

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

JOSÉ AUGUSTO DO NASCIMENTO NETO

**CARACTERIZAÇÃO DE MASSA POLIMÉRICA PARA TRATAMENTO
FISIOTERAPÊUTICO DE MÃO E ELABORAÇÃO DE MANUAL DE USO**

**VOLTA REDONDA
2017**

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**

**CARACTERIZAÇÃO DE MASSA POLIMÉRICA PARA TRATAMENTO
FISIOTERAPÊUTICO DE MÃO E ELABORAÇÃO DE MANUAL DE USO**

Defesa de dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Materiais do Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA, como requisito obrigatório para obtenção do título de Mestre em Materiais, sob orientação do Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato, na área de materiais, linha de pesquisa de materiais poliméricos.

Aluno:
José Augusto do Nascimento Neto

Orientador:
Dr. Bruno Chaboli Gambarato

**VOLTA REDONDA
2017**

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tacão Wagner - CRB 7/RJ 4316

N244c Nascimento Neto, José Augusto do.
Caracterização de massa polimérica para tratamento
fisioterapêutico de mão e elaboração de manual de uso. / José
Augusto do Nascimento Neto. - Volta Redonda: UniFOA, 2017.

54 p. : Il

Orientador (a): Bruno Chaboli Gambarato

Dissertação (Mestrado) – UniFOA / Mestrado Profissional em
Materiais, 2017

1. Materiais - dissertação. 2. Tratamento fisioterapêutico 3. Massa polimérica. I. Gambarato, Bruno Chaboli. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD – 620.1

FOLHA DE APROVAÇÃO

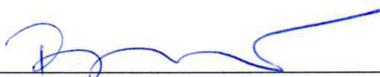
Aluno: José Augusto do Nascimento Neto

**CARACTERIZAÇÃO DE MASSA POLIMÉRICA PARA TRATAMENTO
FISIOTERAPÊUTICO DE MÃO E ELABORAÇÃO DE MANUAL DE USO**

Orientador:

Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato

Banca Examinadora



Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato



Profa. Dra. Aline Rodrigues Botelho



Profa. Dra. Flávia de Paula Vitoretti

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradecer a Deus, pois é o motivo básico de todo caminhar e de toda existência. Sem Ele nada seria possível.

Agradecimento imenso à minha família, pais e irmã. Minha esposa que esteve ao meu lado nas dificuldades, que no meio de todo esse tempo esteve pelo caminho. Obrigado pelo companheirismo e paciência.

Ao Prof. Dr. Claudinei Santos, que me despertou para essa caminhada, que no início achei que era uma coisa muito distante e ele me mostrou que era possível, agradecer também toda amizade que foi construída nesse período.

Meu orientador, Prof. Dr. Bruno Chaboli Gambarato, o meu muito obrigado por ter aceitado esse desafio e por toda ajuda, dedicação e paciência.

Ao coordenador do MEMAT Prof. Dr. Roberto de Oliveira Magnago pelo direcionamento e amizade nesse período.

À Profa. Dra. Aline Botelho e seu aluno do curso de design Rafael Fraga, meus sinceros agradecimentos pela ajuda e disponibilidade incondicional.

À Secretária do MEMAT, Ana Maria, obrigado por toda disponibilidade.

Aos colegas de sala, obrigado pelas trocas de experiências. Foi muito enriquecedor.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram direta e indiretamente para esse sucesso.

RESUMO

Neste trabalho, foi realizada a caracterização de 3 massas poliméricas (verde clara, verde escura e vermelha) para tratamento fisioterapêutico de mão, além da elaboração de um manual de uso para esses materiais. Para tal, as massas poliméricas foram submetidas à análise termogravimétrica, numa faixa de temperatura de 30 a 800 °C, sob taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹ em atmosfera inerte. Os materiais também foram caracterizados quanto à absorção de água, com base na norma ASTM 570-98. Os resultados mostraram que a composição das massas verde clara e verde escura é bastante parecida, sendo estes materiais compostos por uma borracha de silicone, adicionada de cargas minerais e alguns compostos emolientes. Para a borracha vermelha, os resultados sugerem que esta é composta por, pelo menos, 2 elastômeros diferentes, um deles mais reticulado, além dos componentes minerais e emolientes. Além disso, um manual de uso da massa polimérica foi proposto para auxiliar os pacientes e profissionais com exemplos de exercícios para cada movimento das mãos, punhos e dedos.

Palavras chave: Massas, tratamento, mão, polimérica, materiais, silicone.

ABSTRACT

In this study, the characterization of 3 polymeric masses (light green, dark green and red) was performed for hand physiotherapeutic treatment, besides the elaboration of a manual of use for these materials. For this purpose, the polymeric masses were submitted to thermogravimetric analysis, in a temperature range of 30 to 800 ° C, under a heating rate of 10 ° C.min⁻¹ under inert atmosphere. Materials were also characterized for water absorption, based on ASTM 570-98. The results showed that the composition of the light green and dark green masses is very similar, these materials being composed of a silicone rubber, added with mineral fillers and some emollient compounds. For red rubber, the results suggest that it is composed of at least 2 different elastomers, one of them more crosslinked, besides the mineral components and emollients. In addition, a polymer mass manual has been proposed to assist patients and practitioners with examples of exercises for each movement of the hands, wrists and fingers.

Keywords: Masses, treatment, hand, polymer, materials, silicone.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Anatomia da mão.....	15
Figura 2 – Movimentos da mão.....	16
Figura 3 – Fáschia palmar.....	17
Figura 4 – Músculos e tendões	18
Figura 5 – Músculos lumbricais	19
Figura 6 – Artérias da mão.....	19
Figura 7 – Estrutura química do polidimetilsiloxano.....	21
Figura 8 – Massas poliméricas para tratamento fisioterapêutico de mão.....	25
Figura 9– Termograma da massa verde clara	27
Figura 10 – Termograma da massa verde escura	28
Figura 11 – Termograma da massa vermelha	28
Figura 12 – Curvas de termogravimetria das 3 massas.....	29
Figura 13 – Manual de utilização, página 5.....	35
Figura 14 – Manual de utilização, página 6.....	36
Figura 15 – Manual de utilização, página 7.....	37
Figura 16 – Manual de utilização, página 8.....	38
Figura 17 – Manual de utilização, página 9.....	39
Figura 18 – Manual de utilização, página 10.....	40
Figura 19 – Manual de utilização, página 11.....	41
Figura 20 – Manual de utilização, página 12.....	42
Figura 21 – Manual de utilização, página 13.....	43
Figura 22 – Manual de utilização, página 14.....	44
Figura 23 – Manual de utilização, página 15.....	45
Figura 24 – Manual de utilização, página 16.....	46
Figura 25 – Manual de utilização, página 17.....	47
Figura 26 – Manual de utilização, página 18.....	48
Figura 27 – Manuseio do manual	49
Figura 28 – Manuseio do manual	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas das ligações entre silício, carbono, hidrogênio e oxigênio	23
Tabela 2 – Parâmetros calculados a partir da análise termogravimétrica	29
Tabela 3 – Resultados dos ensaios de absorção de água.....	31
Tabela 4 – Resultados do grupo focal	34

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS.....	12
2.1 Objetivo geral	12
2.2 Objetivos específicos.....	12
3. JUSTIFICATIVA.....	13
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
4.1 Anatomia	14
4.1.1 Anatomia Regional	14
4.1.2 Anatomia Sistêmica	14
4.2 Anatomia da Mão	15
4.2.1 Músculos tenares	18
4.2.2 Músculos hipotenares.....	18
4.2.3 Músculos curtos da mão	19
4.3 Artérias da mão.....	19
4.3.1 Artéria ulnar na mão	20
4.3.2 Artéria radial na mão	20
4.4 Nervos da mão	20
4.5 Anatomia de Superfície da Mão.....	20
4.6 Silicones	21
4.6.1 Elastômeros de Silicone.....	22
4.6.2 Propriedades Físico-Químicas dos Silicones	23
4.6.3 Toxicologia e Epidemiologia.....	23
4.6.4 Impacto Ambiental	24
5. MATERIAIS E MÉTODOS	25
5.1 Materiais.....	25
5.2 Métodos de Caracterização	25
5.2.1 Análise Termogravimétrica.....	25
5.2.2 Ensaio de absorção de água	26
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	27
6.1 Análise Térmica.....	27
6.2 Absorção de água	31
7. DESENVOLVIMENTO DO MANUAL DE USO.....	33
7.1 Grupo focal	33
7.2 Manual de utilização	35
7.3 Considerações sobre o manual de uso.....	49
8. CONCLUSÕES	51
9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....	52
10. REFERÊNCIAS.....	53

1. INTRODUÇÃO

A massa polimérica para reabilitação de mão apresenta muita utilidade na recuperação funcional, seja por fratura, pós-operatório, imobilização ou acometimento por patologias neurológicas. É importante para fortalecimento dos músculos flexores e/ou extensores dos punhos e dedos, ganho de amplitude de movimento e trabalhar movimentos finos, como está descrito por HALL (2009). Também útil para tratamento em outras articulações. Pode ser utilizada de várias formas de acordo com objetivo proposto pelo terapeuta e com a musculatura e articulação a ser trabalhada.

