

AFFONSO CELSO KULEVICZ DA SILVA

**ESTUDO BIOMECÂNICO DA PREENSÃO MANUAL EM ATLETAS DE
DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS**

FLORIANÓPOLIS - SC

2006

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DESPORTOS – CEFID
COORDENADORIA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO
MOVIMENTO HUMANO**

AFFONSO CELSO KULEVICZ DA SILVA

**ESTUDO BIOMECÂNICO DA PREENSÃO MANUAL EM ATLETAS DE
DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS**

Dissertação apresentada à banca examinadora do mestrado em ciências do movimento humano da Universidade do estado de santa Catarina, como requisito para a obtenção do título Mestre.

Orientador: Dr^a. Susana Cristina Domenech

FLORIANÓPOLIS – SC

2006

AFFONSO CELSO KULEVICZ DA SILVA
ESTUDO BIOMECÂNICO DA PREENSÃO MANUAL EM ATLETAS DE
DIFERENTES MODALIDADES ESPORTIVAS

Dissertação aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre, no programa de pós-graduação do curso de mestrado em Ciências do Movimento Humano da Universidade do Estado de Santa Catarina.

Banca examinadora:

Orientadora:

Dr. Susana Cristina Domenech
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Dr. José Marques Novo Jr.
Universidade Federal de Juiz de Fora

Membro:

Dr. Milton José Cinelli
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Dr. Fernando Roberto de Oliveira
Universidade do Estado de Santa Catarina

Membro:

Dr. Ruy Jornada Krebs
Universidade do Estado de Santa Catarina

FLORIANÓPOLIS, Agosto de 2006

Dedico este trabalho a minha mãe, meu pai, meu irmão e a toda minha família. E a todas as outras pessoas que eu amo. Obrigado pelos diversos momentos agradáveis que me proporcionaram.

AGRADECIMENTOS

No término de um trabalho, onde diversas pessoas fizeram parte e tiveram sua contribuição para que se tornasse concreto, não há como esquecer-las sem um eterno agradecimento. Dentre as pessoas que me ajudaram, seja com um apoio, com ajuda intelectual, física ou qualquer outro tipo de ação que cada um considera como um ato de cooperação, gostaria de iniciar meus agradecimentos àquelas que foram de enorme importância na minha formação acadêmica, que são os professores.

Muitos professores me ensinaram ou então me ajudaram a enxergar certas peculiaridades da vida. Dentre estes professores, cada um teve sua contribuição no meu aprimoramento pessoal. Aprimoramento este, que será carregado na minha memória com muito carinho e atenção.

Alguns professores tiveram uma participação especial no decorrer do mestrado, por estarem mais presente no meu dia-a-dia, ou então presentes em ocasiões especiais que tive a felicidade de ter presenciado. Estes professores são: Dr^a Susana Cristina Domenech, Dr. Noé Gomes Borges Jr., Dr. Ruy Jornada Krebs, Dr. Fernando Roberto de Oliveira, Dr. José Marques Novo Jr., Dr. Michel Dabonneville. Os quais agradeço e reverencio pela sua sabedoria e pela arte de ensinar e orientar os aprendizes, tanto academicamente, quanto na vida que nos cerca.

Outras pessoas que me auxiliaram e sem elas seria muito mais difícil percorrer o caminho acadêmico, foram os amigos pesquisadores e estudantes do CEFID. Yoshimasa (muito obrigado por toda sua ajuda no projeto, você foi essencial para que tudo ocorresse corretamente), Alex (me deu maior força nos equipamentos e na programação do Scilab), Adriano Lima e Silva (uma

pessoa admirável, com um ótimo coração e que me deu uma ajuda enorme no início do projeto), Tony Charles, Vitor, Daniela, Jonathan, Ana, Tatiane, George, Alessandro e a todos outros amigos que acompanharam o percurso ao longo do mestrado.

Agradeço a todos irmãos do coração, que me nas horas vagas estamos juntos para nos divertimos e darmos boas risadas. Agradeço enormemente à minha namorada, Débora, que junto comigo me acompanhou, ajudou, incentivou, você é essencial na minha vida, foi uma dádiva divina te conhecer.

E com todo o amor que tenho, agradeço a minha família. A minha mãe, Ligia, ao meu pai, Celso e meu irmão, Gabriel companheiros de vida, os quais sou eternamente grato e feliz por estar vivendo ao lado deles.

Ao observar a delicadeza de uma dama com suas mãos, seus gestos sutis e disciplinados, vejo o quanto as mãos demonstram.

Ao ver um *luthier*, com suas mãos hábeis e precisas, construir um instrumento capaz de emitir sentimentos através da sua bela sonoridade, vejo o quanto as mãos constroem.

Quanto a assistir horrorizado por entre meus dedos, a cena de um apertar de botão, de uma mão de quem quer destruir vidas em busca de poder, vejo o quanto as mãos destroem.

Mas ao presenciar uma conversa de surdos e mudos, com seus gestos e expressões, comunicando os mais íntimos sentimentos, as vezes indescritíveis através de palavras emitidas pelas nossas bocas, vejo o quanto as mãos se comunicam.

Ah... se as mãos tivessem como principal função demonstrar compaixão... aí sim gostaria de ver o quanto as mãos são úteis e belas.

Affonso C. K. da Silva

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE GRÁFICOS	12
LISTA DE TABELAS.....	14
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS.....	17
RESUMO.....	20
ABSTRACT	21
1 INTRODUÇÃO	22
1.1 O PROBLEMA DA PESQUISA	22
1.2 JUSTIFICATIVA	24
1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS E VARIÁVEIS	27
1.3.1 Definição de termos.....	27
1.3.2 Definição de variáveis	28
1.3.2.1 Variáveis independentes do estudo	28
1.3.2.2. Variáveis dependentes do estudo	28
1.4 OBJETIVOS	32
1.4.1 Objetivo geral	32
1.4.2 Objetivos específicos.....	33
1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	32
1.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO.....	32
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	36

2.1 A MÃO	36
2.1.1 Anatomia da mão.....	37
2.1.1.1 Ossos da mão.....	37
2.1.1.2 Articulações da mão	38
2.1.1.3 Arcos da mão.....	39
2.1.1.4 Nervos e suprimento sanguíneo.....	40
2.1.1.5 Músculos da mão	41
2.2 PREENSÃO MANUAL	45
2.2.1 Tipos de preensão	48
2.3 FORÇA DE PREENSÃO.....	51
2.3.1 Testes de avaliação da força de preensão manual	54
2.3.2 Empunhadura da preensão.....	55
2.3.3 Fadiga da musculatura de preensão	56
2.3.4 Dinamômetros e estudos de medição da força de preensão da mão.....	61
3 METODOLOGIA.....	65
3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO	65
3.2 INDIVÍDUOS DO ESTUDO	65
3.3 INSTRUMENTAÇÃO	66
3.3.1 Descrição do instrumento	66
3.3.2 Funcionamento do dinamômetro	67
3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA	68
3.4.1 Posição do sujeito durante a coleta de força de preensão manual	69
3.4.2 Teste de preensão manual isométrico contínuo	70
3.4.2.1 Considerações sobre as curvas de força vs tempo no teste de preensão manual isométrico contínuo.....	
3.4.3 Teste de preensão manual intervalar.....	
3.4.3.1 Considerações sobre as curvas de força vs tempo no teste de preensão manual intervalar.....	
3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO	82
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
4.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE PREENSÃO MANUAL EM CADA MODALIDADE ESPORTIVA E EM NÃO ATLETAS	86
4.1.1 Análise descritiva dos valores de força em instantes determinados	88
4.1.2 Testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos.....	93
4.1.3 Análise descritiva dos valores de decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização	97

4.1.4 Testes de comparação dos valores de decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos	99
4.1.5 Testes de comparação dos valores das variáveis biomecânicas entre mão dominante e mão não dominante.....	102
4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE PREENSÃO MANUAL EM ATLETAS E EM NÃO ATLETAS.....	108
4.2.1 Análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores de força em instantes determinados.....	110
4.2.2 Análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores do decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização	119
5 CONCLUSÕES.....	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	135
ANEXO 1 – Questionário e formulário de avaliação utilizados nas coletas de dados dos sujeitos da pesquisa.....	142
ANEXO 2 - Certificado do comitê de ética em pesquisa com seres humanos da UDESC.....	143
ANEXO 3 – Valores do valor padronizado de assimetria ($VP_{ASSIMETRIA} = \text{assimetria/erro padrão da assimetria}$) e valor padronizado de curtose ($VP_{CURTOSE} = \text{curtose/erro padrão da curtose}$) obtidos no teste de normalidade de shapiro-wilk para as variáveis dos grupos de atletas e não atletas nos testes contínuo e intervalar	143
ANEXO 4 – Valores de média e desvio padrão em kgf das variáveis analisadas no teste contínuo e intervalar para os grupos de atletas e não atletas	151

