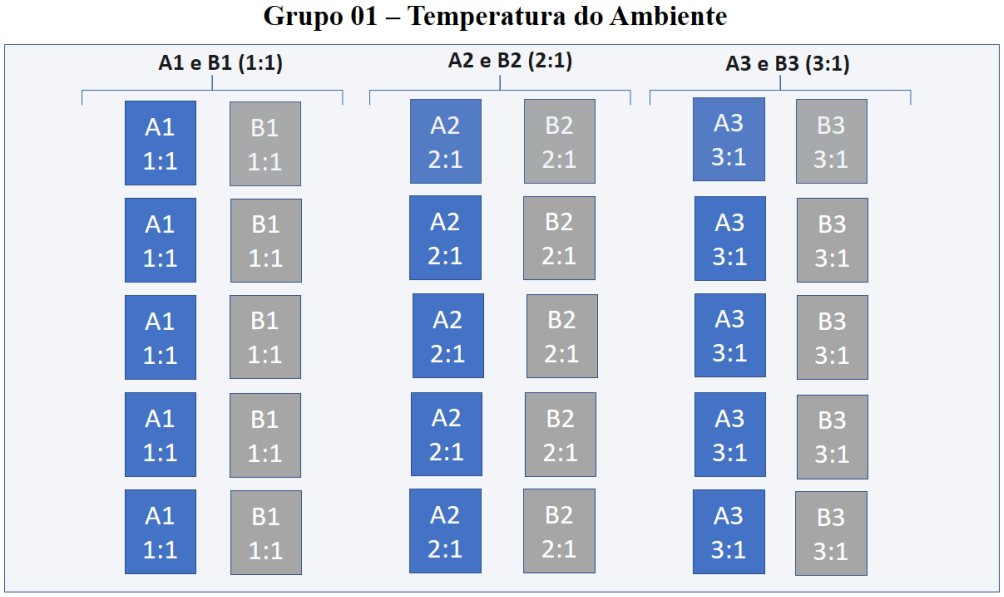
O conjunto amostral é composto por 60 amostras no total, as quais foram divididas da seguinte maneira: dois grupos, nomeados de Grupo 01 e Grupo 02, contendo 30 amostras cada; o Grupo 01 representou as amostras que foram armazenadas à temperatura do ambiente (Figura 04) e o Grupo 02 as amostras que foram armazenadas em um recipiente fechado no refrigerador (Figura 05). Com base na

proporção do catalizador e no fabricante dividimos os Grupos 01 e 02 em 3 subgrupos cada, onde cada subgrupo continha 10 amostras, 5 de cada fabricante, desta forma usou-se a sigla *n:n* para representar os subgrupos, onde o primeiro n representa a proporção do catalisador, e o segundo n a proporção da base densa (silicona), a qual a proporção sempre será n = 1, e as siglas An e Bn para diferenciar os fabricantes, An representou PreciseSX/Dentsply® o e Bn o Zetaplus/Zermach®, e o n associado as letras A e B estão relacionados a proporção do catalisador. Desta maneira os grupos e subgrupos foram divididos e organizados conforme as Figura 07 e 08.

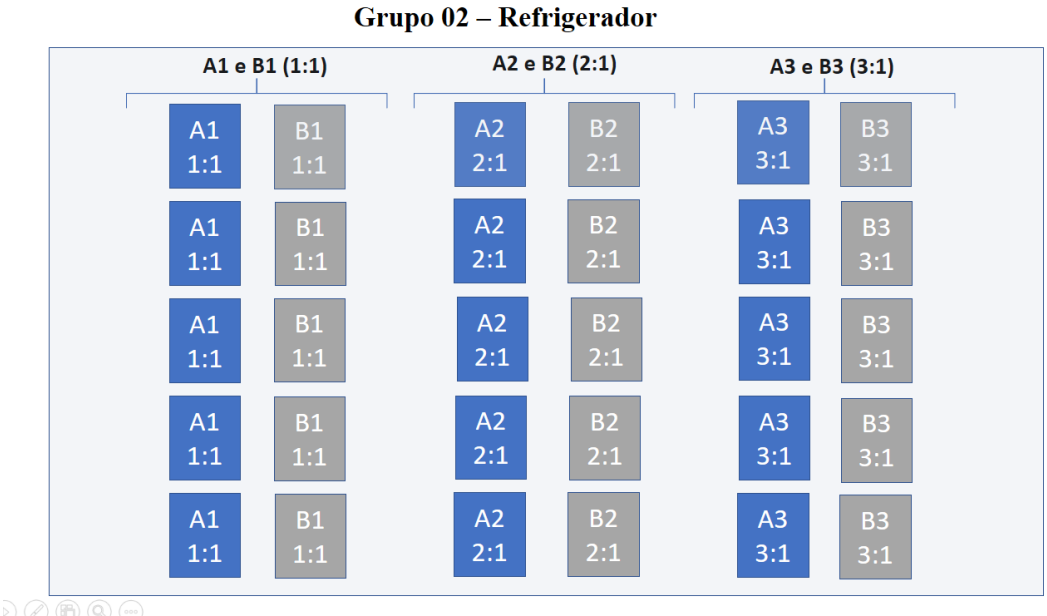
Figura 05 – Amostras armazenadas à temperatura do ambiente (23± 3ºC).

Figura 06 – Amostras armazenadas no refrigerador (8± 3ºC).

As figuras abaixo representam os grupos 01 e 02 e a forma esquemática como as amostras foram divididas e organizadas.



Figurara 07 - Representação esquemática e organizacional das amostras do Grupo 01.



Figurara 08 - Representação esquemática e organizacional das amostras do Grupo 02.

4.4 MANIPULAÇÃO DOS MATERIAIS DE MOLDAGEM PARA OBTENÇÃO DOS MOLDES

Para a obtenção das amostras, inicialmente retirou-se uma proporção da silicona com a colher medidora (Figura 08), espalhou-a na mão, delimitou-se uma área com a colher medidora (Figura 09), em seguida aplicou-se o catalisador nas proporções desejadas (Figura 10), posteriormente misturou-se a base densa juntamente com o catalisador com os dedos por um período entre 25 e 30 segundos, logo após a silicona foi posta sobre uma pedra/folha de cerâmica e modelada com réguas (Figura 11) deixando-a em um formato retangular (Figura 11), e por último logo após o tempo de presa as amostras foram marcadas com um marcador permanente. O mesmo procedimento foi aplicado para ambas as siliconas (Zetaplus/Zermach® e PreciseSX/Dentsply®).

Figura 09 - Colher medidora e porção da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply®.

Figura 10 – Delimitação da área para aplicação do catalizador.

Figura 11 – Aplicação do catalizador nas proporções (1:1), (2:1) e (3:1).