Como descreve MOORE (2010), a mão é composta por 27 ossos, 33 músculos, três nervos periféricos, um sistema vascular complexo e muitas outras estruturas, como ligamentos, cápsulas articulares e bainhas tendinosas, todas localizadas dentro de uma camada de pele protetora de 1 a 2 cm de espessura.

O tratamento tem andamento de acordo com os objetivos que cada paciente possui, dependendo da patologia. No caso de pacientes neurológicos, deve-se avaliar a parte cognitiva. Caso o paciente não tenha seu cognitivo preservado, o tratamento com a massa polimérica pode não ser efetivo. Em patologias ortopédicas é mais fácil sua utilização, visto que não afeta a parte cognitiva. Os exercícios têm sempre que respeitar o limiar de dor de cada paciente, dessa forma deve-se utilizar a massa com resistência adequada para tal.

A resistência das massas se diferencia de acordo com suas cores. No caso da massa de cor vermelha, esta possui uma “memória”, que permite que a cada movimento de tração realizado no material, ele se torna mais resistente à tração. As massas de cor verde escura e verde clara, não possuem essa “memória” e suas resistências são menores.

No mercado brasileiro esses produtos são importados, por isso com custo considerado mais alto que poderia ser. Desta forma limitando a possibilidade de compra de alguns pacientes que necessitam do mesmo para seu tratamento.

Ao pesquisar a disponibilidade de compra da massa através do site mnsuprimentos.com.br que comercializa o produto, visualizamos a indisponibilidade de duas das três massas que temos disponíveis neste estudo. A justificativa para a falta é que estão aguardando importação e não tem previsão de chegada.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Este trabalho tem por objetivo geral obter informações acerca da composição da massa polimérica para tratamento fisioterapêutico de mão, bem como elaborar um manual de uso para este produto.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar a análise termogravimétrica de 3 massas poliméricas disponíveis no mercado;
- Realizar ensaios de absorção de água;
- Elaborar um manual de uso para o produto, com foco em auxiliar os pacientes e até mesmo os profissionais com exemplos de exercícios para cada movimento das mãos, punhos e dedos.

3. JUSTIFICATIVA

As massas poliméricas estudadas nesta dissertação são materiais muito ricos no que diz respeito a sua composição. A curiosidade de suas intensidades de resistência e a “memória” no caso da massa polimérica vermelha nos levou a realizar suas caracterizações a fim de chegarmos a uma conclusão do que se diferenciam e como poderemos proceder na forma prática do tratamento e também para uma futura síntese. Por exemplo, no ensaio de absorção de água é importante na prática clínica saber que o material não absorve muita água, pois em contato direto com as mãos, o suor dos pacientes poderia atrapalhar no objetivo do tratamento. Assim como a as outras caracterizações que terão suas justificativas do decorrer deste trabalho.

Com relação ao manual de uso da massa polimérica para tratamento fisioterapêutico de mão, sua confecção é importante no que diz respeito ao auxílio aos profissionais que utilizam esse material em tratamentos à pacientes, para que tenham exemplos de exercícios que podem utilizar de acordo com os objetivos. Também é importante aos próprios pacientes como forma de orientação a realização dos exercícios como “dever de casa”.

O empoderamento dos pacientes feito pelos profissionais é de uma relevante importância para que a pessoa em tratamento tenha ciência de forma forte que sua força de vontade em seguir as orientações é essencial para o resultado final do tratamento. O paciente tem que se envolver e realizar o que o profissional orienta nos momentos em que não estão juntos. Neste caso os exercícios domiciliares são um apoio importante com relação a isso. Destarte o manual será de grande valia como direcionamento ao paciente em relação aos exercícios a serem realizados em ambiente domiciliar. Reforçando sempre que tudo deve ser realizado através de orientação do profissional.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Anatomia

Para o início de um tratamento, é necessário possuir conhecimentos complexos e o conhecimento inicial é a anatomia. Esta pode ser compreendida como as estruturas do corpo humano e seus vários sistemas. As estruturas dos seres humanos podem ser vistas e examinadas de forma macroscópica. Para o desenvolvimento deste trabalho, segundo orientações de MOORE (2010), são analisados 3 tipos de anatomia: Anatomia Regional; Anatomia Sistêmica; Anatomia da Mão.

4.1.1 Anatomia Regional

A anatomia regional é a organização do corpo humano em suas partes principais e segmentos: um corpo básico, formado por cabeça, pescoço e tronco, um par de membros superiores e um par de membros inferiores. Essas partes podem ainda ser subdivididas em regiões e áreas. A anatomia regional é um método de estudo estrutural do corpo humano concentrando a atenção em uma parte, por exemplo: a mão, a área anterior; região, eminência tenar e hipotenar (MARQUES, 2015).

A anatomia regional também compreende a organização do corpo humano em camadas: pele, tecido subcutâneo e fáscia profunda que cobre as estruturas mais profundas: músculos, ossos e as cavidades, que contem vísceras (DRAKE, 2015).

4.1.2 Anatomia Sistêmica

A anatomia sistêmica é o estudo dos sistemas que atuam em conjunto para serem realizadas funções mais complexas. Segundo MOORE (2010), os sistemas básicos e a especialidade responsável pelo estudo são:

- Tegumento comum (Dermatologia)
- Sistema esquelético (osteologia)
- Sistema articular (artrologia)
- Sistema muscular (miologia)
- Sistema nervoso (neurologia)

Anteriormente à importância da habilidade da mão em atividades diárias e de recreação, é necessário que as pessoas que atuam na manutenção e recuperação das atividades da mão compreendam muito bem as estruturas e função: movimento livre, capacidade de preensão, manuseio da precisão e pinçamento (MYERS, 2017).

A preensão de força representa os movimentos forçados dos dedos contra a palma; os dedos passam ao redor de um objeto com pressão do polegar. Preensão de gancho é a posição usada ao carregar uma bolsa. A preensão com manuseio de precisão se dá na mudança de posição de um objeto manuseado, o que requer controle fino do movimento dos dedos. Na preensão de precisão, o punho e os dedos são mantidos firmes pelos músculos flexores e extensores longo dos dedos, e os músculos intrínsecos da mão executam os movimentos finos dos dedos (HALL, 2009).

O pinçamento é a compreensão de um objeto entre o polegar e o indicador, ou entre o polegar e dois dedos adjacentes. A posição de repouso é assumida quando a mão está inativa. Essa posição é usada com frequência quando é necessário imobilizar o punho e a mão para estabilizar uma fratura (MENDES, 2015). A figura 2 mostra os movimentos da mão

Figura 2 – Movimentos da Mão



Fonte: DRAKE (2015)

A fásia palmar é contínua com a fásia do antebraço e fásia dorsal da mão. A fásia palmar é fina sobre as eminências tenar e hipotenar e forma as fásias tenar e hipotenar. Como mostra a figura 3, na parte central, a fásia é espessa, onde forma a

aponeurose palmar fibrosa, e nos dedos, onde forma as bainhas dos dedos (MOORE, 2010).

Um septo medial entende-se profundamente da margem medial da aponeurose palmar até o quinto osso metacarpal. O plano muscular mais profundo da palma é o compartimento adutor que contém o músculo adutor longo do polegar.

Figura 3 – Fásia palmar

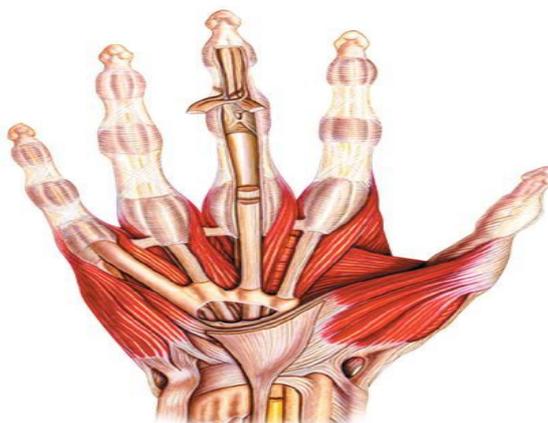


Fonte: NETTER (2015)

A Figura 4 mostra cinco compartimentos da mão.