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Estrutura óssea da região dorsal da mão direita (FRANK NETTER, Atlas digital interativo de anatomia clínica) 38
- Figura 2** Os três arcos do esqueleto da mão (visão médio-lateral) (BARR e BEAR-LEHMAN, 2001)..... 40
- Figura 3** Estruturas internas das mãos: A) dedos e palma da mão; B) palma da mão e punho. (Atlas digital interativo de anatomia clínica - FRANK NETTER) 444
- Figura 4** Ilustrações de uma mão de um ancestral humano *Australopithicenes* (à esquerda) e a de um macaco(à direita). (Disponível em: www.home.eol.ca/~cumulus/Chimp/4.htm.)..... 466
- Figura 5** Classificação de preensão segundo Schlesinger: a) preensão em gancho ou alça; b) preensão de ponta; c) preensão cilíndrica; d) preensão esférica; e) preensão de mão fechada; f) preensão lateral e g) preensão palmar. (Fonte: Lehmkuhl e Smith, 1987) 50
- Figura 6** Situações de trabalho onde é realizada a força de preensão por um determinado período de tempo. (Disponível em: www.mtas.es/insht/ntp/ntp_239.htm e http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/por_un_desarrollo_sostenible/newsid_2234000/2234638.stm). 58
- Figura 7** Dinamômetros comerciais: a) Jamar[®]; b) HGD[®]; c) Qubit[®] d) Smedley[®]; e) Dynex[®]. (Fontes: a) www.sportstek.net; b) www.physed.ca; c) www.bpp2.com; d) www.qubitsystems.com; e) www.spaceflight.esa.int). 62
- Figura 8** Dinamômetro manual com variação da empunhadura..... 67
- Figura 9** Posicionamento do sujeito durante a coleta com o auxílio do avaliador na manutenção do dinamômetro..... 70

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1** Curvas genéricas de força de preensão manual obtidas a partir de teste de preensão manual: A) isométrico contínuo; B) intervalar; C) demonstração das variáveis ($F_{\text{máx}}$, P_{estab} e F_{final}) na curva de ajuste. 31
- Gráfico 2** Visualização do decréscimo da força de preensão manual, com ampliação em um determinado intervalo de tempo, em uma curva de preensão manual genérica 32
- Gráfico 3** Diferenças temporais relacionadas ao: (a) tempo para atingir a força máxima; b) início da contração muscular; (c) final da contração muscular em curvas de preensão manual genéricas. 76
- Gráfico 4** Curvas da força de preensão (mediana) vs tempo obtidas em teste de força de preensão contínuo para atletas (mão dominante) com diferentes tipos de ajuste de curva: a) exponencial de 1º ordem (Exp 1º); b) exponencial de 2º ordem (Exp 2º); c) exponencial de 3º ordem (Exp 3º); d) polinomial de 1º ordem (Poli 1º); e) polinomial de 2º ordem (Poli 2º); f) polinomial de 3º ordem (Poli 3º); g) polinomial de 4º ordem (Poli 4º); h) polinomial de 5º ordem (Poli 5º). 77
- Gráfico 5** Curvas da força de preensão (mediana) vs tempo obtidas em teste de força de preensão intervalar para atletas (mão dominante) com diferentes tipos de ajuste de curva: a) exponencial de 1º ordem (Exp 1º); b) exponencial de 2º ordem (Exp 2º); c) exponencial de 3º ordem (Exp 3º); d) polinomial de 1º ordem (Poli 1º); e) polinomial de 2º ordem (Poli 2º); f) polinomial de 3º ordem (Poli 3º); g) polinomial de 4º ordem (Poli 4º); h) polinomial de 5º ordem (Poli 5º). 84
- Gráfico 6** Valores de força (mediana) em instantes determinados: A) mão dominante; B) mão não-dominante para cada grupo avaliado no teste de preensão manual contínuo 93
- Gráfico 7** Valores de força (mediana) em instantes determinados: A) mão dominante; B) mão não-dominante para cada grupo avaliado no teste de preensão manual intervalar 94
- Gráfico 8** Valores de força (mediana) em instantes determinados para: A) atletas de Jiu-jitsu; B) atletas de Judô; C) atletas de Remo; D) atletas de Aikidô; E) não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de preensão manual contínuo 104

Gráfico 9 Valores de força (mediana) em instantes determinados para: A) atletas de Jiu-jitsu; B) atletas de Judô; C) atletas de Remo; D) atletas de Aikidô; E) não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de preensão manual intervalar..... 107

Gráfico 10 Valores de força (mediana) em instantes determinados para o grupo de atletas e não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de preensão manual: A) contínuo; B) intervalar.....119

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Articulações da mão (PALASTANGA, FIELD e SOAMES, 2000).....	40
Tabela 2 Músculos responsáveis pelos movimentos da mão. (MIRANDA, 2000).....	42
Tabela 3 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo obtidos em teste de preensão manual contínuo nos grupos: exponencial de 1º ordem (Exp 1º), exponencial de 2º ordem (Exp 2º), exponencial de 3º ordem (Exp 3º), polinomial de 1º ordem (Poli 1º), polinomial de 2º ordem (Poli 2º), polinomial de 3º ordem (Poli 3º), polinomial de 4º ordem (Poli 4º), polinomial de 5º ordem (Poli 5º).	78
Tabela 4 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo (regressão exponencial de terceira ordem) obtidos em teste de preensão manual contínuo para cada sujeito	76
Tabela 5 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo obtidos em teste de preensão manual intervalar nos grupos: exponencial de 1º ordem (Exp 1º), exponencial de 2º ordem (Exp 2º), exponencial de 3º ordem (Exp 3º), polinomial de 1º ordem (Poli 1º), polinomial de 2º ordem (Poli 2º), polinomial de 3º ordem (Poli 3º), polinomial de 4º ordem (Poli 4º), polinomial de 5º ordem (Poli 5º).	82
Tabela 6 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo (regressão exponencial de terceira ordem) obtidos em teste de preensão manual intervalar para cada sujeito.....	81
Tabela 7 Valores de p (probabilidade de significância) obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para cada modalidade esportiva e para não atletas em teste de preensão manual contínuo. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).	87
Tabela 8 Valores de p (probabilidade de significância), obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para cada modalidade esportiva e para não atletas em teste de preensão manual intervalar. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).	90
Tabela 9 Valores de força (mediana) em instantes determinados para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual contínuo	91

Tabela 10 Valores de força (mediana) em instantes determinados para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual intervalar	92
Tabela 11 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual contínuo	96
Tabela 12 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual contínuo	95
Tabela 13 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual intervalar	96
Tabela 14 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual intervalar	96
Tabela 15 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para cada grupo avaliado no teste de preensão manual contínuo	98
Tabela 16 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para cada grupo avaliado no teste de preensão manual intervalar	100
Tabela 17 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual contínuo	101
Tabela 18 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual contínuo	101
Tabela 19 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual intervalar	102
Tabela 20 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual intervalar	102
Tabela 21 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual contínuo	103
Tabela 22 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual intervalar	106
Tabela 23 Valores de p obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para atletas e não atletas em testes de preensão manual contínuo e	

intervalar. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal). 109

Tabela 24 Valores de força (mediana) em instantes determinados para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar. 110

Tabela 25 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar 112

Tabela 26 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar 113

Tabela 27 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar 121

Tabela 28 Valores de p no teste de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre mão dominante e não dominante para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar 122

Tabela 29 Valores de p no teste de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar 127

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

A....

a - coeficiente angular da reta

At - Atleta

ATP – Adenosina Trifosfato

ADP – Adenosina Difosfato

B...

b - coeficiente de proporção das variáveis x e y da reta

C...

c – Valor da ordenada y da reta para o qual a abscissa x é nula

CEFID - Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos

CMC – Articulações carpometacarpicas

D...

d - distância entre um ponto e uma reta

D – mão dominante

DFN - Decréscimo da força normalizada (%)

$D_{máx}$ – Distância máxima

E...

EI – Extremo inferior

ES – Extremo superior

F...

F_{final} - Força final (kgf)

$F_{m\acute{a}x.}$ - Força máxima (kgf)

F_{xs} – Força em um instante determinado no tempo (kgf)

$\%F$ – Decréscimo da força normalizada (%)

$\%F_{xs}$ – Decréscimo da força em um instante determinado no tempo (%)

G...

H...

Hz - Hertz

I...

J...

K...

L...

LABIN - Laboratório de Instrumentação

LIMOS - Laboratoire d'Informatique de Modelisation et Optimisation des Systèmes

M...

MCF- Articulações metacarpofalângicas

min - minutos

N...

NAt – Não atleta

ND – mão não-dominante

O...

P...

p – probabilidade de significância

$P_{estab.}$ - Ponto de estabilização (s)

Q...

Q25 – Quartil 25%

Q75 – Quartil 75%

R...

S...

s - segundos

T...

U...

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

V...

X...

x - eixo das abscissas

Y...

y - eixo das ordenadas

Z...

