

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

Defesa de dissertação.

Aluno: José Augusto do
Nascimento Neto.

Orientador: Prof. Dr. Bruno
Chaboli Gambarato

INTRODUÇÃO

- A massa polimérica é de muita utilidade na recuperação funcional, seja por fratura, pós-operatório, imobilização ou acometimento por patologias neurológicas.

INTRODUÇÃO

A resistência das massas se diferencia de acordo com suas cores:

- Verde escura: maior resistência
- Verde Clara: menor resistência
- Vermelha: Possui “memória”



INTRODUÇÃO

Esse trabalho se propõe a otimizar a aplicação do material através do manual de uso e conhecer suas características.

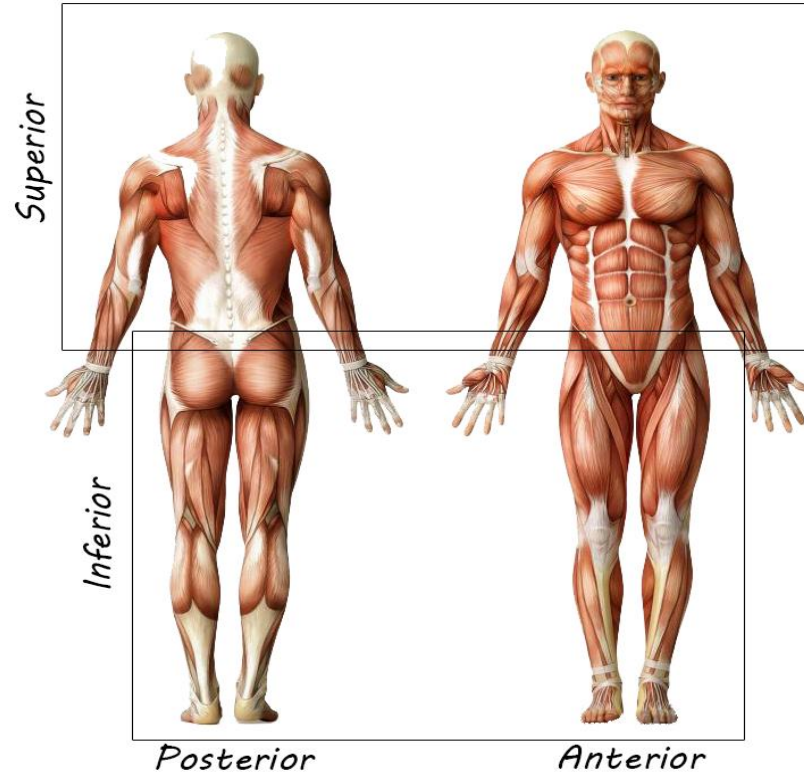
OBJETIVOS

- Objetivo Geral:
 - Obter informações acerca da composição da massa polimérica para tratamento fisioterapêutico de mão.
 - Elaborar um manual de uso para este produto.

OBJETIVOS

- Objetivo Específico:
 - 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

ANATOMY



ANATOMIA

- 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.

ANATOMIA

- Anatomia sistêmica

É o estudo dos sistemas que atuam em conjunto para serem realizadas funções mais complexas.

ANATOMIA DA MÃO

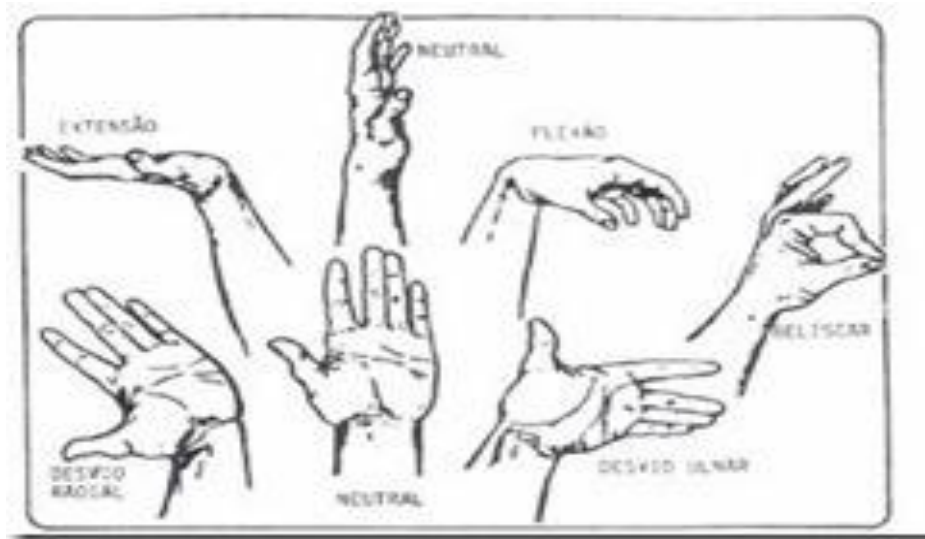
A mão faz parte do membro superior distal ao antebraço. O punho situa-se na junção da mão com o antebraço, assim como mostra a figura a seguir.