- Músculos tenares no compartimento tênar: abductor curto do polegar, flexor curto do polegar e oponente do polegar.
- Músculo adutor do polegar no compartimento adutor;
- Músculos hipotenares no compartimento hipoténar: abductor do dedo mínimo, flexor curto do dedo mínimo e oponente do dedo mínimo.
- Músculos curtos da mão, os lumbricais, estão situados no compartimento com os tendões dos músculos flexores longo.
- Músculos interósseos: situam-se em compartimentos interósseos separados entre os metacarpais.

Figura 4 – Músculos e tendões



Fonte: NETTER 2015

4.2.1 Músculos tenares

Formam a proeminência na parte lateral da palma da mão e sua ação principal é a oposição do polegar. A função normal do polegar é importante para as atividades precisas da mão. O polegar tem um alto grau de liberdade de movimentos e isso resulta na independência do primeiro metacarpo (MARQUES, 2015). Assim, são necessários vários músculos para controlar seus movimentos:

- Extensão: extensor longo do polegar, extensor curto do polegar e abductor longo do polegar.
- Flexão: flexor longo do polegar e flexor curto do polegar.
- Abdução: abductor longo do polegar e abductor curto do polegar.
- Oposição: oponente do polegar.
- Adução: adutor do polegar

4.2.2 Músculos hipotenares

Os músculos hipotenares que formam a proeminência hipotenar da palma da mão são: Abductor do dedo mínimo, flexor curto do dedo mínimo e oponente do dedo mínimo. O compartimento hipotenar está situado na altura do quinto osso metacarpal (HALL, 2009).

4.2.3 Músculos curtos da mão

Lumbricais: São quatro músculos delgados, forma assim denominados por sua semelhança, em sua forma, a uma lombriga, assim como mostra a figura 5. A função dos músculos lumbricais é fletir os dedos nas articulações metacarpoflangeanas Interósseos: São quatro músculos dorsais e estão localizados entre os metacarpos (MOORE, 2010).

Figura 5 – Músculos Lumbricais



Fonte: NETTER 2015

4.3 Artérias da mão

Como sua função requer que seja colocada e mantida em várias posições, enquanto segura ou pressiona, a mão é irrigada por um grande número de artérias que tem muitas ramificações, como mostra a figura 6. As artérias ulnar e radial e seus ramos são responsáveis por todo o fluxo sanguíneo da mão (MYERS, 2017).

Figura 6 – Artérias da mão



Fonte: NETTER 2015

4.3.1 Artéria ulnar na mão

A artéria ulnar entra anteriormente ao retináculo dos músculos flexores entre o osso pisiforme e o hámulo do osso hamato através do túnel ulnar. A artéria ulnar situa-se lateralmente ao nervo ulnar (MYERS, 2017).

A artéria divide-se em dois ramos terminais, o arco palmar superficial e o ramo palmar profundo

4.3.2 Artéria radial na mão

A artéria radial na mão curva-se dorsalmente ao redor dos ossos escafoide e trapézio e atravessa o assoalho da tabaqueira anatômica. A artéria radial do indicador segue ao longo da face lateral do dedo indicador. Geralmente é um ramo da artéria radial, mas pode originar-se da artéria principal do polegar (MOORE, 2010).

4.4 Nervos da mão

Os nervos da mão são: mediano, radial e ulnar. Os ramos ou comunicações dos nervos cutâneo lateral e posterior podem enviar algumas fibras que inervam a pele do dorso da mão (DRAKE, 2015).

Na mão, esses nervos conduzem fibras sensitivas dos nervos espinais C6-C8 para a pele, de modo que os dermatômos C6-C8 incluem a mão. Os nervos mediano e ulnar conduzem fibras motoras do nervo espinal T1 para a mão (MARQUES, 2015).

4.5 Anatomia de Superfície da Mão

O pulso da artéria radial, como outros pulsos palpáveis, é um reflexo periférico da atividade cardíaca. A frequência do pulso radial é avaliada quando a artéria radial situa-se na face anterior da extremidade distal do rádio, lateral ao tendão do Flexor radial do carpo, que serve como guia para a artéria (HALL, 2009).

Os tendões dos flexores radial do carpo e palmar longo podem ser palpados anteriormente ao punho, um pouco lateral ao seu ponto médio. O tendão do músculo

palmar longo é menor do que o tendão do músculo flexor radial do carpo e nem sempre está presente (MOORE, 2010).

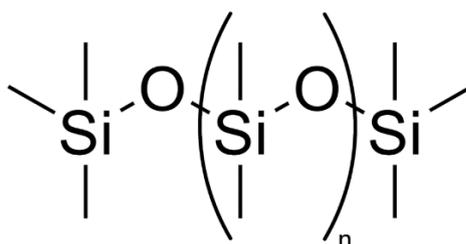
4.6 Silicones

O silicone foi criado em 1901 por Kipping, que descreve novos compostos de fórmula bruta R_2SiO e que foram identificados como polímeros, sendo a fórmula correspondente $R_2(SiO)_n$ (ISENMANN, 2015)..

A descoberta e o desenvolvimento da química dos silicones incluíram vários momentos históricos até que Kipping, que é conhecido como o pai do silicone e da química organo-silício, preparou vários silanos por meio de reações tipo Grignard (OWEN; FITZGERALD, 2003). Os químicos da General Electric, durante pesquisas de materiais resistentes ao calor, utilizaram o silicone como isolante para motores elétricos e geradores. Fibras de vidro impregnadas de resina eram os materiais mais avançados naquele tempo.

Os silicones mais comuns são os polidimetilsiloxanos terminados com grupos trimetilsililoxi, como mostra a Figura 7.

Figura 7 – Estrutura química do polidimetilsiloxano



Fonte: OWEN e FITZGERALD (2003)

Segundo CLARSON et al (2012), a síntese de polímeros de silicone se dá em 3 etapas:

- Síntese dos clorossilanos
- Hidrólise dos clorossilanos para silanóis.
- Polimerização/policondensação dos silanóis.

A utilização de compostos clorados na obtenção de silicone é o procedimento mais utilizado devido ao seu baixo preço. Dessa forma, os clorossilanos são obtidos a partir de um processo denominado *Rochow*, usando o silício obtido a partir da redução de areia em alta temperatura (HEILEN, 2005).

A síntese de *Rochow* ocorre em um leito fluidizado de pó de silício metálico, tratado com um fluxo de clorometano em temperaturas de 250 a 350° C e em pressões de 1 a 5 atm. A reação é exotérmica e tem um rendimento de 85 a 90% e o mecanismo da reação aproveita a presença de um catalisador à base de cobre, porém ainda não foi completamente elucidado (CLARSON et al, 2012).

A etapa posterior - hidrólise dos clorossilanos ocorre por meio da hidrólise do dimetildiclorossilano. Essa reação é heterogênea, exotérmica e fornece um di-silano $\text{Me}_2\text{Si}(\text{OH})_2$ que se condensa. Esta condensação é promovida pela presença de HCl que pode ocorrer inter ou intramolecular (OWEN e FITZGERALD, 2003)

Na polimerização por policondensação, são obtidos os polissiloxanos, que têm cadeias curtas para sua maioria das aplicações. Eles devem ser condensados ou polimerizados para obter uma macromolécula de comprimento e propriedades satisfatórios (KELLER et al, 2008).

4.6.1 Elastômeros de Silicone

Dentre as diversas aplicações que os silicones apresentam, a obtenção de elastômeros é uma das mais importantes. Na sua obtenção, os polímeros de silicone são transformados em uma rede tridimensional, levando a uma resina ou um elastômero, através de reações de reticulação (KELLER et al, 2008). A reticulação eficiente com radicais requer a presença do grupo de vinilas ligadas as cadeias poliméricas dos silicones lineares. Este tipo de reação é muito utilizada para borrachas de silicone de elevada consistência, tais como os usados na extrusão ou moldagem por injeção e que são reticulados por temperaturas elevadas (RATNER et al, 2004).