α – nível de significância

$\varnothing_{ext}$ - Diâmetro externo(mm)

$\varnothing_{int}$ - Diâmetro interno(mm)

® - Marca registrada

° - Graus

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA- UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DESPORTOS – CEFID
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

RESUMO

A força de preensão manual pode ser determinante em situações específicas de certas modalidades esportivas. O presente trabalho consistiu em analisar variáveis biomecânicas da preensão manual em testes de manutenção da força isométrica contínua e intervalar máximas, em atletas que utilizam este movimento na prática esportiva e em indivíduos não atletas. Pretendeu-se comparar as diferenças nas características entre os grupos, entre mão dominante (MD) e não dominante (MND) e em cada teste, de forma a identificar parâmetros que fornecessem informações quantitativas em relação ao desempenho e metodologia de treino, nas diferentes modalidades esportivas. Cinquenta sujeitos do sexo masculino, 29 atletas das modalidades de aikidô (AI), jiu-jitsu (JJ), judô (JU) e remo (RE) e 21 não atletas (NA) participaram do estudo. O teste de preensão contínuo (TC) consistiu na manutenção da força isométrica máxima durante 2 minutos, e o teste intervalar (TI), na realização de contrações musculares máximas a cada 1 segundo (1Hz), durante 4 minutos. Analisaram-se: força máxima; força medida em instantes determinados, força final, percentual do decréscimo normalizado da força e ponto de estabilização da curva de força. Os maiores valores de força foram observados no grupo JJ, independentemente do teste realizado. Nos testes de comparação entre grupos de diferentes modalidades esportivas, foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nas variáveis: $F_{máx}$, F_{15s} , F_{30s} (MD, TC); F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , F_{90s} , $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} (MD, TI) e $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{180s} , F_{210s} (MND, TI) entre os NA e JJ, bem como nas variáveis $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} (MND, TC) entre NA, AI e JJ. Adicionalmente, observaram-se diferenças estatisticamente significativas entre MD e MND nas variáveis: F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} (TC, JJ); F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , $\%F_{9s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (TC, JU); $\%F_{9s}$ (TC, RE); $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{90} , F_{final} (TC, AI); F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, P_{estab} (TI, JJ); $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} , F_{final} , $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, P_{estab} (TI, JU); F_{210s} , F_{final} (TI, RE). Comparando-se o grupo NA e todos os atletas juntos em um grupo (AT) foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em todas as variáveis de força para a MD (independentemente do tipo de teste) e nas variáveis: $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} e F_{30s} (MND, TC); $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} e F_{90s} (MND, TI); $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (MD, TC); $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$ (MND, TC), $\%F_{90s}$, $\%F_{150s}$, $\%F_{180s}$ (MD, TI); $\%F_{210s}$ (MND, TI). Nstes dois grupos, constataram-se diferenças entre MD e MND nas variáveis: $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (TC, AT); $\%F_{total}$, $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{final} (TC, NA); $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , F_{90s} , $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} , F_{final} , $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$ (TI, AT); $F_{máx}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{114,330s}$, $\%F_{150s}$ (TI, NA). Foi observado um melhor desempenho de força dos atletas na contração muscular intervalar, mostrando ser mais adequada aos esportes avaliados. As diferenças encontradas entre mãos nos atletas em ambos os testes indicam ser necessário um trabalho de compensação muscular. Os valores de decréscimo de força podem determinar o tempo de fadiga muscular na preensão e fazer parte da estratégia de competição dos atletas.

PALAVRAS-CHAVE: Biomecânica, Preensão manual, Dinamômetro.

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA- UDESC
CENTRO DE EDUCAÇÃO FÍSICA, FISIOTERAPIA E DESPORTOS – CEFID
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO

ABSTRACT

Handgrip can be decisive for certain sports in specific situations. This work constitutes an analysis of handgrip biomechanic variables in tests for maintaining continuous isometric and maximum interval strength in athletes that use this movement in their sport and in non-athletes. The intention is to compare the differences in characteristics among the groups, between dominant hand (DH) and non-dominant hand (NDH) in each test, in a way that identifies parameters that supply quantitative information concerning performance and training methodology, in the different kinds of sports. Participants in the study included fifty male subjects: 29 athletes that practice aikido (AI), jujutsu (JJ), judo (JU) and rowing (RO), and 21 non-athletes. The test for continuous handgrip (CT) consisted of maintaining maximum isometric force for 2 minutes, and the interval test (IT), maximum muscle contractions every 1 second (1Hz) for 4 minutes. The analysis was of maximum strength, strength measured at determined moments, final strength, percentage of normalized strength decrease and stabilization point of the strength curve. The highest levels of strength were observed in the JJ group, regardless of which test was carried out. In the tests comparing the different sports, significant statistical differences had the variables of: F_{max} , F_{15s} , F_{30s} (DH, CT); F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , F_{90s} , $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} (DH, IT) and F_{max} , F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{180s} , F_{210s} (NDH, IT) between the NA and JJ, as well as the variables F_{max} , F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} (NDH, CT) among NA, AI and JJ. In addition, significant statistical differences were observed between DH and NDH having the variables: F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} (CT, JJ); F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , $\%F_{9s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (CT, JU); $\%F_{9s}$ (CT, RO); F_{max} , F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{90} , F_{final} (CT, AI); F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $P_{estab.}$ (IT, JJ); $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} , F_{final} , $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $P_{estab.}$ (IT, JU); F_{210s} , F_{final} (IT, RO). Comparing the NA group to all the athletes in just one group (AA) significant statistical differences were found in all the strength variables for DH (regardless of the type of test) and with the variables: $F_{max.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} e F_{30s} (NDH, CT); $F_{max.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} e F_{90s} (NDH, IT); $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (DH, CT); $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$ (NDH, CT), $\%F_{90s}$, $\%F_{150s}$, $\%F_{180s}$ (DH, IT); $\%F_{210s}$ (NDH, IT). These two groups showed differences between DH and NDH with the variables: $F_{max.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$ (CT, AA); $\%F_{total}$, F_{max} , F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{final} (CT, NA); $F_{max.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , F_{90s} , $F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} , F_{final} , $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$ (IT, AA); $F_{max.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , $\%F_{114,330s}$, $\%F_{150s}$ (IT, NA). The suitability for the interval muscular contraction was demonstrated by the athletes' superior performance in strength. The difference found between the athletes' hands in both tests indicates the necessity for work with muscular compensation. Strength decrease values can determine the time of muscular fatigue in handgrip and be part of the athlete's competition strategy.

KEY WORDS: Biomechanic, Handgrip, Dynamometer

1 INTRODUÇÃO

1.1 O PROBLEMA DA PESQUISA

Diversos esportes utilizam a mão como ferramenta para alcançar a vitória. A mão acaba sendo um instrumento do corpo humano utilizado em determinadas situações e modalidades, com movimentos de alto grau de habilidade, força, resistência muscular, que unidos permitem a obtenção de um bom resultado.

A força de preensão manual é muito exigida em determinadas modalidades esportivas, podendo ser um fator determinante no desempenho do atleta. A ocorrência da fadiga da musculatura responsável pela preensão manual em momentos decisivos pode resultar em um erro conduzindo o atleta à derrota.

O conhecimento do comportamento da força de preensão em atletas ainda não está muito aprofundado (FRANQUINI *et al* 2003; NICOLAY e WALKER, 2004). Não existem muitos bancos de dados com protocolos normalizados e validados que diferenciem o tipo e duração da contração muscular além de não diferenciarem entre os esportes, havendo registro de apenas algumas modalidades específicas (HENNIG e SCHNABEL, 1996; SCHNABEL e HENNIG, 1996; FRANQUINI *et al*, 2003). A construção de um banco de dados contendo informações sobre a força de preensão manual disponibilizaria informações que poderiam ser utilizadas por

educadores físicos e profissionais da saúde, na avaliação dos seus atletas durante a fase de treinamento, ou então até em testes de detecção de talentos.

O tipo de contração muscular também é diferenciado entre as modalidades. Porém, os protocolos de testes de força de preensão citados em literatura são em sua maioria isométricos (HAIDAR *et al*, 2004; NOVO Jr. *et al*, 2001; KAMIMURA e IKUTA, 2001). Em outros, verifica-se apenas o maior valor de força alcançada em uma única contração máxima (WATANABE *et al*, 2004, FRANQUINI *et al*, 2003), não tendo desta maneira, uma aproximação do que realmente ocorre no ato da preensão manual durante a prática esportiva. Alguns autores citam testes de contração intervalar, onde o sujeito realiza uma série de contrações durante um determinado período de tempo (NICOLAY e WALKER, 2004).

Nem sempre nos testes de preensão manual, tratando-se da fadiga muscular decorrida do processo de contração durante um determinado tempo, há o questionamento sob o ponto de vista fisiológico, do processo de decréscimo da força e como este ocorre. Em atividades onde se exige um recrutamento rápido das fibras musculares (como a exigência da manutenção da força muscular neste caso), a incapacidade de manter potenciais de ação (capacidade de recapturar íons K^+ e expelir íons Na^+ , menor liberação de Ca^{2+} das cisternas do retículo sarcoplasmático) em alta frequência constitui um importante fator desencadeador de fadiga (GREEN H. J., 1997 *apud* LIMA-SILVA *et al*, 2005). Além disto, o tipo de contração muscular exigido promove modificações nos resultados obtidos.

Em estudos das séries de tempo, a primeira caracterização a ser feita é o desenvolvimento de modelos matemáticos. A modelização matemática de um sinal obtido em um teste de preensão manual isométrico de longa duração permite realizar diversas elucidações biomecânicas e fisiológicas a fim de entender melhor o mecanismo de contração muscular, trazendo benefícios a diversas áreas de estudo da mão. Porém existem apenas alguns tipos de modelização de sinal da

preensão manual onde os instantes iniciais da contração muscular são analisados (NOVO Jr. *et al.*, 1999). O problema desta discussão limita-se à avaliação de variáveis da curva referentes à força no decorrer do tempo (força máxima, decréscimo da força, força final, percentuais do decréscimo da força e ponto de estabilização), pois não há ainda trabalhos devotados a uma análise detalhada da curva como um todo.