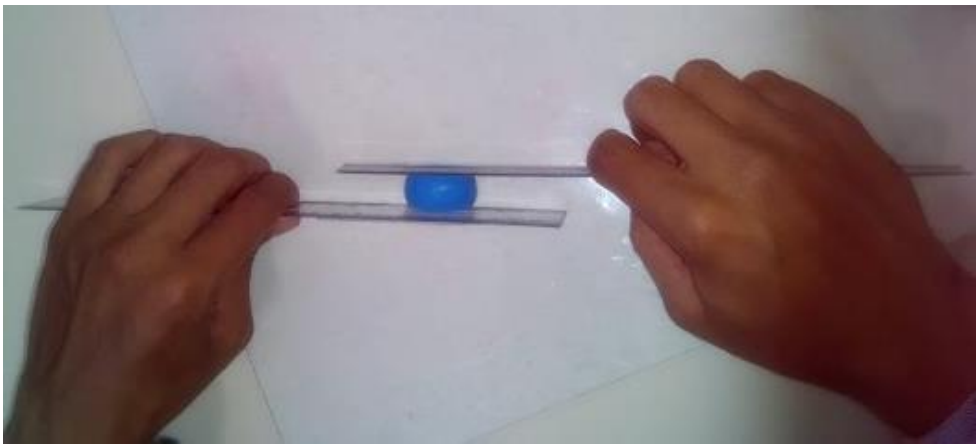


Figura 12 – Modelagem da silicona com o auxílio de réguas.

Figura 13 – Amostra A1 (1:1).

4.5 MENSURAÇÃO DAS AMOSTRAS

Todas as amostras foram marcadas com um marcador permanente para que a medição fosse feita com o máximo de exatidão, consequentemente diminuindo as chances de erros por parte do operador, e aferida 5 vezes no mesmo local para cada um dos tempos (tempo de presa, 30 min., 1 h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48 hs, 72 hs e 7 dias), e em 3 direções, x, y e z, ou largura, altura e comprimento (Figura 14).

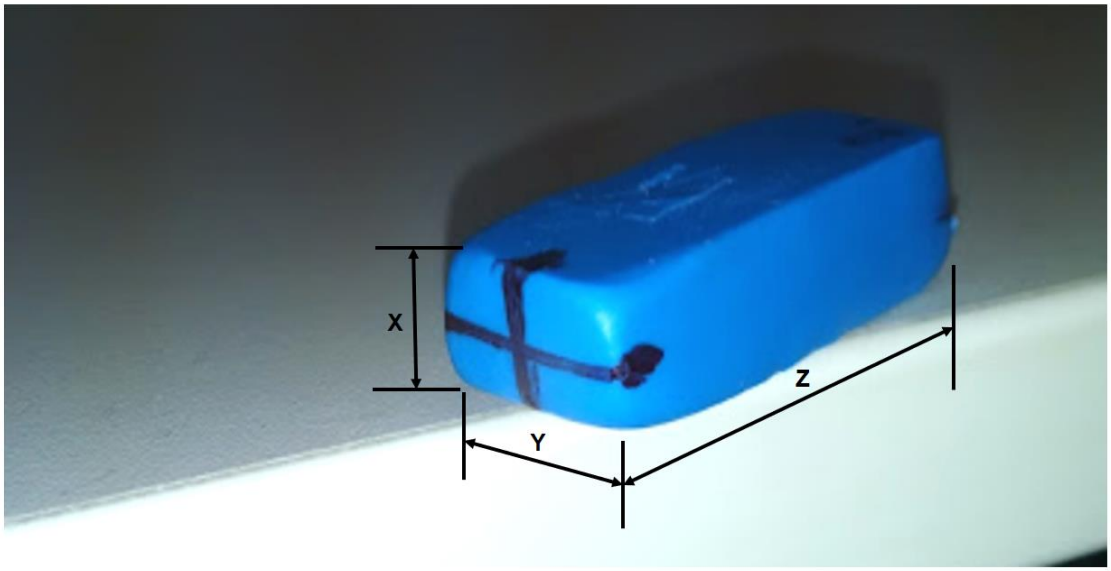


Figura 14 – Eixos adotados para a mensuração das amostras.

4.6 TEMPERATURA DAS AMOSTRAS

As amostras permaneceram em dois ambientes, um a temperatura de 23 ºC (mantida por um ar condicionado) e outro 8ºC (mantida por um Refrigerador). As temperaturas foram aferidas com o auxílio de um Termômetro Digital Infravermelho Com Mira a Laser VERSION 320-EN-00, de precisão de ± 1,5ºC. Verificou-se uma variação média entre ambos os grupos em cerca de ±3ºC, e quando as amostras condicionadas no refrigerador eram retiradas para fazer as medições sofriam uma elevação da temperatura em cerca de ±10ºC, devido a temperatura do ambiente e do calor da mão do operador.

4.7 TEMPOS DE PRESA

Os tempos médios de presa de cinco amostras de cada subgrupo (A e B) foram calculados em relação aos fabricantes e as proporções do catalisador, descritos na Tabela 01.

Tabela 01 – Tempos médios de presa das siliconas Zetaplus/Zermach® e PreciseSX/Dentsply®.

Tempos de Presa					
PreciseSX/Dentsply®			Zetaplus/Zermach®		
A1 (1:1)	A2 (2:1)	A3 (3:1)	B1 (1:1)	B2 (2:1)	B3 (3:1)
04' 37"	03' 11"	02' 41"	04' 10"	02' 44"	02' 18"

4.8 ANÁLISE DE DADOS

Após a conclusão das medições os dados foram organizados em uma planilha no Excel, em seguida calculou-se a Média Aritmética (Equação 01) das 5 medições de cada seguimento da amostra, e posteriormente calculou-se o "volume médio" de cada amostra, multiplicando-se a média dos valores obtidos em cada um dos eixos (Equação 02), e por último calculou-se a diferença entre o volume posterior e anterior de cada uma das amostra pela formula do Erro (Er), que foi representado em porcentagem (Equação 03).

Equações:

Equação 01 - $$\overline{X} = \frac{x_1+x_2+x_3+\ldots+x_n}{n}$$

Equação 02 - $$\text{Vmed.} = (\text{Xmed.}) \cdot (\text{Ymed.}) \cdot (\text{Zmed.})$$

ou

$$\text{Vmed.} = (\text{Altura}) \cdot (\text{Largura}) \cdot (\text{Comprimento})$$

Equação 03 - $Er\% = \left(\frac{VT-VE}{VT}\right) x\ 100$

A diferença entre os volumes médios expressa em porcentagem (%) representam a contração dos materiais em estudo.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 02 e 03 apresentam as variações dimensionais das amostras dos Grupos 01 e 02 que foram submetidas as temperaturas de 23 ±3ºC e 8 ±3ºC, respectivamente, e a ao longo dos tempos de 30 min, 1 h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48 hs, 72 hs e 7 dias. Após a mensuração, observou-se que as amostras de cada subgrupo apresentaram variações aproximadas, desta forma calculou-se a variação dimensional média das amostras de cada um dos subgrupos através das Equações 01, 02 e 03, e posteriormente os resultados foram apresentados nas Tabelas 02 e 03.