A reticulação por condensação é um método muito utilizado em borrachas usadas como selantes, são muito vendidos nos depósitos de materiais de construção e usados por vários profissionais. A reticulação inicia-se quanto o produto é extraído do cartucho e entra em contato com a umidade do ambiente, essas formulações contêm um polímero reativo em forma de polidimetilsiloxano (RATNER et al, 2004).

4.6.2 Propriedades Físico-Químicas dos Silicones

A posição do silício na tabela periódica levou a uma crença na existência de compostos análogos onde o silício substituiria o carbono, porém estes compostos se comportam de forma diferentes (ISENMANN, 2015). A tabela 1 exhibe as características físico-químicas das ligações entre silício, carbono, hidrogênio e oxigênio.

Tabela 1 – Propriedades físico-químicas das ligações entre silício, carbono, hidrogênio e oxigênio

Elemento (X)	Comprimento da ligação (Å)		Caráter iônico [%]	
	Si-X	C-X	Si-X	C-X
Si	2,34	1,88	0	12
C	1,88	1,54	12	0
H	1,47	1,07	2	4
O	1,63	1,42	50	22

Fonte: Adaptado de ISENMANN (2015)

Como pode ser verificado na tabela 1, o comprimento das ligações do silício com hidrogênio e oxigênio são maiores do que a ligação desses elementos com o carbono, fato em partes explicado pelo maior raio atômico do silício. Além disso, o fato da eletrosfera do silício apresentar um número maior de elétrons faz com que as ligações do silício com hidrogênio e oxigênio apresentem um maior caráter iônico do que as ligações do carbono. Estes valores explicam a estabilidade dos silicones. Esses materiais exibem a combinação de uma cadeia inorgânica semelhante aos silicatos que associam alta energia superficial, mas com uma baixa energia de superfície (CLARSON et al, 2012; COLAS, 2007).

4.6.3 Toxicologia e Epidemiologia

Na área da saúde, os silicones mais utilizados são os polidimetilsiloxanos, $\text{Me}_3\text{SiO}(\text{SiMe}_2\text{O})_z\text{SiMe}_3$, com viscosidade entre 10 a 100.000 mPas. Devido a sua alta massa molar, não são absorvidos pelo trato gastrointestinal e pela pele, e são excretados sem modificação. Estudos *in vitro* divulgados pelo European Centre for Ecotoxicology of Chemicals (ECETOC, 2011) não indicaram efeitos mutagênicos causados por doses orais ou cutâneas repetidas.

Estudo epidemiológicos, realizados principalmente nos anos 90 e 2000, revelam que não há associação entre implantes mamários de silicone e o câncer de mama (MCLAUGHLIN et al, 1998; MELLEMKJAER et al, 2000; BRINTON et al, 2000).

4.6.4 Impacto Ambiental

A produção de polidimetilsiloxanos é rigorosamente controlada e as emissões para o meio ambiente a partir desta etapa são muito pequenas. Silicones sólidos entram no ambiente como resíduo doméstico e devem ser depositados em aterros ou incinerados. Silicones líquidos, usados em produtos destinados a serem enxaguados como xampus e condicionadores, tornam-se parte da água e resíduos municipais. O mesmo vale para os silicones usados em produtos farmacêuticos. Como não são solúveis em água, em combinação com seu alto potencial de ligação para a matéria orgânica, eles podem ser removidos das águas residuais municipais e levados ao lodo durante o tratamento da água (ISENMANN, 2015).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a massa polimérica para tratamento fisioterapêutico de mão, encontrada para venda on line no site da empresa MN suprimento, que comercializa artigos de reabilitação. Foram avaliadas as seguintes massas:

- Verde clara: Dentre as três, a massa verde clara tem a resistência mais suave.
- Vermelha: A massa vermelha, dentre as três, é a massa que tem a resistência intermediária e ainda possui a característica de “memória”, que aumenta sua resistência à tração, à medida que é dobrada e tracionada repetidas vezes.
- Verde-escura: Essa por sua vez, dentre as três, possui a maior resistência.

Todas as massas, mostradas na Figura 8, são compostas, segundo o fabricante, por borracha de silicone com emolientes, não contêm látex e possuem validade indeterminada.

Figura 8 – Massas poliméricas para tratamento fisioterapêutico de mão



Fonte: O Autor (2017)

5.2 Métodos de Caracterização

5.2.1 Análise Termogravimétrica

A análise termogravimétrica ocorreu em um equipamento TG/DTA 6200 modelo EXSTAR6000, fabricado pela SII Nanotechnology – Seiko, disponível no Laboratório de

Análises Térmicas da UNESP, Campus de Guaratinguetá. As análises ocorreram sob atmosfera de nitrogênio (fluxo de 20 mL.min⁻¹), utilizando cadinhos de platina e um range de temperatura de 30 a 800°C, com taxa de aquecimento de 10°C.min⁻¹. Foram utilizados aproximadamente 20 mg de amostra por análise.

A análise dos resultados foi realizada de acordo com a norma ASTM E 2550 para avaliar a temperatura de onset, endset e o percentual de perda. Para tal, foi utilizado o software Muse, versão 6.2U.

5.2.2 Ensaio de absorção de água

Os ensaios de absorção de água foram realizados no Laboratório de Caracterização de Materiais do UniFOA, utilizando o método gravimétrico. O procedimento consiste em manter uma amostra do material analisado completamente imersa em água durante um período de tempo e avaliar o ganho de massa da amostra após o tempo de exposição à água.

Com base na norma ASTM 570-98, foram utilizadas amostras em formato esférico, de cerca de 5g cada. As amostras foram submetidas à imersão em água destilada em béqueres de polipropileno durante 24 e 72h, sob temperatura ambiente. O procedimento foi realizado em triplicata e o percentual de absorção de água de cada amostra foi calculado a partir da equação:

$$\%Abs = 100 \times \frac{mf - mi}{mi}$$

Onde

%Abs = Percentual de absorção de água (%);

mf = Massa final da amostra após o tempo de exposição à água (g);