Assim, visto a carência de informações referentes aos assuntos supracitados, elaborou-se o seguinte problema: Quais as características das variáveis biomecânicas (força máxima, força em instantes determinados, força final, decréscimo (percentual) da força em instantes determinados e ponto de estabilização) envolvidas nos processos de preensão manual isométrico contínuo e intervalar em atletas que utilizam a preensão manual na respectiva modalidade esportiva, quais as diferenças nestes parâmetros em relação a um grupo controle de não atletas e em relação à dominância das mãos?

1.2 JUSTIFICATIVA

O cenário esportivo sempre foi muito competitivo, exigindo o máximo desempenho dos atletas para obter o melhor resultado. A ciência tem um papel muito importante na melhoria deste desempenho. Pesquisas em diversas áreas científicas obtêm informações que podem, através de pequenas modificações no treinamento, promover um aumento no rendimento levando o atleta à vitória (LIMA e KISS, 1999; LÉGER e BOUCHER, 1980, JACKSON *et al.*, 1981, ALONSO *et al.*, 1998, HENNIG e SCHNABEL, 1996). Estas pesquisas vêm sendo cada vez mais detalhadas, sendo feita apenas a análise de alguma variável muito específica, para depois ser agrupada com outras informações. O corpo humano muitas vezes não é tratado como um todo, sendo analisada apenas a área de interesse para dar mais praticidade ao projeto, minimizando o número de

variáveis. As informações sobre a preensão de mão geralmente são voltadas para populações não atletas, ou então àquelas que possuem algum tipo de disfunção muscular, articular ou nervosa (ÁLVARES-DA-SILVA e SILVEIRA, 2004; SOLOMON e ROBIN, 2005; VOORBIJ e STEENBEKKERS, 2001). Tendo em vista que muitos esportes utilizam o movimento de preensão na prática esportiva, informações com protocolos específicos para o fortalecimento da mão de atletas podem ser utilizadas pelos treinadores de equipes esportivas, já que em algumas situações não conseguem melhorar o desempenho dos seus atletas por falta de informação ou pela dificuldade de aplicar o que a ciência sugere devido ao alto custo de avaliações, testes e equipamentos. Pesquisas com a utilização de materiais de baixo custo e propostas de testes e avaliações que não exijam a utilização de muito investimento financeiro são de grande ajuda a equipes esportivas.

Os testes que visam verificar a força de preensão são geralmente de curta duração (3 s a 30 s) e consistem em aplicar uma contração muscular isométrica sobre um dinamômetro (NICOLAY e WALKER, 2005; NOVO Jr. *et al*, 2001; NOVO Jr. *et al*, 1999; SANDE *et al*, 2001). Normalmente é verificado apenas o maior pico de força, demonstrando apenas o comportamento em uma fração pequena de tempo, deixando de lado o desempenho da resistência muscular, o tempo de fadiga muscular, o percentual do decréscimo da força durante a contração muscular. Desta maneira é preciso verificar se realmente existe uma diferença na resposta do teste de força de preensão quando se aumenta o tempo de aquisição.

O tipo de contração realizada no teste também pode interferir nos resultados, nem todos os esportes utilizam a contração isométrica por mais de 10 s. Esportes como o tênis, *baseball*, handebol, entre outros, realizam contrações concêntricas rápidas em ciclos, havendo assim a necessidade de realizar testes de contração muscular em intervalos de tempo (contração intervalar) deixando um tempo de descanso, onde ocorrerá a recuperação energética.

Dentre os esportes que utilizam a mão na sua prática, com maior ênfase nos que realizam o movimento de preensão manual, tais como: judô, jiu-jitsu, *windsurf*, escalada, entre outros, muitos não possuem um treinamento de força e resistência muscular específico para fortalecer a musculatura. Esta é fortificada apenas durante a prática esportiva. Dessa maneira é necessário verificar se há um déficit nos valores de força desses atletas, em comparação com outras modalidades e com um grupo de referência de não atletas que praticam atividade física como lazer. A existência de um banco de dados com informações da força de preensão manual, bem como das medidas antropométricas dos indivíduos poderão servir como referência no treinamento do fortalecimento da mão.

A validação e utilização de novos equipamentos que auxiliam nas medidas e avaliações referentes ao corpo humano, construídos em laboratórios por estudantes e pesquisadores, fortalecem os grupos de pesquisa e geram novas oportunidades de aperfeiçoar a tecnologia empregada na área de interesse. O dinamômetro utilizado neste trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Instrumentação (LABIN) do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), pelo Prof. Dr. Noé G. Borges Jr e colaboradores. Portanto, o presente projeto vem ao encontro do interesse da realização de pesquisas que permitam a validação do equipamento desenvolvido, a elaboração de protocolos de medição na área da saúde, bem como a modelização de sinais biológicos produzidos pelos mesmos, permitindo interpretações do sinal de força de preensão manual sob aspectos biomecânicos e fisiológicos.

Esta pesquisa também contribui para o fortalecimento de uma linha de pesquisa em análise e modelização de sinais biológicos, iniciada entre o Laboratório de Instrumentação (LABIN) do CEFID/UDESC e o Laboratoire d'Informatique de Modelisation et Optimisation des Systèmes (LIMOS) da Université Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, França) no ano de 2005, a qual

possibilitará o intercâmbio acadêmico de pesquisadores e estudantes dos diferentes grupos de pesquisa.

Diante do exposto decidiu-se realizar o presente trabalho utilizando dois tipos de teste de força de preensão, sendo um isométrico e outro com contração intervalar, durante um tempo de contração de dois a quatro minutos, observando variáveis biomecânicas que possam ser futuramente utilizadas na compreensão do mecanismo do movimento durante a avaliação. Desta forma, dar-se á início a um trabalho de elaboração de banco de dados, modelização de sinais biológicos, que futuramente poderão ser úteis não somente na avaliação de atletas e elaboração de protocolo de testes, mas também em indivíduos saudáveis (não atletas) ou com disfunções.

1.3 DEFINIÇÃO DE TERMOS E VARIÁVEIS

A seguir são conceituados alguns termos e variáveis utilizados ao longo do texto.

1.3.1 Definição de termos

Dinamômetro de preensão manual – É um sistema de aferição de tensão. É constituído por duas barras de aço paralelas, que ao sujeito tentar apertar para aproximá-las, se dobram, provocando uma alteração na resistência dos aferidores, ocorrendo uma produção correspondente na produção de voltagem. Esta produção é diretamente proporcional à força exercida sobre as barras (BLAIR, 2001)

Contração isométrica – É a contração muscular durante a qual permanece sobre o músculo uma medida de tensão constante sem a produção de movimento (HAY & REID, 1985).

Força de preensão manual - Força gerada entre os pontos de contato da mão e a superfície no ato de apertar um objeto na mão (WING *et al.*, 1996).

Fadiga muscular – É a incapacidade de manutenção de produção de potência ou força durante contrações musculares repetidas (POWERS, *apud* GIBSON, 2000).

1.3.2 Definição de variáveis

As variáveis foram divididas em independentes e dependentes para melhor compreensão destas.

1.3.2.1 Variáveis independentes do estudo

Tempo e frequência da prática esportiva – Os sujeitos foram selecionados de acordo com o tempo de prática (em anos) e a frequência (tempo de treino por semana) que praticavam a modalidade esportiva.

Tipo de esporte praticado – Todos os atletas selecionados para a avaliação da força de preensão manual utilizavam a mão na prática esportiva.

Tipo de teste de preensão manual – Foram utilizados dois tipos de testes de força de preensão:

a) Teste de preensão manual isométrico contínuo: teste que consiste em aplicar uma força de preensão manual máxima possível através de uma contração muscular isométrica durante 2 minutos. (Definição adotada pelo autor utilizada no presente estudo, vide item 3.4.2); b) Teste de preensão manual intervalar: teste que consiste em aplicar uma força de preensão manual máxima possível através de várias contrações musculares, cada uma com duração de 1 s seguida de descanso de 1 s (ou seja, cada contração é realizada com frequência de 1 Hz), durante o tempo total de 4 minutos. (Definição adotada pelo autor utilizada no presente estudo, vide item 3.4.3).

1.3.2.2. Variáveis dependentes do estudo

As variáveis dependentes estão ilustradas no gráfico 1.

Força máxima ($F_{m\acute{a}x}$) – É o valor máximo de força (kgf) medido durante o teste de força de preensão manual, seja isométrico ou intervalar (NOVO Jr. *et al.*, 2001).

Força final ($F_{final.}$) – É o valor da força (kgf) do último ponto na curva ajustada de força de preensão manual, seja de um teste isométrico ou intervalar (definido pelo autor, para o presente estudo).

Força a um instante determinado (F_{xs})– É o valor de força (kgf) medido em um instante x (s) selecionado, na curva de força de preensão manual ajustada, seja de um teste isométrico ou intervalar. Por exemplo, no instante 3 s, F_{3s} representa a força medida no instante 3s da curva de força de preensão manual ajustada (definido pelo autor, para o presente estudo).