Tabela 02 - Resultado em porcentagem (%) da contração total das amostras do Grupo 01.

Grupo 01 (Temperatura do Ambiente 23 ±3ºC)						
	A1 (1:1)	A2 (2:1)	A3 (3:1)	B1 (1:1)	B2 (2:1)	B3 (3:1)
T0 (0 min)	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
T1 (30 min.)	0,063%	0,084%	0,109%	0,051%	0,072%	0,091%
T2 (1 hs)	0,093%	0,114%	0,139%	0,081%	0,102%	0,121%
T3 (2 hs)	0,123%	0,144%	0,169%	0,111%	0,132%	0,151%
T4 (3 hs)	0,153%	0,174%	0,199%	0,141%	0,162%	0,181%
T5 (24 hs)	0,268%	0,289%	0,314%	0,256%	0,277%	0,296%
T6 (48 hs)	0,383%	0,404%	0,429%	0,371%	0,392%	0,411%
T7 (72 hs)	0,498%	0,519%	0,544%	0,486%	0,507%	0,526%
T8 (7 dias)	1,046%	1,138%	1,178%	1,022%	1,084%	1,142%

Tabela 03 - Resultado em porcentagem (%) da contração total das amostras do Grupo 02.

Grupo 02 (Refrigerador 07 ±3ºC)						
	A1 (1:1)	A2 (2:1)	A3 (3:1)	B1 (1:1)	B2 (2:1)	B3 (3:1)
T0 (0 min)	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
T1 (30 min.)	0,042%	0,079%	0,099%	0,045%	0,069%	0,087%
T2 (1 hs)	0,074%	0,111%	0,131%	0,077%	0,101%	0,119%
T3 (2 hs)	0,105%	0,142%	0,162%	0,108%	0,132%	0,150%
T4 (3 hs)	0,137%	0,174%	0,194%	0,140%	0,164%	0,182%
T5 (24 hs)	0,250%	0,287%	0,307%	0,253%	0,277%	0,295%
T6 (48 hs)	0,363%	0,400%	0,420%	0,366%	0,390%	0,408%
T7 (72 hs)	0,476%	0,513%	0,533%	0,479%	0,503%	0,521%
T8 (7 dias)	0,992%	1,086%	1,156%	0,998%	1,066%	1,122%

O T0 é o tempo de presa das amostras, desta forma as medições feitas neste momento foram consideradas como referências, ou seja, calculou-se o volume médio designando como parâmetro para as próximas medições.

Observa-se na Tabela 02, que todas as amostras contraíram ao longo do tempo, confirmando os estudos de Papadogiannis et al. (2011), que as amostras da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply® contraíram mais que as amostras da silicona por condensação Zetaplus/Zermach® em relação a todos os tempos e proporções do catalisador. E também foi observado que a proporção do catalizador influenciou na variação dimensional, comprovando os estudos de Nascimento (2016).

A Tabela 03 apresenta a variação dimensional das amostras do Grupo 02 que foram submetidas a uma temperatura de 08 ±3ºC, ao longo dos tempos de 30 min, 1 h, 2 hs, 3 hs, 24 hs, 48 hs, 72 hs e 7 dias. Observa-se que todas as amostras contraíram ao

longo do tempo, confirmando os estudos de Papadogiannis et al. (2011), que as amostras da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply® contraíram mais que as amostras da silicona por condensação Zetaplus/Zermach® em relação a todos os tempos e proporções do catalisador, e que a proporção do catalizador influenciou na variação dimensional, de acordo com os estudos de Nascimento (2016).

Comparando as amostras dos Grupos 01 e 02 (Tabela 03 e 04), observou-se que a temperatura influenciou consideravelmente na contração das amostras, e que as amostras do mesmo fabricante e com a mesma proporção de catalisador, quando expostas a temperaturas mais baixas apresentaram maior estabilidade dimensional, logo comprova-se os estudos de Arvidson e Johansson (1978), os quais haviam afirmado que a temperatura influenciava na estabilidade dos materiais elastoméricos.

Os Gráficos 01 e 02 representam o comportamento dimensional das amostras do Grupo 01 e do Grupo 02.

Gráfico de coluna, tipo coluna agrupada – Grupo 01:

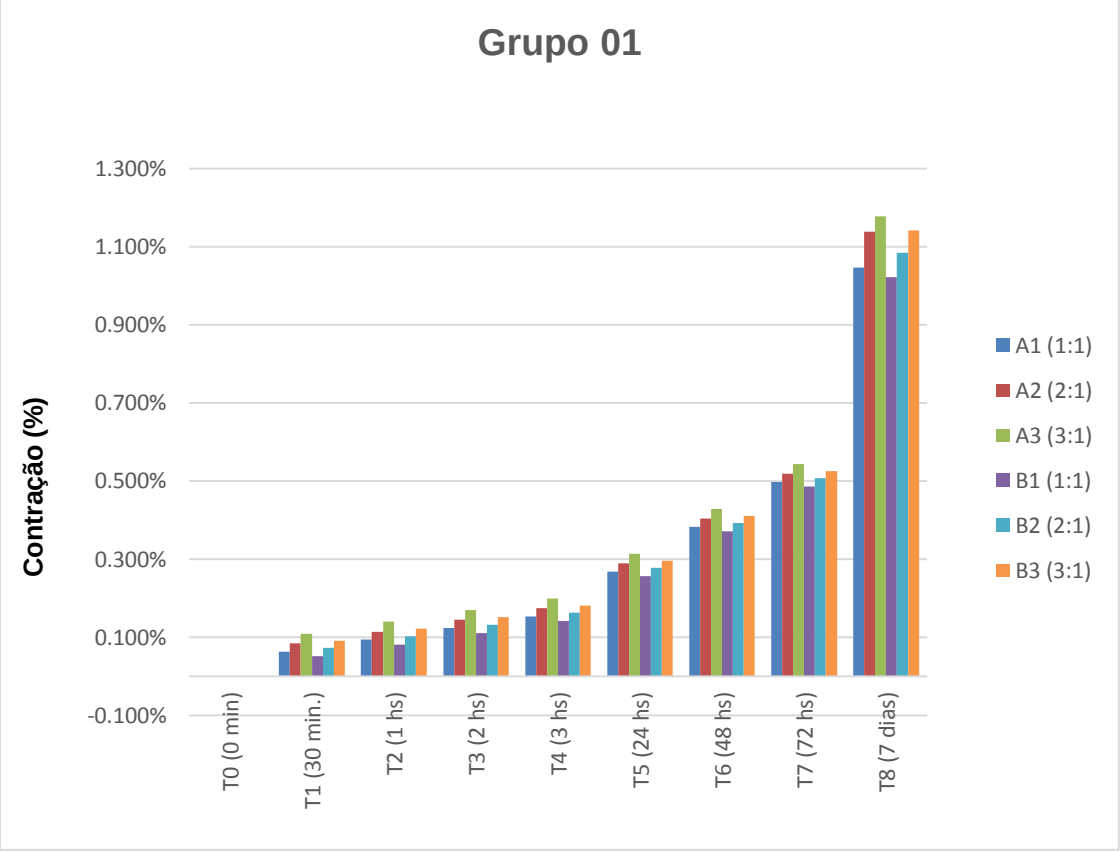


Gráfico 01 - Contração das amostras do Grupo 01.