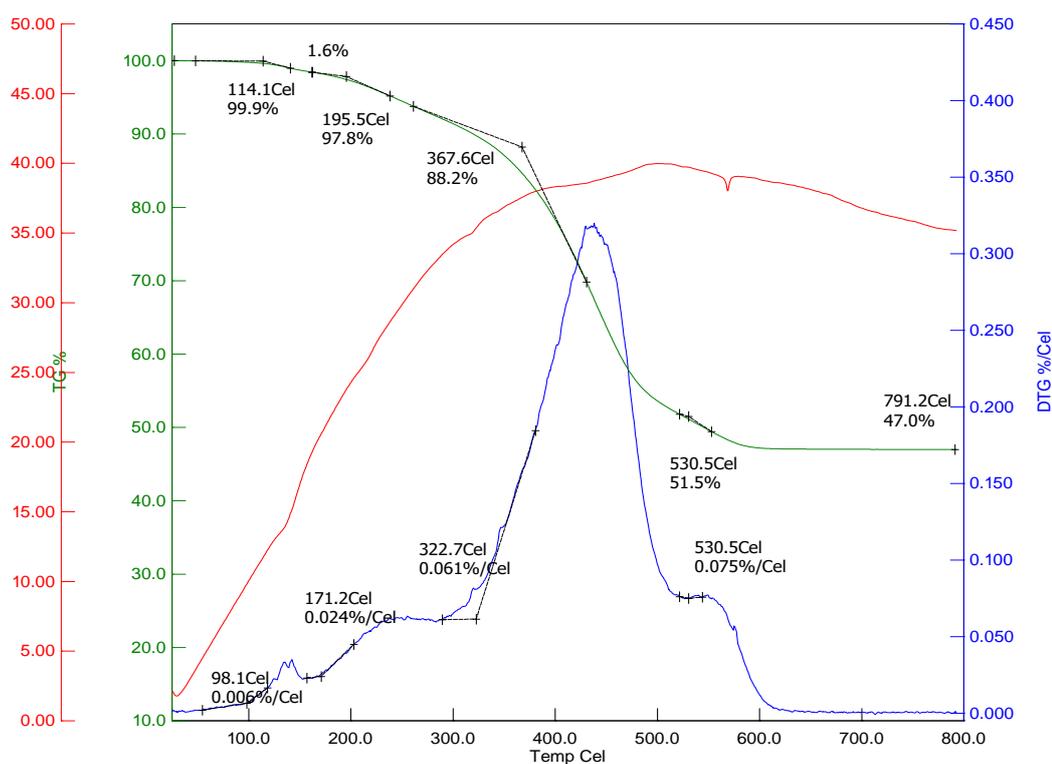
mi = Massa inicial da amostra

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Análise Térmica

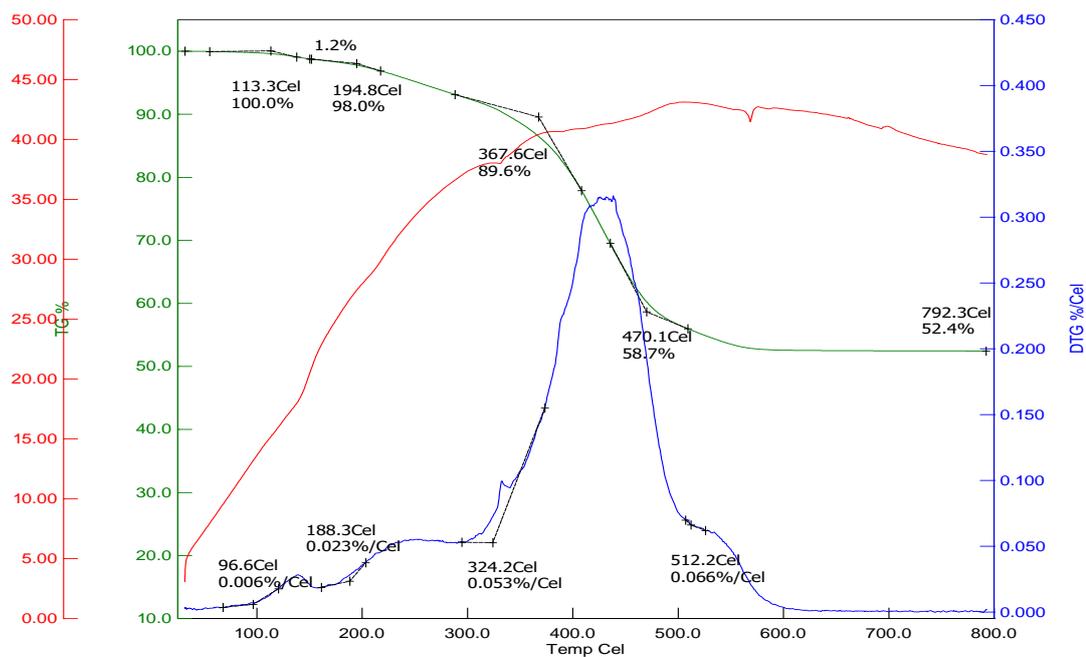
As Figuras 9 a 11 exibem os resultados obtidos na análise térmica para cada amostra. Na Figura 12, é apresentada uma comparação entre as curvas de termogravimetria das 3 massas avaliadas.

Figura 9 – Termograma da massa verde clara



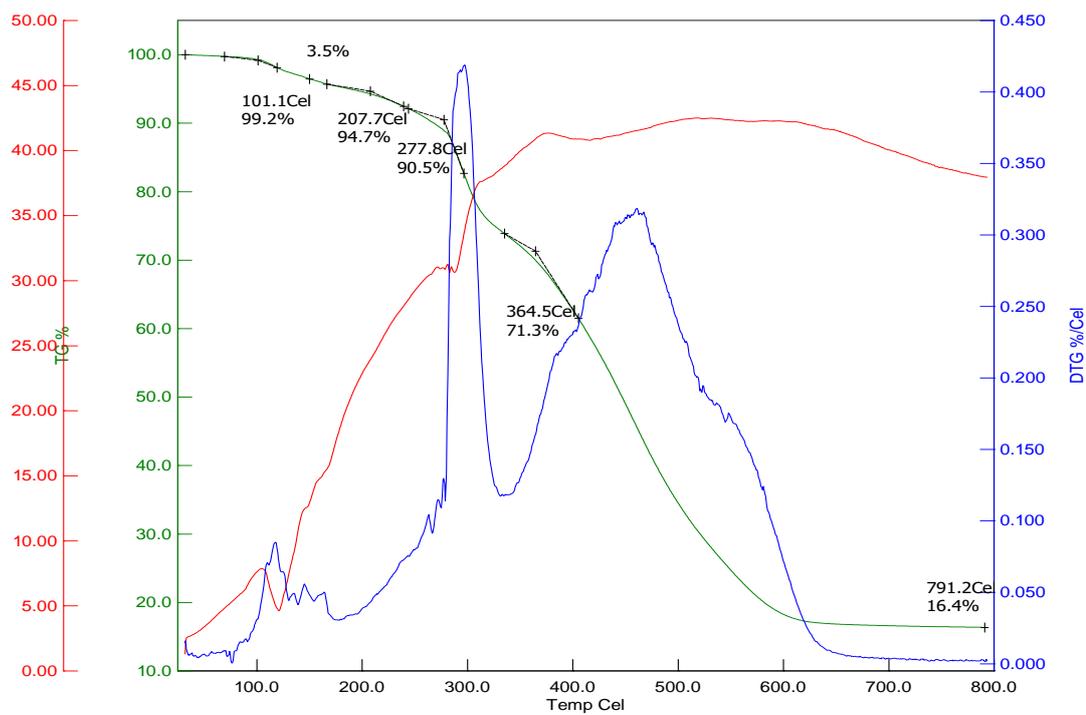
Fonte: O Autor (2017)

Figura 10 – Termograma da massa verde escura

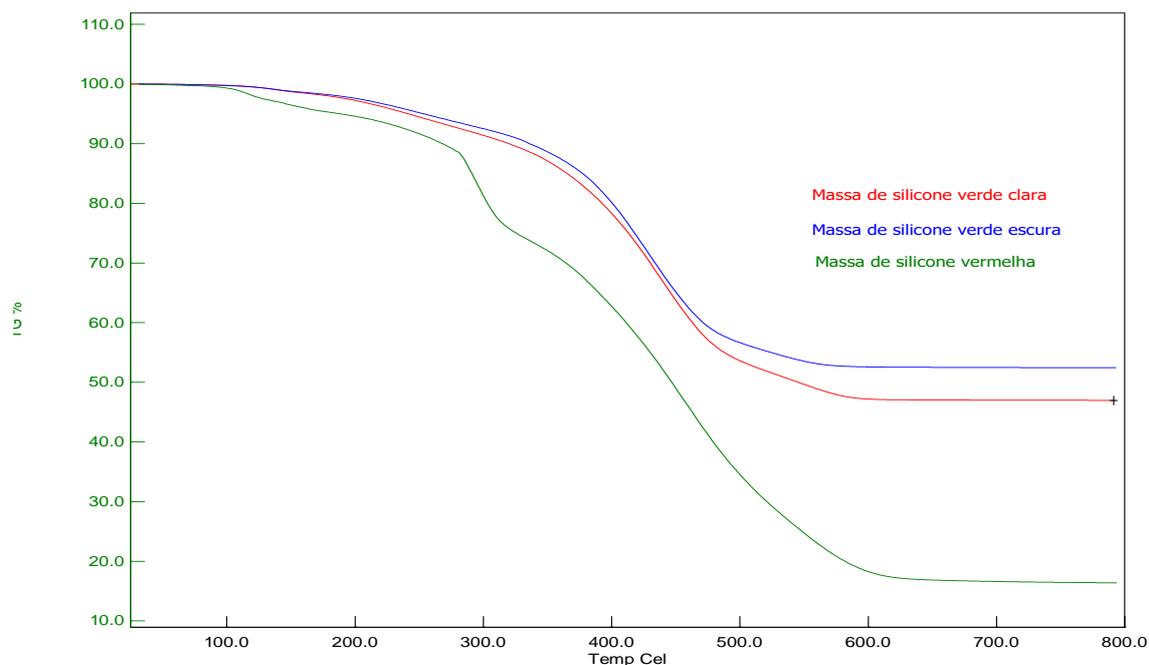


Fonte: O Autor (2017)

Figura 11 – Termograma da massa vermelha



Fonte: O Autor (2017)

Figura 12 – Curvas de termogravimetria das 3 massas

Fonte: o Autor (2017)

Durante a decomposição térmica, o número de eventos corresponde à quantidade de materiais que estão se decompondo ou estão sendo liberados durante o aquecimento. No caso das massas de coloração verde escura e verde clara, ocorrem 4 eventos claramente identificáveis que se sobrepõem formando os chamados ‘ombros’. Para a massa vermelha, fica clara apenas a ocorrência de 3 eventos. No entanto, a análise das regiões com baixa resolução sugere a ocorrência de até 6 eventos. Para os fins de caracterização aqui aplicados, foram considerados 4 eventos, sendo que o segundo evento não é muito evidente, dificultando a análise. A tabela 2 mostra os parâmetros calculados para cada evento.