Decréscimo da força normalizada ($\%F$)– É a diferença entre a força máxima ($F_{m\acute{a}x}$) e força final (F_{final}) dividida pelo valor da força máxima e multiplicada por 100 (adimensional). (NOVO Jr. *et al.*, 2001), ou seja:

$$\%F = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{final}}{F_{m\acute{a}x}} \cdot 100 \quad (1)$$

Decréscimo da força normalizada a um instante determinado ($\%F_{xs}$) – É a diferença entre a força máxima ($F_{m\acute{a}x}$) e força a um instante determinado (F_{xs}) dividida pelo valor da força máxima, multiplicada por 100 (definido pelo autor, para o presente estudo), isto é:

$$\%F_{xs} = \frac{F_{m\acute{a}x} - F_{xs}}{F_{m\acute{a}x}} \cdot 100 \quad (2)$$

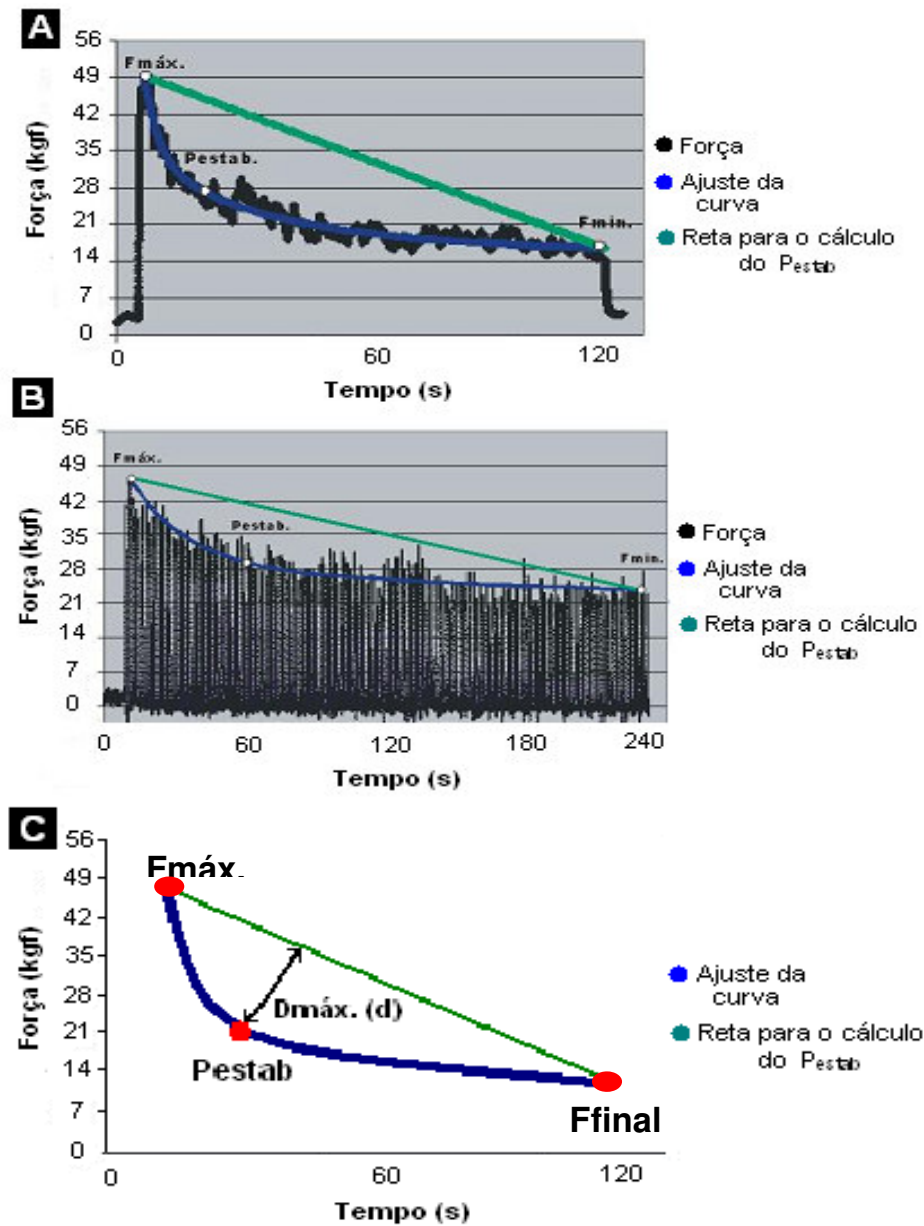


Gráfico 1 Curvas genéricas de força de preensão manual obtidas a partir de teste de preensão manual: A) isométrico contínuo; B) intervalar; C) demonstração das variáveis ($F_{máx}$, P_{estab} e F_{final}) na curva de ajuste.

Ponto de estabilização ($P_{estab.}$) – O ponto de estabilização ($P_{estab.}$) é o ponto da curva da força de preensão ajustada, seja de um teste isométrico ou intervalar, onde ocorre uma tendência à estabilização do sinal. Ou seja, a partir deste ponto a curva de força de preensão obtida através do esforço máximo, tem um decréscimo mais suave até o final da curva do que o decréscimo da força observada da $F_{máx}$ até este ponto. Este ponto foi determinado através da maior distância

($D_{m\acute{a}x}$) entre a curva de força a uma reta traçada entre a $F_{m\acute{a}x}$ e a F_{final} . Este método de análise foi demonstrado por Cheng *et al.* (1992), na determinação dos limiares ventilatórios e de lactato em testes progressivos.

Para o cálculo do $P_{estab.}$, a curva de força de preensão manual *vs* tempo foi submetida a um ajuste de curva não linear, neste caso, a regressão exponencial de terceira ordem, que possibilitou analisar o decréscimo contínuo da força de preensão. Devido aos valores de força (gráfico 2) variarem constantemente ao longo do tempo, as curvas experimentais de força de preensão, não permitiam uma análise de decréscimo contínuo da força (onde qualquer instante posterior a um ponto terá valor de força menor ou igual ao instante anterior), o que pode ocasionar uma leitura errada da $D_{m\acute{a}x}$, conseqüentemente valores falsos do $P_{estab.}$ que podem afetar as conclusões finais do desempenho do teste.

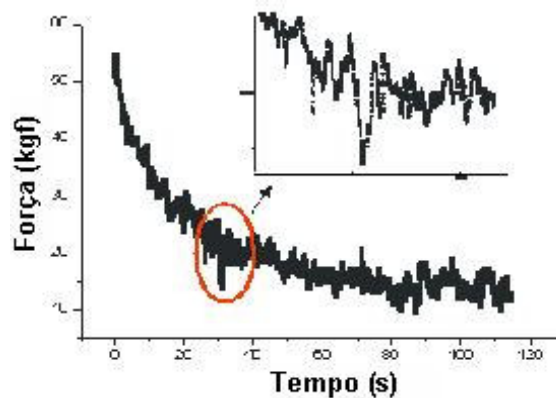


Gráfico 2 Visualização do decréscimo da força de preensão manual, com ampliação em um determinado intervalo de tempo, em uma curva de preensão manual genérica.

Através de uma equação (equação 3) de geometria analítica plana (SODRÉ, 2004), foi calculada a localização do $P_{estab.}$ Foi encontrada a distância d (equação 3) para cada ponto da curva de regressão da força de preensão manual à reta traçada entre a $F_{m\acute{a}x.}$ e a F_{final} . Ao encontrar a maior distância ($D_{m\acute{a}x}$) entre estas (gráfico 1C), denominou-se este como o ponto de estabilização ($P_{estab.}$). A equação 3 (SODRÉ, 2004), utilizada para se encontrar a distância d dos

pontos da curva de regressão da força de preensão manual e à reta traçada entre a $F_{máx.}$ e a F_{final} foi:

$$d = \frac{|ax + by + c|}{\sqrt{a^2 + b^2}} \quad (3)$$

O coeficiente a é determinado através da equação (SODRÉ, 2004):

$$a = \frac{y_2 \cdot y_1}{x_2 \cdot x_1} \quad (4)$$

Onde: $b = -1$, pois a representação da reta que passa pelos pontos $F_{máx.}$ e F_{final} é representada por: $y=ax+c$, devido a mudança de sinal de y quando este é utilizado na equação: $ax + by + c = 0$, que representa a reta, utiliza-se o valor de $b = -1$.

E o valor de c é determinado através da equação (SODRÉ, 2004):

$$c = -\left(\frac{y_2 \cdot y_1}{x_2 \cdot x_1}\right) + y_1 \quad (5)$$

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Analisar as características das variáveis biomecânicas da força de preensão manual, em atletas de diferentes modalidades esportivas que utilizam o movimento de preensão manual na

prática esportiva e em indivíduos não atletas (que utilizam ou não a preensão manual na prática de atividade física) em testes de manutenção da força isométrica contínua e intervalar máximas, e verificar possíveis diferenças nas variáveis biomecânicas entre os grupos de indivíduos em cada tipo de teste e em relação à dominância de mãos.