O Gráfico 01 representa os dados e informações da Tabela 01, logo é possível comprovar que as amostras A1 (1:1) e B1 (1:1), as quais foram manipuladas conforme as indicações dos fabricantes apresentaram bons resultados, que todas as amostras apresentaram variação dimensional ao longo do tempo, que a proporção do catalizador influenciou na variação dimensional, comprovando os estudos de Nascimento (2016), e que as amostras da silicona por reação de condensação Zetaplus/Zermach® demonstraram maior estabilidade dimensional quando comparadas com as siliconas por reação por condensação PreciseSX/Dentsply®.

O Gráfico 02 representa os dados e informações da Tabela 02, logo é possível comprovar que as amostras da silicona por reação de condensação Zetaplus/Zermach® nas mesmas condições da silicona por reação de condensação PreciseSX/Dentsply® demonstraram maior estabilidade dimensional.

Gráfico de coluna, tipo coluna agrupada – Grupo 02:

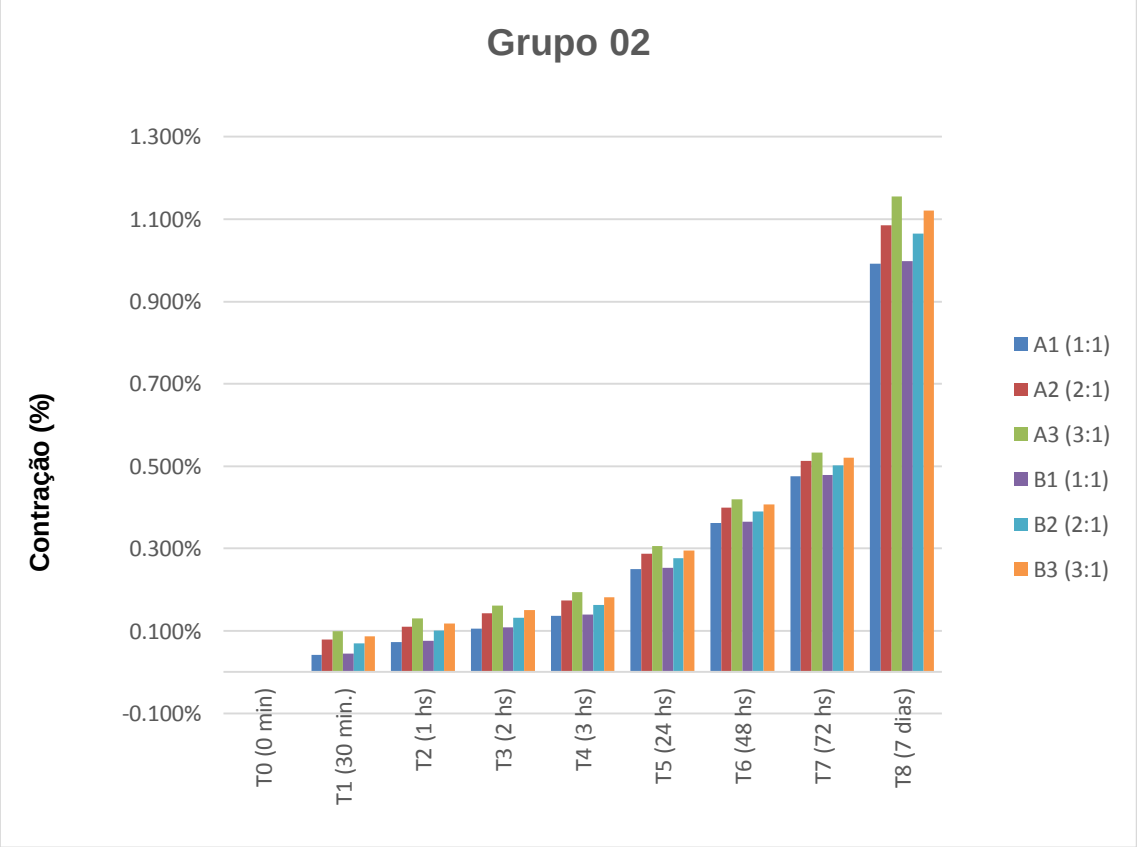


Gráfico 02 - Contração das amostras do grupo 02.

A Tabela 04 representa a variação dimensional das amostras do mesmo fabricante, PreciseSX/Dentsply®. As amostras A1 (1.1), A2 (2:2) e A3 (3:3) pertencem ao Grupo 01, as quais foram submetidas a uma temperatura de 23±3ºC, e as amostras representadas pelos subgrupos A1.1 (1.1), A2.1 (2:2) e A3.1 (3:3) pertencem ao Grupo 02, as quais foram submetidas a uma temperatura de 8±3ºC.

Tabela 04 - Comparação dimensional entre as amostras do mesmo fabricante (PreciseSX/Dentsply®), em relação a variação da temperatura.

	Amostras do Grupo 01 (PreciseSX/Dentsply®), 23 ±3ºC			**Amostras do Grupo 02 (PreciseSX/Dentsply®),** 8 ±3ºC		
	A1 (1:1)	A2 (2:1)	A3 (3:1)	A1.1 (1:1)	A2.1 (2:1)	A3.1 (3:1)
T0 (0 min)	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
T1 (30min)	0,063%	0,084%	0,109%	0,042%	0,079%	0,099%
T2 (1 h)	0,093%	0,114%	0,139%	0,074%	0,111%	0,131%
T3 (2 hs)	0,123%	0,144%	0,169%	0,105%	0,142%	0,162%
T4 (3 hs)	0,153%	0,174%	0,199%	0,137%	0,174%	0,194%
T5 (24 hs)	0,268%	0,289%	0,314%	0,250%	0,287%	0,307%
T6 (48 hs)	0,383%	0,404%	0,429%	0,363%	0,400%	0,420%
T7 (72 hs)	0,498%	0,519%	0,544%	0,476%	0,513%	0,533%
T8 (7 dias)	1,046%	1,138%	1,178%	0,992%	1,086%	1,156%

Observa-se na Tabela 04 que a temperatura influenciou em relação a variação dimensional ao longo do tempo, quando comparados os subgrupos com a mesma proporção da base/catalisador, e os subgrupos que permaneceram em menores temperaturas demonstraram melhores resultados, ou maior estabilidade dimensional.