Tabela 2 – Parâmetros calculados a partir da análise termogravimétrica

Massa Polimérica	Temperaturas de onset (°C)				Resíduo à 790 °C (%)
	Evento 1	Evento 2	Evento 3	Evento 4	
Verde clara	114,2	195,5	367,6	530,5	47,0
Verde escura	113,3	194,8	367,6	512,2	52,4
Vermelha	101,1	207,7	277,7	364,5	16,4

Fonte: O Autor (2017)

Por meio da análise da tabela 2, verifica-se que há bastante semelhança entre o comportamento termogravimétrico das massas verdes. Os eventos de perda de massa ocorrem em temperaturas bastante próximas para essas massas, que apresentam, a 790°C, cerca de 50% de resíduo final. Já para a massa de coloração vermelha, o comportamento termogravimétrico é bastante distinto das demais. Tal fato sugere que a massa vermelha apresente uma composição diferente das massas verdes.

O primeiro evento de perda de massa pode ser atribuído à liberação de voláteis (água e solventes). Pela análise das curvas, verifica-se que a perda de massa nesse evento é pequena para todas as amostras (verde escura 1,2%, verde clara 1,6% e vermelha 3,4%). O segundo decaimento, provavelmente corresponde à liberação de água de cristalização ou água contida em canais, além da degradação de compostos de baixa massa molar, que podem ser componentes dos compostos emolientes usadas na manufatura de silicones.

O terceiro evento de perda de massa corresponde à degradação do polímero. É importante ressaltar que a termodegradação de compostos de silicone não degrada a totalidade da cadeia polimérica. Uma vez que a macromolécula é composta por uma cadeia polimérica de silício e oxigênio ramificada com radicais hidrocarbonetos, em atmosfera inerte sob altas temperaturas, a fração hidrocarbônica tende a ser degradada, enquanto a fração de silício, além de ser parcialmente termodegradada, pode formar complexos de sílica e reagir com os demais componentes inorgânicos da composição. Verifica-se no terceiro evento que a massa vermelha sofre uma degradação consideravelmente maior que as massas verdes. Tal fato indica que a fração hidrocarbônica do silicone usado na massa vermelha é maior, sendo, portanto, mais ramificada ou reticulada.

O quarto evento ocorre de forma distinta entre as massas vermelha e verdes. No caso das massas verdes, o quarto evento ocorre em temperaturas superiores a 500°C, fato que sugere a ocorrência de descarboxilação de algum material inorgânico. Esses materiais, presentes na borracha de silicone, chamados de carga, conferem ao polímero maior resistência e densidade. Uma vez que ocorre descarboxilação, entende-se que a carga utilizada nas massas verdes contém sais com o íon carbonato. Uma carga deste tipo bastante utilizada pela indústria de polímeros é o carbonato de cálcio, por ser barato e obter boas propriedades.

No caso da massa vermelha, o quarto evento ocorre em temperaturas mais baixas (onset de 364,5°C), o que sugere a ocorrência de um segundo polímero, mais reticulado que se degrada em temperaturas mais elevadas. Um maior teor de reticulação corrobora a propriedade exibida pelo material denominada ‘memória’, que torna o material mais resistente à medida em que é dobrado e tracionado repetidas vezes. Essa propriedade pode estar relacionada a um rearranjo das cadeias promovido por este segundo polímero, mais reticulado e que, portanto, se decompõe em temperatura distinta do polímero principal.

Ao final do aquecimento, as massas de coloração verde apresentaram resíduos com massa parecida – 47% para a verde clara e 52,4% para a verde escura. O material obtido no final representa a fração inorgânica contida nas cargas minerais adicionadas à borracha, bem como pelos silicatos formados pela termodegradação. Uma vez que a massa verde escura possui maior densidade e resistência, faz sentido que esta possua mais carga adicionada à borracha e, portanto, um resíduo de massa maior ao final da análise. A massa vermelha, diferente das massas de coloração verde, apresentou um resíduo final de 16,4%, fato que reforça a diferença de composição comparada às massas verdes. A massa vermelha parece possuir uma maior concentração de polímero em sua formulação e, por esse motivo, perde mais massa.

6.2 Absorção de água

A tabela 3 apresenta os resultados dos ensaios de absorção de água. Nela, são apresentadas as médias obtidas para o percentual de absorção de cada amostra acompanhadas do respectivo desvio-padrão.

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de absorção de água

Amostra	24h	72h
	%Abs	%Abs
Massa verde clara	[1,12 ± 0,09] %	[1,16 ± 0,06] %
Massa verde escura	[1,19 ± 0,06] %	[1,23 ± 0,08] %
Massa vermelha	[2,78 ± 0,11] %	[2,84 ± 0,09] %

Fonte: O Autor (2017)

Verifica-se que a absorção de água pelas amostras ocorre em percentuais bastante pequenos. A amostra que apresentou a maior absorção de água foi a massa vermelha, que atingiu valores superiores ao dobro da absorção das demais amostras. Uma vez que os silicones não absorvem quantidades significativas de água, a absorção verificada está relacionada aos aditivos utilizados na manufatura destes produtos, sugerindo que estes sejam sais inorgânicos parcialmente higroscópicos.

7. DESENVOLVIMENTO DO MANUAL DE USO

Para o desenvolvimento deste manual, foi desenvolvido um Projeto de Iniciação Científica (PIC) em parceria com o curso de Design do UniFOA, com o aluno Rafael Luís de Souza Fraga, orientado pela Profa. Dra. Aline Rodrigues Botelho. Com o objetivo de conhecer as preferências dos usuários do manual (fisioterapeutas e pacientes) e, assim, aprimorar o desenvolvimento do produto, foram realizadas seções com grupos focais.

7.1 Grupo focal

Segundo Trad (2009), nas duas últimas décadas constata-se um incremento significativo da utilização de grupos focais como instrumento de coleta de dados em pesquisas no campo da saúde coletiva no Brasil. Seja ocupando a função de técnica principal, ou como estratégia complementar de tipo qualitativa, sua adoção atende invariavelmente ao objetivo de apreender percepções, opiniões e sentimentos frente a um tema determinado num ambiente de interação.

Trad (2009) ainda descreve que na área de saúde, o grupo focal tem sido mais consistentemente usado a partir da segunda metade dos anos 80 (CARLINI-CTRIM 1996; VEIGA; GONDIM, 2001).

Os participantes de um grupo focal devem apresentar certas características em comum que estão associadas à temática central do estudo (TRAD, 2009). Desta forma, foram definidos dois grupos, ambos compostos por profissionais fisioterapeutas. Também foi realizado uma entrevista com alguns pacientes em tratamento de fisioterapia.

Aos participantes dos grupos e das entrevistas, foram apresentadas diversas opções quanto ao uso de imagens, modelo da capa, tipo de encadernação, tipo de papel e orientação, letra e paleta de cores. Os participantes fizeram, ainda, sugestões quanto à utilização do manual.

Na tabela 4, encontra-se um resumo das sugestões e preferências estabelecidas por cada grupo. Tais informações foram consideradas no desenvolvimento dos exercícios e na confecção do manual.

Tabela 4 – Resultados das discussões com os grupos focais

Grupo	Imagens	Modelo da capa	Encadernação	Papel	Letra	Orientação	Sequência de cores
1	Foto	Dura	Espiral	Glossy matte 300mg	Caixa alta	Horizontal	Green day
2	Desenho	Dura	Espiral	Glossy matte 300mg	Caixa alta	Vertical	Green day

Fonte: o Autor (2017)

Nas entrevistas participaram 6 pacientes, seguindo os mesmos parâmetros do grupo, no que diz respeito as opções para elaborar o manual. Abaixo mostramos o resultado das entrevistas:

- Quatro escolheram desenho
- Cinco escolheram capa dura
- Seis escolheram encadernação em espiral
- Cinco escolheram o papel Glossy matte 300 mg
- Três escolheram as letras em caixa alta.
- Quatro escolheram o manual na horizontal
- Dois pacientes escolheram a sequência de cores Green Day.

A única alteração que fizemos na confecção final do manual foi na orientação. Tanto nos grupos quanto a maioria dos pacientes na entrevista, optaram pelo manual na horizontal, porém funcionalmente ele fica melhor na vertical devido às abas para passagem das páginas, que foi uma sugestão de um dos grupos, abas essas que se colocadas com manual na horizontal dificultariam a passagem das páginas. Então pensando o benefício ao paciente, ficou decidido dar preferência as abas assim o manual sendo confeccionado na vertical.