1.4.2 Objetivos específicos

- Mensurar as variáveis biomecânicas ($F_{máx.}$, F_{final} , F_{xs} , $P_{estab.}$, $\%F$ e $\%F_{xs}$) em testes de preensão manual isométrico contínuo e intervalar nos grupos de indivíduos avaliados (atletas de jiu-jitsu, judô, remo, aikidô, todo o grupo de atletas e um grupo de não atletas), na mão dominante e não-dominante;
- Realizar medidas descritivas nas variáveis biomecânicas mensuradas para cada grupo de indivíduos avaliado em cada tipo de teste de preensão;
- Verificar se há diferenças estatisticamente significativas nas variáveis biomecânicas mensuradas através de teste de comparação entre os grupos de indivíduos avaliados em cada tipo de teste de preensão manual;
- Verificar se há diferenças estatisticamente significativas nas variáveis biomecânicas mensuradas na mão dominante e não-dominante através de testes de comparação, em cada grupo de indivíduos analisado e em cada tipo de teste de preensão manual;
- Verificar se há diferenças estatisticamente significativas através de testes de comparação nas variáveis biomecânicas mensuradas entre tipos de teste de preensão manual.

1.5 DELIMITAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo foi delimitado à análise das variáveis: $F_{máx.}$, F_{final} , F_{xs} , $P_{estab.}$, $\%F$ e $\%F_{xs}$ medidas nas curvas de Força vs tempo obtidas nos testes de força de preensão manual isométrico contínuo e intervalar em ambas as mãos, em atletas de modalidades que utilizam a mão na prática esportiva e indivíduos não atletas, praticantes de atividade física. Todos os sujeitos foram do sexo masculino e possuíam idade entre 18 e 35 anos de idade.

As modalidades esportivas avaliadas neste estudo foram: judô, jiu-jitsu, aikidô e remo. Todos os sujeitos eram residentes das cidades de Florianópolis ou São José e pertencentes ao estado de Santa Catarina.

1.6 LIMITAÇÕES DO ESTUDO

O protótipo de dinamômetro empregado encontra-se em fase de patenteamento. Outros aspectos relativos ao tipo de sinal gerado (características da curva de preensão manual) e sua modelização matemática encontram-se em fase de avaliação e não foram incluídas neste estudo. Variáveis antropométricas e fisiológicas foram mensuradas em alguns grupos, com o intuito de iniciar a construção de um banco de dados e permitir o embasamento de posteriores avaliações. Entretanto, não são apresentadas no presente estudo. Variáveis antropométricas como peso, altura, envergadura e aquisições com tempos diferentes dos escolhidos para esta pesquisa não foram controlados.

A posição do corpo durante o teste foi única, posições diferentes do corpo durante o teste não foram realizadas, desta forma não foi verificado se existe alguma influência no desempenho da força e resistência muscular ao mudar a posição da mão e do corpo. A empunhadura utilizada

foi a utilizada segundo Ruiz-Ruiz (2002) de 5,5 cm, sendo esta ajustada caso ocorresse desconforto no sujeito avaliado.

Não foram controladas a temperatura e umidade ambiente durante as coletas dos testes de força de preensão manual contínuo e intervalar.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo tem o intuito de apresentar o referencial teórico utilizado nesta pesquisa. Esta revisão foi dividida em três tópicos: a mão, preensão manual e força de preensão. O primeiro, descreve características da anatomia da mão: ossos, articulações, músculos, arcos, nervos e suprimentos sanguíneos, dando uma noção geral da mão humana e suas características. O segundo tópico aborda o movimento de preensão manual e os tipos de preensão manual. O último tópico envolve o estado da arte no tema da força de preensão, tipos de empunhadura, fadiga muscular e instrumentos de medida.

2.1 A MÃO

A mão do homem é um instrumento destinado a objetivos múltiplos. É uma estrutura complexa provida de uma capacidade funcional altamente sofisticada, especializada e de ampla movimentação. Sua anatomia promove grande facilidade de adaptação de acordo com a tarefa a ser realizada. Do ponto de vista fisiológico, a mão representa a extremidade efetora do membro superior, colocando-se em posição mais favorável para executar uma determinada ação (LEHMKUHL e SMITH, 1997). Como órgão sensorial, a mão é uma extensão do cérebro no fornecimento de informações sobre o ambiente. Sua natureza complexa está refletida na grande

porção no cérebro destinada à direção e controle das suas funções (CATOVIC *et al.*, 1991 apud SANDE e COURY, 1998).

Considerando a multiplicidade de movimentos, a mão possui várias formas de “pegas” ou “empunhaduras”. A diversidade de empunhaduras produz diferentes capacidades motoras de intensidades variadas. Entretanto, os movimentos são na realidade uma combinação de diversas ações do complexo do antebraço/mão e consistem em uma soma de vetores multidirecionais relacionados especificamente à execução de determinada tarefa (BLAIR, 2001). A mão também é importante na expressão e comunicação verbais. As capacidades funcionais da mão, como um órgão perfeito do sistema locomotor, têm grande influência na eficiência social e criativa do homem. Somente a mão é capaz de fazer minuciosas distinções sobre o meio externo, pois combina força e destreza (CATOVIC *et al.*, 1991 *apud* SANDE e COURY, 1998).

2.1.1 Anatomia da mão

Para a melhor compreensão da anatomia da mão, serão divididos nos seguintes itens os temas a serem abordados: a) ossos da mão; b) articulações da mão; c) arcos da mão; d) nervos e suprimento sanguíneo e e) músculos da mão.

2.1.1.1 Ossos da mão

A mão é composta por 27 ossos divididos em três grupos: carpais (compreendendo oito ossos), metacarpais (cinco ossos) e falanges (quatro fileiras com três ossos, com exceção do polegar que possui apenas dois) (RASCH, 1991). Os dedos são numerados a partir do osso rádio

do antebraço como: I (polegar), II (dedo indicador), III (dedo médio), IV (dedo anelar) e V (dedo mínimo) (GREGORY, 2002), como ilustrado na figura 1.

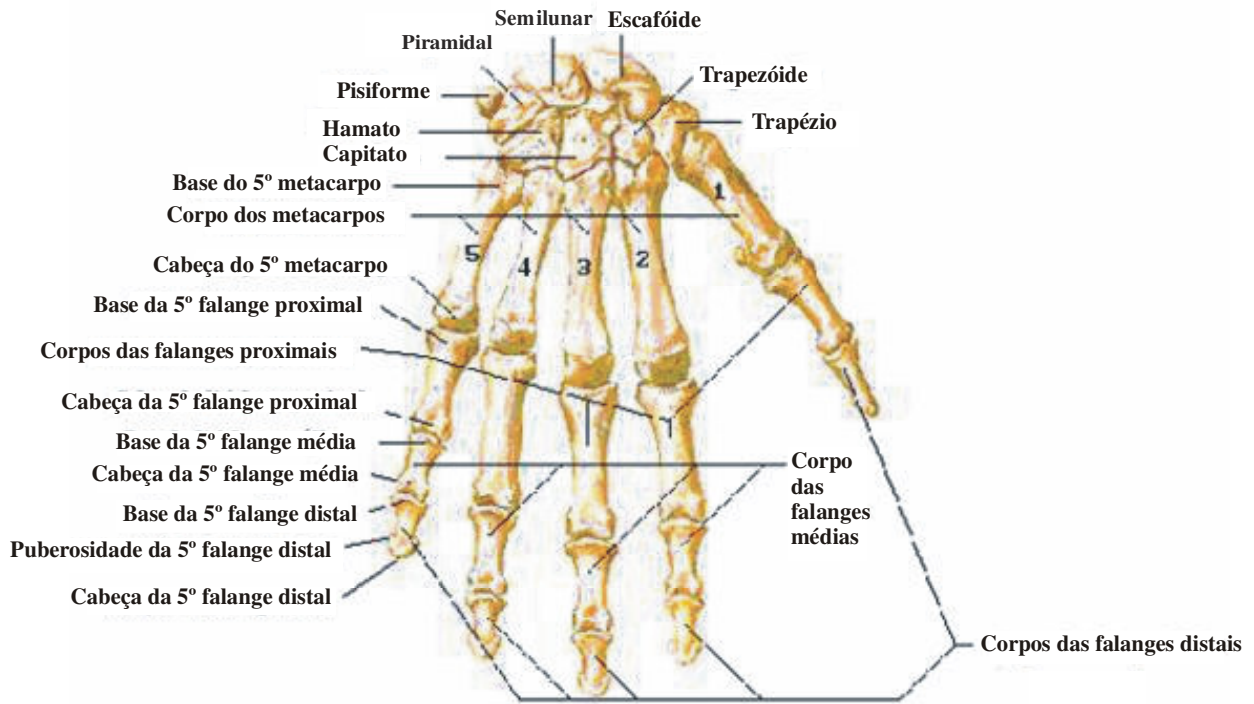


Figura 1: Estrutura óssea da região dorsal da mão direita (FRANK NETTER, Atlas digital interativo de anatomia clínica)

2.1.1.2 Articulações da mão

A mão possui 20 articulações que lhe conferem a grande amplitude de movimento, as quais estão divididas como mostra a tabela 1.

A flexão dos dedos é quase simultânea nas articulações dos dedos, sendo o movimento iniciado a partir das articulações interfalângicas distais. Porém, a maior quantidade de movimento é realizada pelas articulações interfalângicas proximais e metacarpofalângicas (DAWSON e O'DONALD, 1998 *apud* MOREIRA *et al.*, 2003).