A Tabela 05 representa a variação dimensional das amostras do mesmo fabricante, (Zetaplus/Zermach®). As amostras B1 (1.1), B2 (2:2) e B3 (3:3) pertencem ao Grupo 01, as quais foram submetidas a uma temperatura de 23±3ºC, e as amostras representadas pelos subgrupos B1.1 (1.1), B2.1 (2:2) e B3.1 (3:3) pertencem ao Grupo 02, as quais foram submetidas a uma temperatura de 8±3ºC.

Tabela 05 - Comparação dimensional entre as amostras do mesmo fabricante (Zetaplus/Zermach®), em relação a variação da temperatura.

	Amostras do Grupo 01 (Zetaplus/Zermach®), 23 ±3ºC			**Amostras do Grupo 02 (Zetaplus/Zermach®),** 8 ±3ºC		
	B1 (1:1)	B2 (2:1)	B3 (3:1)	B1.1 (1:1)	B21 (2:1)	B3.1 (3:1)
T0 (0 min)	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%
T1 (30 min)	0,051%	0,072%	0,091%	0,045%	0,069%	0,087%
T2 (1 h)	0,081%	0,102%	0,121%	0,077%	0,101%	0,119%
T3 (2 hs)	0,111%	0,132%	0,151%	0,108%	0,132%	0,150%
T4 (3 hs)	0,141%	0,162%	0,181%	0,140%	0,164%	0,182%
T5 (24 hs)	0,256%	0,277%	0,296%	0,253%	0,277%	0,295%
T6 (48 hs)	0,371%	0,392%	0,411%	0,366%	0,390%	0,408%
T7 (72 hs)	0,486%	0,507%	0,526%	0,479%	0,503%	0,521%
T8 (7 dias)	1,022%	1,084%	1,142%	0,998%	1,066%	1,122%

Observa-se na Tabela 05 que mais uma vez a temperatura influenciou em relação a variação dimensional ao longo do tempo, quando comparado grupos amostrais com a mesma proporção da base/catalisador, e os subgrupos que permaneceram em menores temperaturas demonstraram maior estabilidade dimensional.

Os Gráficos 03 e 04 representam a comparação entre as amostras do mesmo fabricante, quando submetidas a diferentes condições de temperatura e armazenamento.

Gráfico de coluna, tipo coluna agrupada.

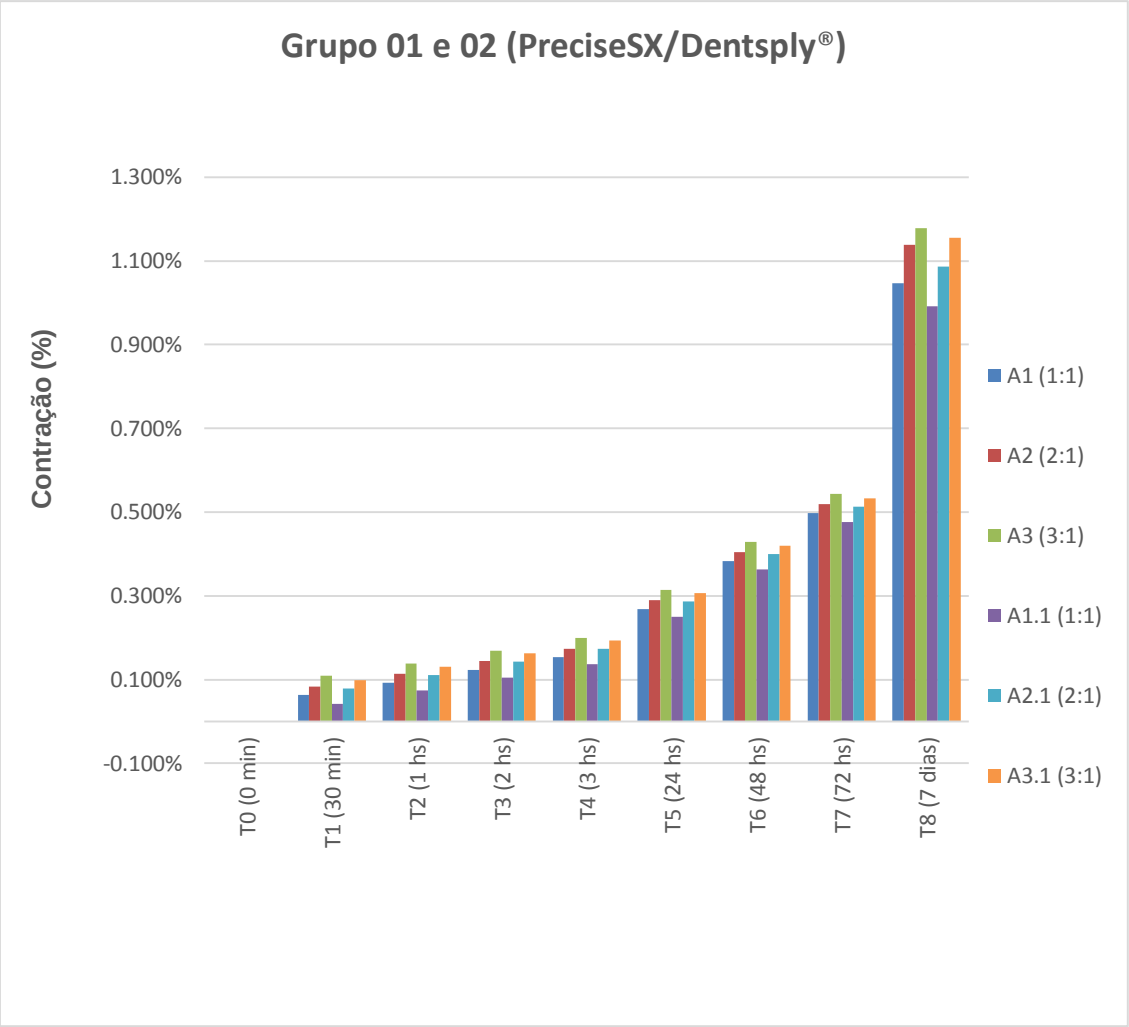


Gráfico 03 – Gráfico comparativo entre as amostras da silicona por condensação PreciseSX/Dentsply® em relação a variação de temperatura.

Gráfico de coluna, tipo coluna agrupada.