Fonte: HALL (2009)

Anatomia da Mão

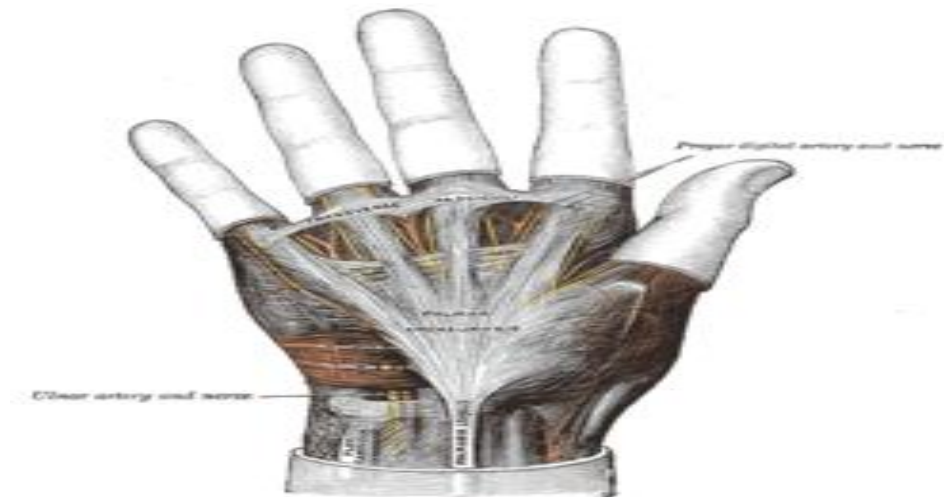
- Movimentos



Fonte: DRAKE (2015)

ANATOMIA DA MÃO

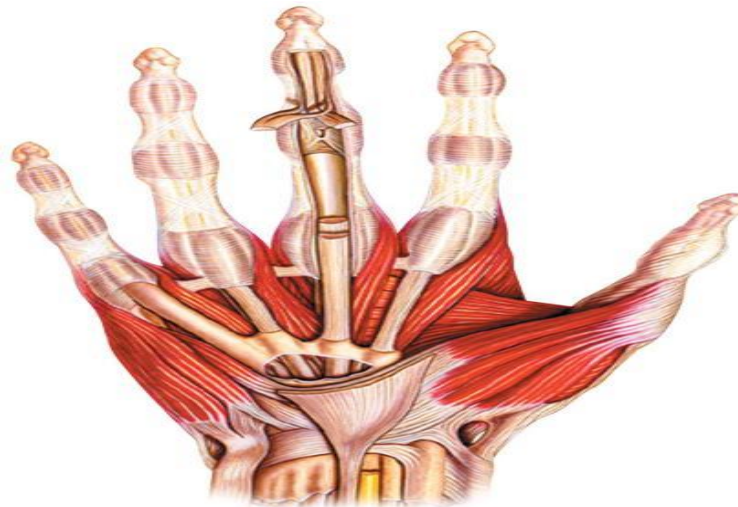
- Fáscia palmar



Fonte: NETTER (2015)

ANATOMIA DA MÃO

- Músculos e tendões



Fonte: NETTER 2015

ANATOMIA DA MÃO

- Tendões profundos: Lumbricais



Fonte: NETTER 2015

ANATOMIA DA MÃO

- Artérias



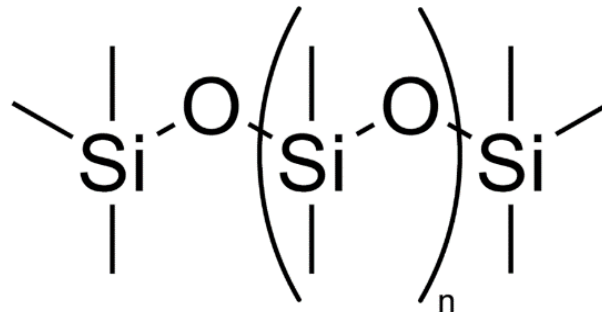
Fonte: NETTER 2015

SILICONE

O silicone foi criado em 1901 por Kipping, que descreve novos compostos de fórmula bruta e que foram identificados como polímeros. (ISENMANN, 2015).