Tabela 1 Articulações da mão (PALASTANGA, FIELD e SOAMES, 2000)

Articulações	Localização	Movimentos
Radio-cárpicas ou pulso	Extremidade distal do rádio e do disco articular com os três ossos da fileira proximal do carpo de fora para dentro: escafoíde, semilunar e piramidal.	Flexão; Extensão; Adução; Abdução; Circundução.
Intercárpicas	Entre os ossos do carpo.	Deslizamentos
Carpometacárpicas (CMC)	Ossos da fileira distal do carpo com os ossos metacárpicos.	Flexão; Extensão Adução; Abdução Oponência e circundução
Metacarpofalângicas (MCF)	União da extremidade distal de cada metacarpiano com a falange proximal de cada dedo.	Flexão; Extensão Adução; Abdução Circundução e rotação (limitada).
Interfalângicas	Articulações adjacentes das falanges.	Flexão e extensão.

2.1.1.3 Arcos da mão

Os ossos estão arranjados em três arcos (figura 2): i) arco transversal proximal (constituído pela segunda fileira de ossos do carpo: trapézio, trapezóide, capitato e hamato), utilizado na estabilização do punho; ii) arco transversal distal (formado pela conexão distal dos ossos do metacarpo com a primeira fileira de falanges) usado na preensão palmar; iii) arco longitudinal (que liga os dois outros arcos), responsável pela amplitude total de movimentação da mão, permitindo flexão e extensão (FLATT, 1974; TUBIANA, 1981; BARR & BEAR-LEHMAN, 2001).

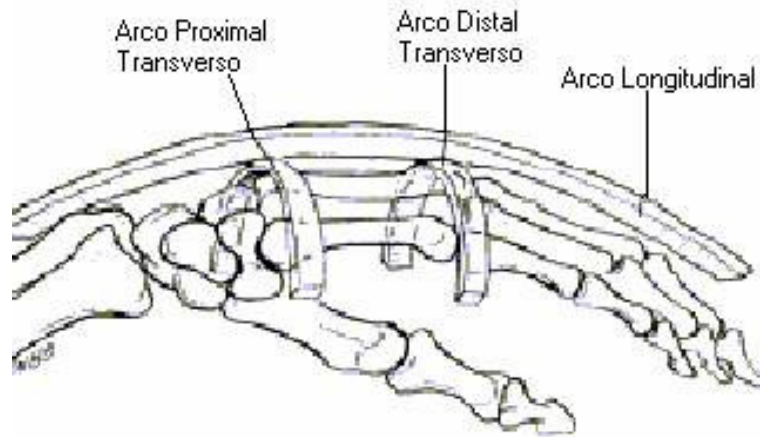


Figura 2: Os três arcos do esqueleto da mão (visão médio-lateral) (BARR e BEAR-LEHMAN, 2001)

2.1.1.4 Nervos e suprimento sanguíneo

Na mão passam três nervos periféricos que saem do plexo braquial: radial, medial e ulnar. O radial inerva o grupo de músculos flexores extrínsecos dos dedos no antebraço e qualquer lesão deste compromete seriamente a função da mão. O medial inerva os músculos flexores no antebraço, o músculo tenar e os dois lumbricais radiais na mão e é o responsável pela execução de tarefas de motricidade fina. O ulnar inerva o flexor profundo dos dedos e flexor ulnar do carpo (BARR & BEAR-LEHMAN, 2001).

O principal suprimento sanguíneo arterial da mão provém das artérias radial e ulnar. Inicialmente, a artéria axilar passa pelo braço tornando-se a artéria braquial que a partir do cotovelo bifurca-se e dá origem às artérias radial e ulnar (BARR & BEAR-LEHMAN, 2001).

2.1.1.5 Músculos da mão

O controle da mão é exercido pela ação conjunta dos músculos que a compõem (figura 3), os quais estão organizados de forma a permitirem ações isoladas ou conjuntas, produzindo uma grande variedade e amplitude de movimentos. Os músculos extrínsecos são responsáveis pelos movimentos gerais de flexão e extensão da mão e os músculos intrínsecos, por sua vez, são responsáveis pelas ações isoladas de cada segmento articular (GREGORY, 2002).

Durante a força de preensão palmar, os dedos encontram-se aduzidos, flexionados, lateralmente rodados e inclinados em direção ao lado ulnar da mão. As eminências tenar e hipotenar da mão oferecem importante base de apoio. O polegar encontra-se flexionado, aduzido tanto em sua articulação metacarpofalângica como na carpometacárpica e opondo-se à polpa dos dedos (MC DOUGALL *et al.* 2002). A Tabela 2 mostra a estrutura muscular da mão e suas atuações durante o movimento.

O movimento de preensão provoca intensa atividade dos músculos flexor superficial e profundo dos dedos, dos interósseos e do quarto lumbrical, bem como nota-se atividade de músculos que realizam o movimento de contrapressão realizado pelo polegar, pelo músculo flexor longo do polegar, de músculos tenares (oponente do polegar, adutor do polegar e flexor curto do polegar) e hipotenares (flexor curto do dedo mínimo), estes agindo como agonistas e contraindo-se isotonicamente (MOREIRA *et al* 2003).

O músculo flexor superficial dos dedos fixa-se na base da falange média e movimenta a articulação interfalângica proximal, enquanto o flexor profundo dos dedos, após perfurar o tendão superficial, fixa-se na base da falange distal e movimenta as articulações interfalângica distal e também proximal, sendo estes os músculos que imprimem maior potência no movimento de preensão (KENDALL, 1995).

Tabela 2 Músculos responsáveis pelos movimentos da mão. (MIRANDA, 2000)

Músculo	Ação
Flexor superficial dos dedos	Flexão da falange média sobre a proximal; Flexão do punho; Flexão metacarpofalangiana
Flexor profundo dos dedos	Flexão das falanges; Auxílio na flexão metacarpofalângicas; Auxílio na adução dos dedos; Flexão do punho
Extensor comum dos dedos	Extensão interfalângica; Metacarpofalângica e do punho; Abdução dos dedos
Extensor do de do mínimo	Extensão e abdução do dedo mínimo
Extensor do indicador	Extensão e abdução do indicador; Extensão limitada do punho
Extensor longo do polegar	Extensão do polegar; Auxílio na extensão e abdução do punho
Extensor curto do polegar	Extensão da falange proximal do polegar; Abdução do polegar; Auxílio na abdução do punho
Abdutor longo do polegar	Abdução do polegar; Auxílio na abdução do punho
Flexor longo do polegar	Flexão do polegar; Auxílio na flexão do punho
Abdutor curto do polegar	Abdução e oposição do polegar
Flexor curto do polegar	Flexão e adução do polegar
Oponente do polegar	Permite que a ponta do polegar toque os quatro últimos dedos (oposição)
Adutor curto do polegar	Adução e hiperflexão do metacarpo do polegar
Lumbricais superficiais profundos	Flexão metacarpofalangiana; Extensão interfalângica; Flexão e adução do indicador, anular e mínimo; Extensão das falanges média e distal dos dedos
Interósseos dos dedos	Abdução dos dedos; Flexão dos dedos nas articulações metacarpofalângicas; Extensão das falanges média e distal dos dedos
Palmar curto	Deprime a pele da região hipotenar
Abdutor do dedo mínimo	Abdução do dedo mínimo; Flexão da primeira falange
Flexor curto do dedo mínimo	Oposição do dedo mínimo ao polegar; Flexão da falange proximal
Oponente do dedo mínimo	Flexão e abdução e oposição do dedo mínimo aos demais dedos; Auxílio no aprofundamento da “concha” da mão.

Os músculos interósseos palmares e lumbricais localizam-se na face palmar do eixo de flexão e extensão das articulações metacarpofalângicas, portanto são mecanicamente capazes de produzir flexão. Porém, pelo fato das fixações proximais dos lumbricais se encontrarem nos tendões do músculo flexor profundo dos dedos, suas contrações são incapazes de tracionar significativamente as fixações distais movimentando as articulações metacarpofalângicas, a menos que se anule a ação do músculo flexor profundo dos dedos. Portanto, os lumbricais se

tornam ineficientes no movimento de preensão com exceção do quarto dedo, que apresenta atividade eletromiográfica na preensão (KIRKPATRICK, 1956 *apud* MOREIRA *et al*, 2003).