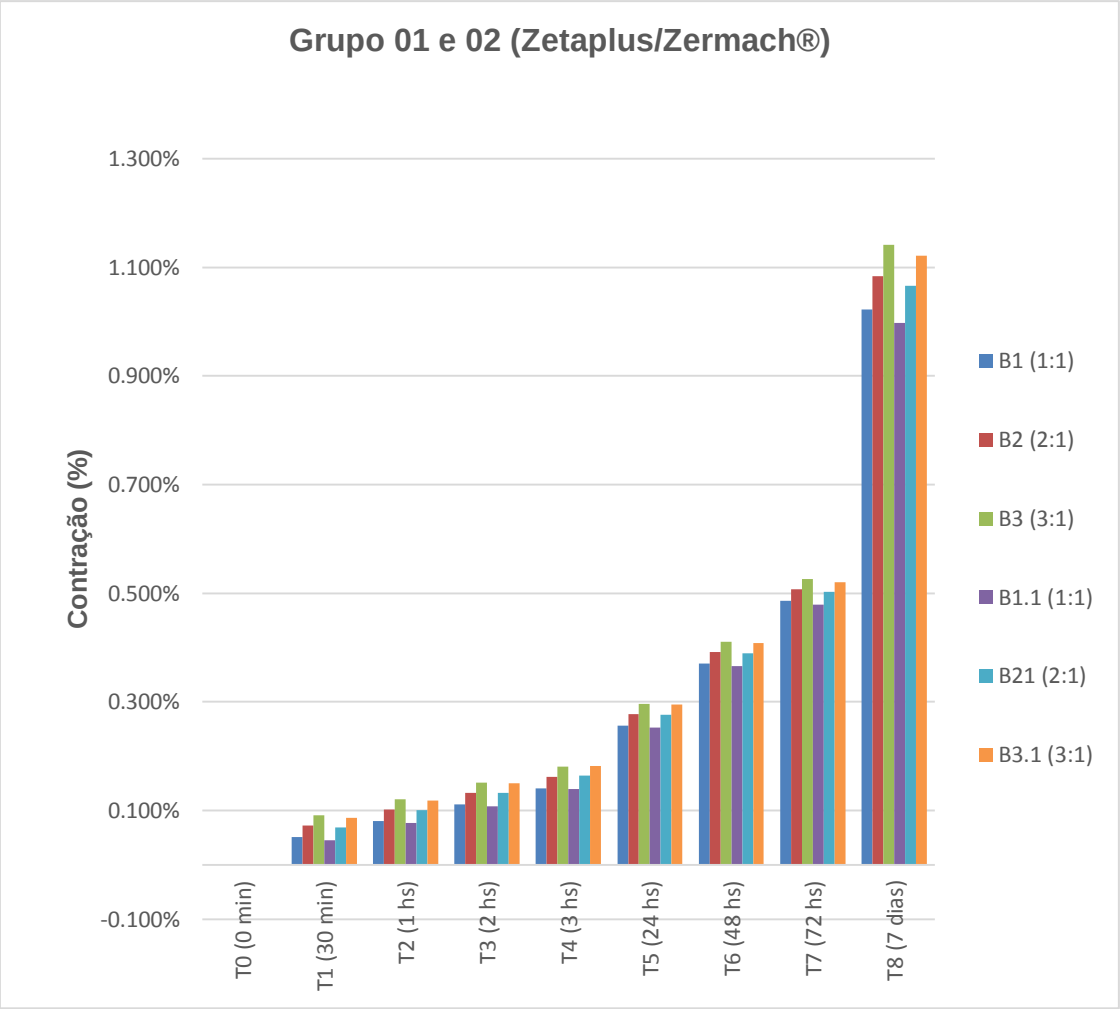


Gráfico 04 – Gráfico comparativo entre as amostras da silicona por condensação Zetaplus/Zermach® em relação a variação de temperatura.

No Gráfico 03 observa-se que as amostras que foram armazenadas em temperaturas mais elevadas apresentaram resultados menos satisfatórios, comprovando a influência da temperatura em sobre a estabilidade dos elastômeros e os estudos de Arvidson e Johansson (1978).

No Gráfico 04 observa-se que as amostras representadas pelos subgrupos B1 (1.1), B2 (2:2) e B3 (3:3), pertencentes ao Grupo 01 apresentaram resultados menos satisfatórios, devido a influência da temperatura.

Em todos os tempos as amostras da silicona Zetaplus/Zermach® apresentaram melhores resultados, ou maior estabilidade dimensional que as siliconas PreciseSX/Dentsply®.

A temperatura influenciou na variação dimensional das amostras, visto que, as siliconas de mesma marca e mesma proporção base/ catalisador que foram armazenadas em temperaturas mais baixas ((08 ±3ºC) apresentaram melhores resultados.

Ambas as siliconas apresentaram bons resultados quando utilizadas conforme as recomendações dos fabricantes. No tempo 7 dias todas as amostras apresentaram uma variação dimensional inaceitável de acordo com os padrões da Associação Dentária Americana – ADA, a qual recomenda que a contração dos elastômeros não deve ultrapassar 0,5% (Pereira et al. 2010).

Observou-se que com o aumento da proporção da catalisador os materiais diminuíram o tempo de presa e aumentam a instabilidade dimensional, comprovando os estudos de Nascimento (2016).

Os Gráficos 05 é um gráfico do tipo Box Plot, o qual informa estatisticamente localização e dispersão dos valores de contração média do Grupos 01.