SILICONE

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



Fonte: OWEN e FITZGERALD (2003)

SILICONE

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.

SILICONE

- 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).

SILICONE

- Propriedades físico-químicas

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).

SILICONE

- Toxicologia

Devido a sua alta massa molar, não são absorvidos pelo trato gastrointestinal e pela pele, e são excretados sem modificação.

SILICONE

Epidemiologia

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).

SILICONE

- 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Materiais

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi escolhida a massa polimérica para tratamento fisioterapêutico de mão.

Foram avaliadas as seguintes massas:

- Verde Clara
- Vermelha
- Verde escura

MATERIAIS E MÉTODOS

- Métodos de caracterização
 - 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.
 - 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.

MATERIAIS E MÉTODOS

- Ensaaios 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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise Térmica

- Massas verde clara e verde escura: Foram observados 4 eventos.
- Massa vermelha: Foram observados de 3 eventos claros, porém pode ter ocorrido até 6 eventos

Durante a decomposição térmica, o número de eventos corresponde à quantidade de materiais que estão se decompondo ou estão sendo liberados durante o aquecimento.

Para o estudo foram considerados 4 eventos em cada massa

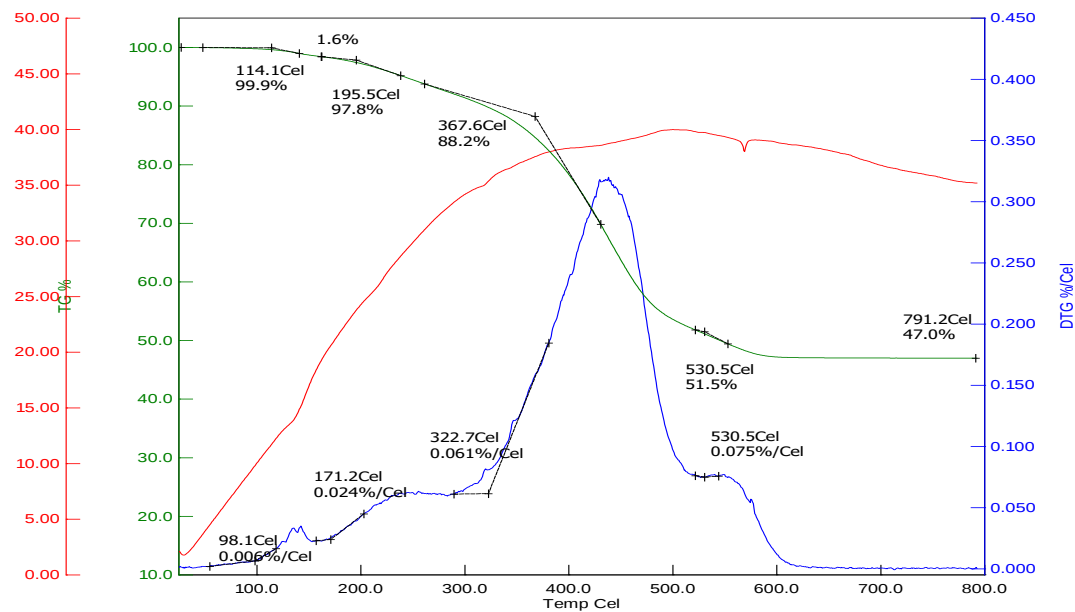
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise térmica

As Figuras a seguir exibem os resultados obtidos na análise térmica para cada amostra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