7.2 Manual de utilização

As figuras 13 a 26 mostram as miniaturas das páginas do manual desenvolvido neste trabalho referentes aos exercícios com cada massa.

Figura 13 – Manual de utilização, página 5

Extensão dos Dedos

5

Exercício 1

Com a mão fechada, posicionar a massa polimérica em forma de concha e realizar o movimento de esticar os dedos.

1



Massa em concha sobre os dedos

2



Esticando

Fonte: o Autor (2017)

Figura 14 – Manual de utilização, página 6

6

Extensão dos Dedos

Exercício 2

Com a massa aberta sobre a mesa, com a mão, faça o movimento de esticar os dedos.

1



Apoiando os
dedos sobre
a massa

2



Esticando

Fonte: o Autor (2017)

Figura 15 – Manual de utilização, página 7

Flexão dos Dedos

Exercício 1

Com o punho em extensão e a massa sobre a mesa, faça o movimento de fechar os dedos.

7



Punho em
extensão



Fechando
os dedos

Fonte: o Autor (2017)

Figura 16 – Manual de utilização, página 8

8

Flexão dos Dedos

Exercício 2

Com a massa na palma da mão, faça o movimento de fechar os dedos.

1



Massa na palma da mão

2



Fechando os dedos

Fonte: o Autor (2017)

Figura 17 – Manual de utilização, página 9

Abdução do polegar

Exercício 1

Com a massa sobre a mesa de forma que crie uma resistência no polegar, faça o movimento de abrir o mesmo.

1

Massa ao lado do polegar

2

Abrindo o polegar

9

Fonte: o Autor (2017)

Figura 18 – Manual de utilização, página 10

Adução e abdução dos dedos

Exercício 1

Com a massa aberta sobre a mesa e de forma que crie uma resistência entre os dedos, faça o movimento de abrir e fechar.

10

1



Massa entre os dedos

2



Fechando

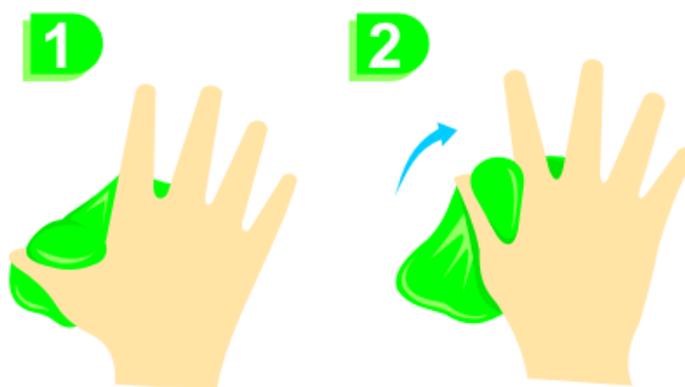
Fonte: o Autor (2017)

Figura 19 – Manual de utilização, página 11

Adução do polegar

Exercício 1

Com a massa aberta sobre uma mesa de forma que crie uma resistência na parte de dentro do polegar, faça o movimento de fecha-lo.



1
Massa entre
o polegar e
o indicador

2
Fechando
o polegar
contra
o indicador

Figura 20 – Manual de utilização, página 12

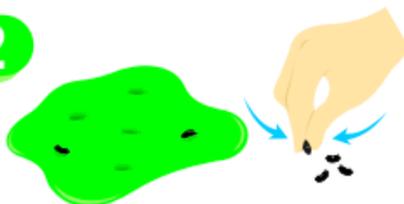
Movimento de pinça

Exercício 1

Utilizando grãos de feijão, com a massa aberta sobre a mesa, faça moldes do tamanho do grão, os retire e após tente encaixar no molde.

1

Moldando a massa com o grão

2

Segurando grão com movimento de pinça

3

Encaixando no molde

12

Fonte: o Autor (2017)

Figura 21– Manual de utilização, página 13

Preensão

Exercício 1

Com a massa vermelha, segurar com as duas mãos e puxe, depois enrole e puxe novamente.

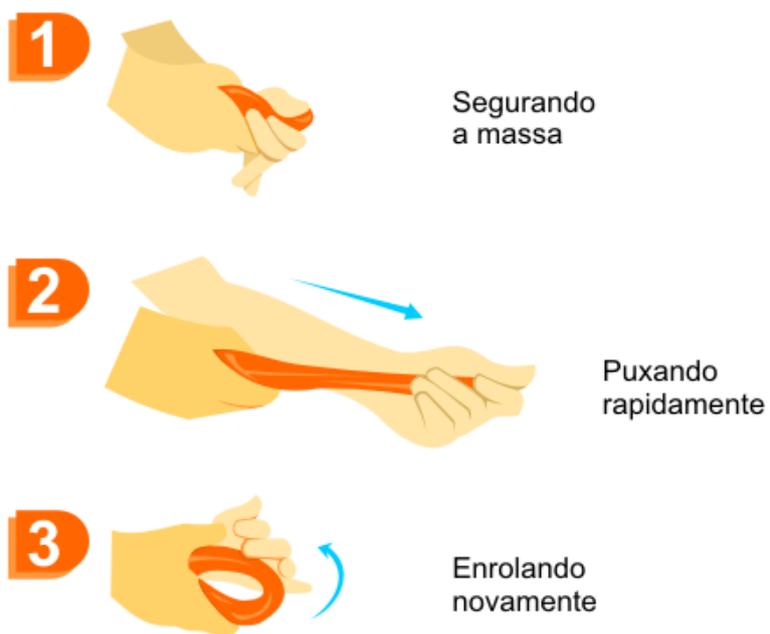


Figura 22 – Manual de utilização, página 14

Movimento de desvio ulnar

Exercício 1

Com a massa aberta sobre uma mesa, de forma que crie uma resistência para o lado **direito**, realizar o movimento com o punho nessa direção

1

Dedos juntos sobre a massa

2

Movimento para a direita

OBS. A direção do movimento depende da mão a ser trabalhada:

Mão direita, movimento para a **direita**;

Mão esquerda, movimento para a **esquerda**.

Figura 23 – Manual de utilização, página 15

Movimento de desvio radial

Exercício 1

Com a massa aberta sobre uma mesa, de forma que crie uma resistência para o lado **esquerdo**, realizar o movimento com o punho nessa direção.

1

Dedos juntos
sobre a massa

2

Movimento
para a esquerda

OBS. A direção do movimento depende da mão a ser trabalhada:

Mão direita, movimento para a **esquerda**;

Mão esquerda, movimento para a **direita**.

Figura 24 – Manual de utilização, página 16

Movimento de prono supinação

Exercício 1

Com a massa em forma de **rosca**, prenda-a em algum suporte, segure com a mão e realize o movimento de **rodar** o punho.



16

Fonte: o Autor (2017)

Figura 25 – Manual de utilização, página 17

Movimento de flexão dos punho

Exercício 1

Com a massa presa em um suporte, realize o movimento de levantar o punho com a palma da mão voltada para cima.

1

Segurando massa
com palma para cima

2

Levantando
o punho

Figura 26 – Manual de utilização, página 18

Movimento de extensão de punho

Exercício 1

Com a massa presa em um suporte, realize o movimento de levantar o punho com a palma da mão voltada para **baixo**.