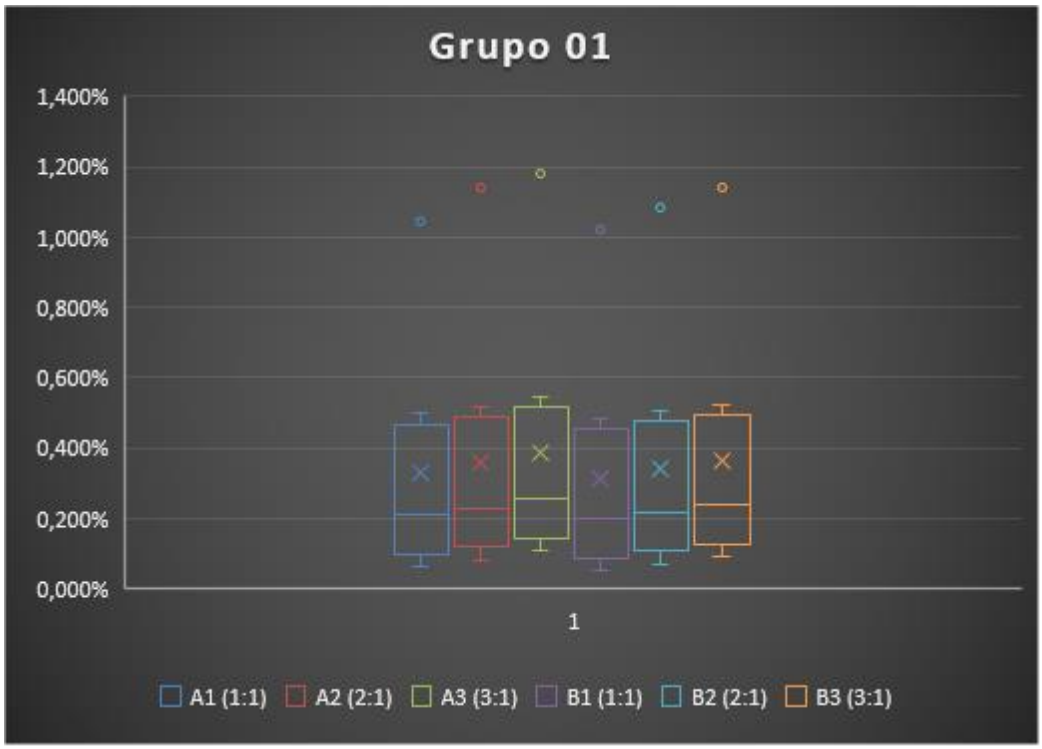


Gráfico 05 – Dispersão dos valores de contração médio do Grupos 01.

No Gráfico 04 observa-se que há valores extremos, consequentemente longes dos valores médios (x), isso acontece devido o número de medições serem maior nos três primeiros dias.

Os Gráficos 06 é um gráfico do tipo Box Plot, o qual informa estatisticamente localização e dispersão dos valores de contração média do Grupos 02.

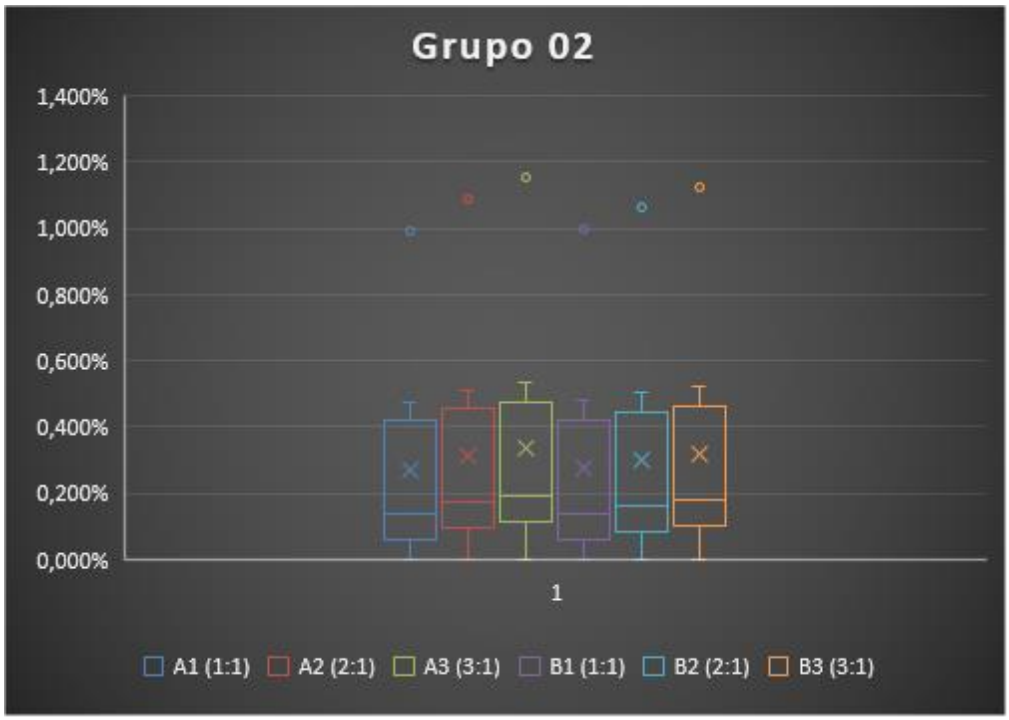


Gráfico 06 – Dispersão dos valores de contração médio do Grupos 02.

Observa-se no Gráfico 05 que também houve valores extremos, consequentemente longes dos valores médios (x), justificando o número de medições serem maior nos três primeiros dias. No entanto, a maior parte encontra-se em torno da média.

Também é importante observar que tanto para a silicona Zetaplus/Zermach® como para a PreciseSX/Dentsply®, quanto maior a proporção do catalisador menor foi o tempo de presa das amostras, e que as amostras da silicona por condensação Zetaplus/Zermach® apresentou tempos de presa menores.

6. CONCLUSÕES

As siliconas de condensação Zetaplus/Zermach® e PreciseSX/Dentsply® apresentaram boa estabilidade dimensional quando utilizadas conforme as indicações do fabricante.

A silicona Zetaplus/Zermach® apresentou estabilidade dimensional maior que a PreciseSX/Dentsply®, em relação a todos os tempos e proporções base/ catalisador.

O catalisador influenciou negativamente na variação dimensional das siliconas estudadas, no entanto as amostras dos subgrupos de proporções base/catalisador (2:1) e (3:1) dos grupos 01 e 02, apresentaram uma estabilidade satisfatória em um período de até 48 hs, não ultrapassando os valores permitidos pala ADA.

A temperatura influenciou na variação dimensional das amostras, e obtiveram melhores resultados as siliconas que foram armazenadas em temperaturas mais baixas (08 ±3ºC).

O aumento da proporção da base/catalisador diminuiu o tempo de presa das siliconas.

De acordo com os resultados do presente estudo, conclui-se que quanto menor o tempo de vazamento do molde, maior será a fidelidade da cópia do modelo. Logo para a odontologia variações de um milímetro podem fazer com que o modelo não se encaixe na estrutura moldada.

7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Eduardo Eugênio Santos et al. Estudo da alteração dimensional em silicones para moldagem polimerizados por reação de condensação. **Rev. Fac. Odontol. Bauru**, Bauru, v. 10, n. 4, p. 275-281, out.-dez, 2002.

ANTUNES, R. P. A.; MATSUMOTO, W.; PANZERI, H. Avaliação da capacidade de cópia de materiais de moldagem elastoméricos de diferentes sistemas por meio de uma técnica aplicável clinicamente. **Rev Odontol Univ São Paulo**, São Paulo, v. 11, n. 4, p. 263-271, out./dez. 1997.

ANUSAVICE, K. J.; PHILLIPS, R. W. **Materiais dentários.** Rio de Janeiro: Elsevier, p. 201-211. 2005.

ARVIDSON, K.; JOHANSSON, E. G. The freezing-effect on the dimensional stability of impression materials. **Swedish dental journal**, Sweden, v. 2, n. 2, p. 61, 1978.