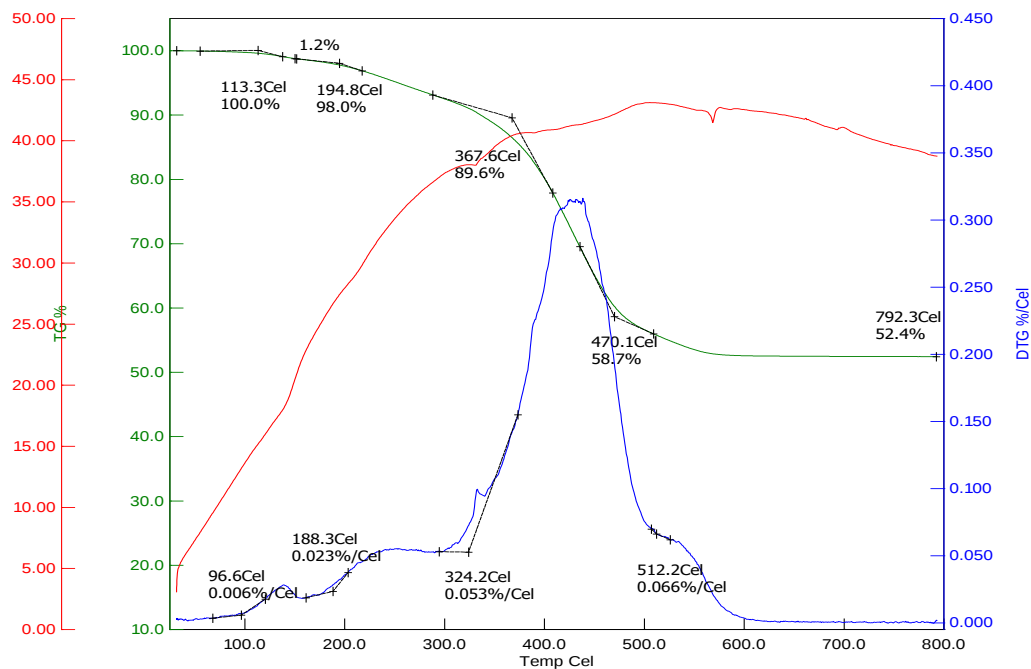
Termograma da massa verde clara



Fonte: O Autor (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

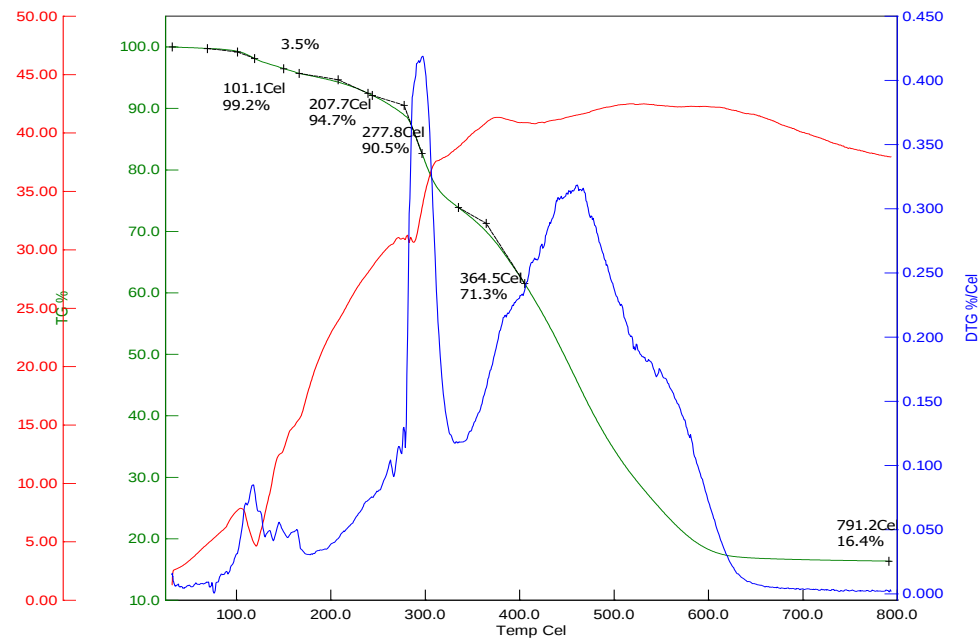
Termograma da massa verde escura



Fonte: O Autor (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

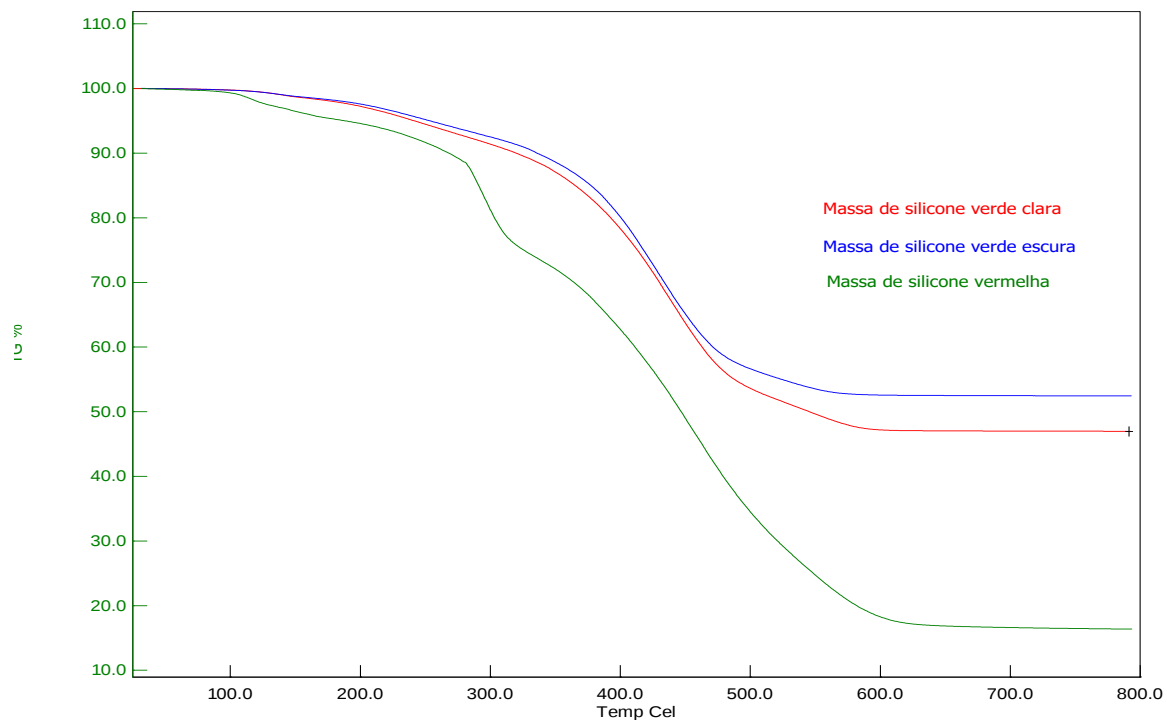
Termograma da massa vermelha



Fonte: O Autor (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Curvas de termogravimetria das 3 massas



Fonte: o Autor (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1º Evento: Perda de água e solventes.

- Verde escura: 1,2%
- Verde clara: 1,6%
- Vermelha: 3,4%

2º Evento: Composto de baixa massa molar. Emolientes. Óleos

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3º Evento: Degradação do polímero principal.

4º Evento:

- Massas verde clara e verde escura - Cargas/Materiais inorgânicos
- Massa Vermelha – Segundo polímero

RESULTADOS E DISCUSSÃO

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

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No caso da massa vermelha, o quarto evento ocorre em temperaturas mais baixas (onset de $364,5^{\circ}\text{C}$), o que sugere a ocorrência de um segundo polímero, que se degrada em temperaturas mais elevadas. Este comportamento também pode estar associado à presença de um maior teor de reticulação das cadeias poliméricas na massa vermelha, fato que corrobora a propriedade exibida pelo material denominada 'memória', que torna o material mais resistente à medida em que é dobrado e tracionado repetidas vezes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Absorção de água

Tabela 3 – Resultados dos ensaios de absorção de água

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

Fonte: O Autor (2017)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Absorção de água