1

Segurando massa
com palma para baixo

2

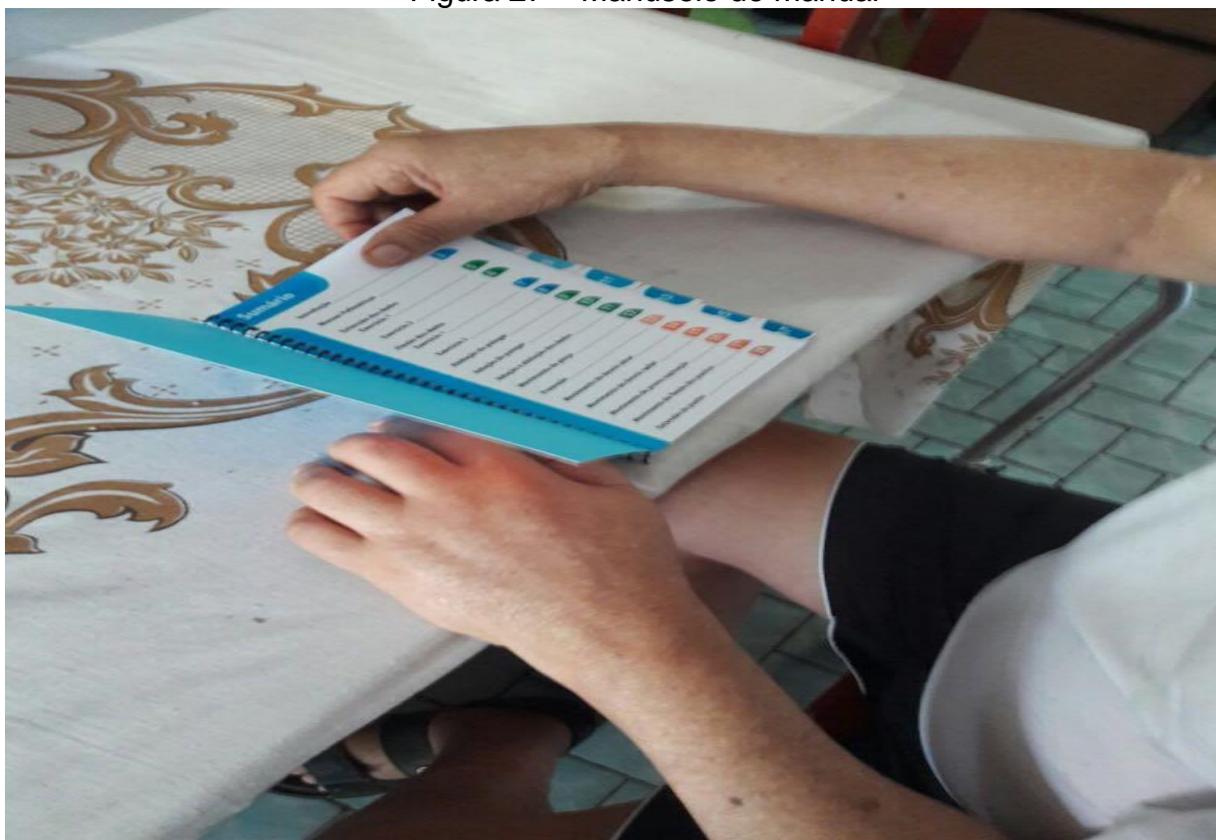
Levantando
o punho

7.3 Considerações sobre o uso do manual

Com intuito de testar o manuseio do manual, uma prévia do mesmo foi levado a um paciente com diagnóstico de AVC isquêmico, com hemiparesia a esquerda para que ele desse sua opinião quanto a facilidade ou não de passar as folhas e entender os desenhos e os textos.

A figura 27 mostra o paciente manuseando e lendo o sumário do manual. Segundo ele, o texto estava bem claro e de fácil entendimento, com exceção dos termos técnicos que são necessários porém não influenciam na realização dos exercícios, visto que nessa parte a linguagem está de forma leiga.

Figura 27 – Manuseio do manual



Fonte: O Autor (2017)

A figura 28 mostra o paciente manuseando as páginas pelas abas.

O que nos fez confeccionar o manual na vertical foi exatamente a facilidade no manuseio com as abas neste tamanho. Se o manual fosse confeccionado na horizontal as abas teriam que ser menores, o que dificultaria a passagem das páginas. Neste teste

ficou provado isso. O paciente relatou que a passagem das páginas foi facilitada pelas abas.

Figura 28 – Manuseio do manual



Fonte: O Autor (2017)

8. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, é possível concluir que:

- A análise termogravimétrica demonstrou a ocorrência de 4 eventos distintos de perda de massa para cada uma das massas analisadas. As massas verde clara e verde escura apresentaram comportamento de termodegradação bastante semelhantes, com presença de um único polímero compondo a borracha de silicone, além de carga mineral e compostos emolientes;
- Quanto à massa vermelha, os resultados da análise térmica indicam que há um segundo polímero compondo a borracha de silicone, que apresenta um maior teor de reticulação das cadeias;
- Os ensaios de absorção de água demonstraram que o material absorve quantidades inferiores a 3% de água, sugerindo que os aditivos utilizados na formulação das massas são parcialmente higroscópicos.
- No que diz respeito ao manual de utilização, este é de extrema importância no empoderamento do paciente sobre seu tratamento, visto que o paciente é uma peça importante na sua reabilitação e com esse manual ele pode seguir as orientações dadas pelo fisioterapeuta para realizar os exercícios em casa.

9. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- Obter informações acerca da estrutura química dos silicones utilizando Espectrometria de Infravermelho e Ressonância Magnética Nuclear;
- Determinar os aditivos e suas respectivas proporções por meio de Espectroscopia de Energia Dispersiva;
- Obter composições com polímeros de silicone e avaliar suas propriedades;

10. REFERÊNCIAS

- American Society for Testing and Materials – ASTM. **ASTM D570-98 – Standard Test Method for Water Absorption of Plastics**. West Conshohocken: ASTM, 2010.
- BRINTON, L.A.; LUBIN, J.H.; BURICH, M.C.; COLTON, T.; BROWN, S.L.; HOOVER, R.N. Breast cancer following augmentation mammoplasty. **Cancer Causes Control**, 11(9):819-27, 2000.
- CLARSON, S.J.; OWEN, M.J.; SMITH, S.D.; VAN DYKE, M.E. **Advances in silicones and silicone-modified materials**. Oxford USA Professional, 312p., ISBN 90841225591, 2012
- COLAS, A. **Silicones in Pharmaceutical Applications**. Dow Corning Healthcare Industries, 2007. Disponível em <http://www.dowcorning.com/content/publishedlit/51-993a-01.pdf> (acesso em 05/2017)
- DRAKE, R. L.; **Gray's Anatomia clínica para estudantes**; Editora Elsevier; 3ª edição, 2015
- ECETOC - **European Centre for Ecotoxicology of Chemicals: Linear polydimethylsiloxanes**, 2011. Disponível em <http://www.ecetoc.org/wp-content/uploads/2014/08/JACC-055-Linear-Polydimethylsiloxanes-CAS-No.-63148-62-9-Second-Edition.pdf>. Acesso em 04/2017.
- HALL, S.J. **Biomecânica Básica**. Ed. Manole, 5ª ed., 2009.
- HEILEN, W. **Silicone resins and their combinations**. Vicentz, ISBN 3878707940, 2005.
- ISENMANN, A. **Silicones: síntese, propriedades e usos**. 2015. Disponível em: http://www.timoteo.cefetmg.br/site/sobre/cursos/quimica/repositorio/artigos/arg/Silicones_02-2015.pdf. Acesso em: 18 de janeiro de 2016.
- KELLER, M.W.; WHITE, S.R.; SOTTOS, N.R. Torsion Fatigue Response of Self-healing Polydimethylsiloxane Elastomers. **Polymer** (49), p. 3136-3145. 2008
- MARQUES, E. C.; **Anatomia e Fisiologia Humana**; Ed. Martinari. 2ª ed., 2015.
- MCLAUGHLIN, J.K.; NYRÉN, O.; BLOT, W.J.; YIN, L.; JOSEFSSON, S.; FRAUMENI, J.F.; ADAMI, H.O. Cancer risk among women with cosmetic breast implants: a population-based cohort study in sweden. **J. Nat. Cancer Inst.** 90 (2):156, 1998.

MELLEMKJAER, L.; KJOLLER, K.; FRIIS, S.; MCLAUGHLIN, J.K.; HOGSTED, C.; WINTHER, J.F.; BREITING, V.; KRAG, C.; KRUGER-KJAER, S.; BLOT, W.J. OLSEN, J.H. Cancer occurrence after cosmetic breast implantation in Demark. **Int. J. Cancer**, v.88, p. 301, 2000.

MOORE, K. L.; DELLEY, A. F.; AGUR, A.M. R. **Anatomia orientada para a clínica**, ed guanabara Koogan; 2010; 6a edição

MYERS, T. W. **Trihos anatômicos: Meridianos miofasciais para terapeutas manuais e do movimento**; Ed. Manole; 3ª edição, 2017.

NETTER; **Atlas de Anatomia Humana**; Elsevier; 6ª edição, 2015

OWEN, M.J.; FITZGERALD, J.J. **Synthesis and properties of silicones and silicone-modified materials**. Oxford USA Professional, 401p., ISBN 0841238049, 2003.

RATNER, B.D.; HOFFMAN, A.S.; SCHOEN, F.J.; LEMONS, J.E. **Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine**. Academic Press, 3rd ed, 2004.