ASSUNÇÃO, Wirley Gonçalves; GENNARI FILHO, Humberto; GOIATO, Marcelo Coelho. Avaliação do comportamento de dois silicones nas moldagens para transferência de implantes com diferentes inclinações. **Rev. odontol. Araçatuba**, Araçatuba, v. 23, n. 1, p. 42-8, 2002.

CESERO, Leonardo de et al. Influence of elastic recovery time on the Dimensional Stability of Polydimethylsiloxane (PDS). **Polímeros**, Porto Alegre, v. 23, n. 4, p. 473-476, Aug. 2013.

CHEE, Winston WL; DONOVAN, Terry E. Polyvinyl siloxane impression materials: a review of properties and techniques. **The Journal of prosthetic dentistry**, Los Angeles, v. 68, n. 5, p. 728-732, Nov. 1992.

CIESCO, J. et al. Comparison of elastomeric impression materials used in fixed prosthodontics. **J Prosthet Dent**, Maywood, v. 45, n. 1, p. 89-94, Jan. 1981.

CRAIG, R.G. **Restorative dental rnaterials.** 9. ed., St. Louis: M os-' by, p. 298, 1993.

EAMES, W. B. et al. Elastomeric impression materials: effect of bulk on accuracy. **The Journal of prosthetic dentistry**, Atlanta, v. 41, n. 3, p. 304-307, Mar. 1979.

FARIA, A. C. L. et al. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. **Braz Oral Res**, v. 22, n. 4, p. 293-298, out./dez., 2008.

JOHNSON, G. H.; CRAIG, R. G. Accuracy of addition silicones as a function of technique. **The Journal of prosthetic dentistry**, Washington, v. 55, n. 2, p. 197-203, Feb. 1986.

LACY, A. M. et al. Time-dependent accuracy of elastomer impression materials. Part II: Polyether, polysulfides, and polyvinylsiloxane. **The Journal of prosthetic dentistry**, San Francisco, v. 45, n. 3, p. 329-333, 1981.

LERMAN, M. Estudio comparativo de la estabilidad dimensional de los elastomeros en función del espesor y del tíempo del vaciado. **Rev. Assoc. Odontol. Argent.** Buenos Aires, v.54, nJ2, p.471-9, 1966.

LOPES, L. A. Z; DE CEZERO, L.; SUZUKI, R. M. Avaliação da estabilidade dimensional de siliconas de condensação conforme o tempo de vazamento **Rev Fac Odontol Porto Alegre**. v. 47, n. 1, p. 9-14, abr., 2006.

MANSFIELD, M. A.; WILSON, H. J. Elastomeric impression materials. A method of measuring dimensional stability. **British dental journal**, Londres, v. 139, n. 7, p. 267, 1975.

MARCINAK, C. F. et al. Linear dimensional changes in elastic impression materials. **Journal of dental research**, South Carolina, v. 59, n. 7, p. 1152-1155, July 1980.

MAZZETO, M. O. **Alteração dimensional dos elastômeros em função de confinamento e tempo de armazenagem**. Tese apresentada à Faculdade de Odontologia de Araraquara - Unesp, para obtenção do grau de Doutor-Dentistica Restauradora, 1987.

MEZZOMO, E.; FRASCA, L.C.F. Moldagens em Prótese Parcial Fixa. In: MEZZOMO, E. **Reabilitação Oral Para o Clínico**. São Paulo: Santos, Cap. 11, p.383-426. 1994.

NASCIMENTO, F. L. **AVALIAÇÃO DA ALTERAÇÃO DIMENSIONAL DA SILICONA DE CONDENSAÇÃO VARIANDO A PROPORÇÃO BASE E**

CATALISADOR. Trabalho de Conclusão de Curso, Graduação em Engenharia Biomédica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 45p., 2016.

NUNES, Roberta Silva et al. Avaliação da deformação permanente de materiais de moldagem elastoméricos e alginatos. **PGR: Pós-Grad. Rev. Fac. Odontol. São José dos Campos**, v. 2, n. 1, p. 15-9, jan./jun. 1999.

PAPADOGIANNIS, Dimitris et al. Effect of storage time on the viscoelastic properties of elastomeric impression materials. **Journal of prosthodontic research**, v. 56, n. 1, p. 11-18, May 2011.

PEREIRA, J. R., et al. Linear dimensional changes in plaster die models using different elastomeric materials. **Braz Oral Res, Tubarão**, v. 24, n. 3, p. 336-341, July/Sept. 2010.

PHILLIPS, R. W. Physical properties and manipulation of rubber impression materials. **The Journal of the American Dental Association,** Chicago, v. 59, no. 3, p.454-458, Sept. 1959.

PIERRI, G.; LIBANORI, C.M.B. e MATSON, E. Estudo da Estabilidade Dimensional de Moldagem com Siliconas em Função de Estocagem, Tempo de Armazenamento e Alívio na Silicona de Condensação. **R. Paul. Odontol**, São Paulo, Duneden, v.13, n.4, p.8-16, jul./ago. 1991.

PURTON, D. G. Impression materials and gingival retraction techniques for crowns and bridges. **The New Zealand dental** journal, New Zealand, v. 84, n. 377, p. 80-83, Jul. 1988.

RODE, Sigmar de Mello; DUTRA, Cristiane Rosso; MATSON, Edmir. Controle clínico da alteraçäo dimensional dos elastômeros. **Rev. Assoc. Paul. Cir. Dent**, São Paulo, v. 41, n. 5, p. 266-9, set.-out, 1987.

SHEN, C. Materiais de moldagem In: Phillips AK. Materiais Dentários. 11. ed. Rio de Janeiro: **Elsevier**; p. 193-238, 2005.

SHILINBURG Jr, H. T.; HOBO, S.; WHITSETT, L. D. **Fundamentos de Prótese Fixa**. São Paulo: Santos, 1998.

SIULBEL, P. P. Consideraciones para la tomada de impresión de prótesis sobre implantes. **Acta Odontol. Venez.** Venezuela, v. 46, no. 3, p. 40-60, Apr. 2008.

TOMLIN, H. R.; OSBORNE, J. Some observations on silicone impression materials. **Br. Dent. J**, v. 105, p. 407-412, 1958.

VITTI, Rafael Pino et al. Dimensional accuracy of stone casts made from silicone-based impression materials and three impression techniques. **Brazilian dental journal**, Piracicaba, v. 24, n. 5, p. 498-502, Sep. 2013.

WILLIAMS, Peter T.; JACKSON, D. Garth; BERGMAN, W. An evaluation of the time-dependent dimensional stability of eleven elastomeric impression materials. **The Journal of prosthetic dentistry**, Winnipeg, v. 52, n. 1, p. 120-125, Oct. 1984.