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.

Manual de uso

- PIC - Projeto de iniciação científica
- Grupo Focal

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

- Alteração na orientação

Manual de uso

- Entrevista

Participaram 6 pacientes.

- 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

Manual de uso

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

Manual de uso

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

Manual de uso

Flexão dos Dedos

Exercício 1

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



Punho em extensão



Fechando os dedos

Manual de uso

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

Manual de uso

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

Manual de uso

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

Manual de uso

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

Manual de uso

Preensão

Exercício 1

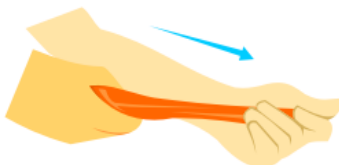
Com a massa vermelha, segurar com as duas mãos e puxe, depois enrole e puxe novamente.

1



Segurando a massa

2



Puxando rapidamente

3



Enrolando novamente

13

Manual de uso

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**.

Manual de uso

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**.

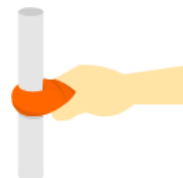
Manual de uso

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.

1



Segurando massa enroscada

2



Rodando o punho no sentido anti - horário

3



Rodando o punho no sentido horário

Manual de uso

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

Manual de uso

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

Conclusões

- 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 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.

Conclusões

- 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.