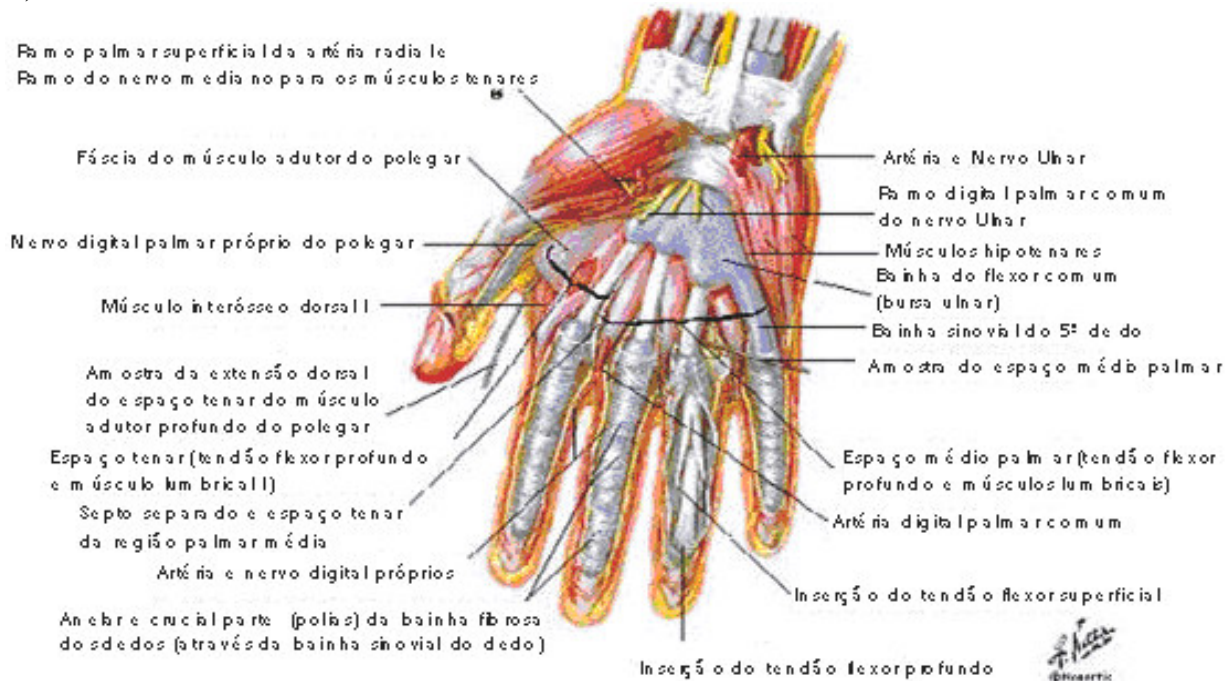
Os músculos flexor superficial e profundo dos dedos movem as articulações interfalângicas do segundo ao quinto dedo, e como seus tendões correm na face palmar pelas articulações do punho e metacarpofalângicas, suas contrações produzem também flexão destas articulações.

Como na preensão a flexão das articulações metacarpofalângicas e interfalângicas é necessária, enquanto a flexão do punho é indesejável pelo fato de diminuir a força exercida pelos flexores dos dedos, torna-se importante a ação sinérgica dos músculos extensores do punho (extensores radial longo e curto do carpo, extensor ulnar do carpo) que se contraem de forma isométrica. A força de contração dos extensores do punho está diretamente relacionada com o esforço de preensão dispendido pelo indivíduo (KAMAKURA, 1980; KENDALL, 1995; KIRKPATRICK, 1956; MATHIOVETZ *et al*, 1985, *apud* Moreira, 2003).

Na força de preensão, os músculos extrínsecos exercem principal ação e há participação dos interósseos e músculos tenares. Já no manuseio de precisão, os extrínsecos são requisitados para gerar movimentos grossos e forças compressivas, enquanto os interósseos fornecem forças rotacionais e junto aos lumbricais permitem adução/abdução adequadas (SANDE e COURRY, 1998).

Balogum *et al*. (1991) *apud* Moreira (2003), afirmam que os músculos que agem durante a força de preensão são geralmente mais fortes em comprimentos ligeiramente mais longos, isto acontece, segundo Paschoarelli *et al*. (2001) *apud* Moreira (2003), devido à solicitação dos músculos flexores profundos durante a força de preensão.

A)



B)

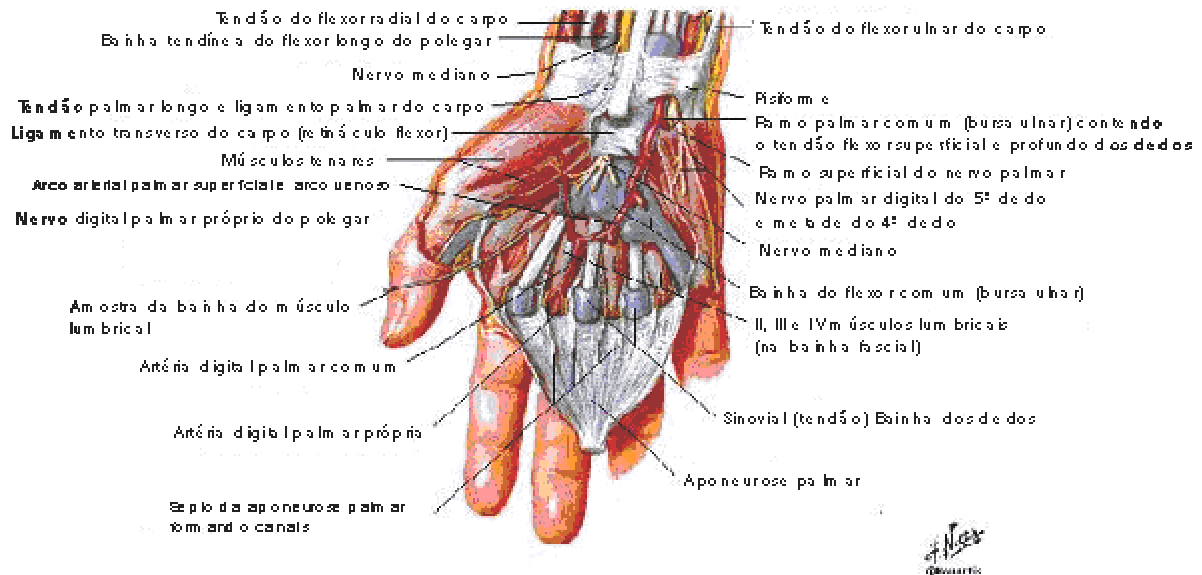


Figura 3: Estruturas internas das mãos: A) dedos e palma da mão; B) palma da mão e punho. (Atlas digital interativo de anatomia clínica - FRANK NETTER)

2.2 PREENSÃO MANUAL

O movimento de preensão é muito exigido no dia a dia. Existe uma variedade muito grande nos movimentos que podem ser feitos utilizando a preensão manual. Os movimentos de preensão da mão são aqueles nos quais um objeto é colocado e apertado pela mão total ou parcialmente, com o objetivo de manipular, transportar ou sentir o objeto (BARR e BEAR-LEHMAN, 2001).

Apesar da mão possuir funções múltiplas, a essencial é a de preensão. Esta faculdade encontra-se desde a pinça da lagosta até a mão do macaco, mas é no homem que o movimento em pinça atinge seu maior grau de funcionalidade. Isto se deve a uma disposição absolutamente particular do polegar, que pode opor-se a todos os outros dedos (KAPANDJI, 1980).

De uma forma geral, a preensão não é uma característica exclusiva dos primatas ou antropóides, pois outros animais de diferentes classes a realizam, ainda que de forma imperfeita, para levar alimento à boca, como é o caso dos crustáceos e de alguns roedores (GRAÇA, 2001). Segundo a teoria do evolucionismo de Darwin a mão humana adquiriu maior habilidade quando o homem passou a andar sobre dois pés, adaptando-a a outros tipos de necessidades (MEYERHOF, 2002). Na figura 4 é possível visualizar a pequena diferença visual existente entre a mão de um ancestral humano e a de um macaco.

Para An *et al.* (1985); Buchholz *et al.* (1988); Wells e Greig (2001) preensão é a capacidade da mão em realizar tarefas, imprimir forças e segurar objetos, ou simplesmente fechar a mão, utilizando a região palmar, através de um conjunto de vetores de forças e momentos aplicados a um ponto.

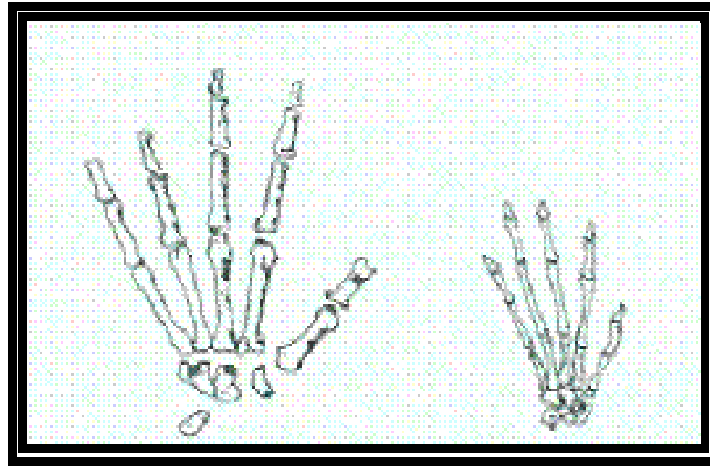


Figura 4: Ilustrações de uma mão de um ancestral humano Australopithecines (à esquerda) e a de um macaco (à direita). (Disponível em: www.home.eol.ca/~cumulus/Chimp/4.htm.)

Uma definição alternativa sobre preensão é a aplicação funcional das forças pela mão a um objeto para a realização de tarefas (MACKENZIE e IBERALL, 1994). Os mesmos autores dividem as atividades de preensão como *físicas* e *funcionais*. As *físicas* estão relacionadas com as propriedades do braço e da mão, forças de atrito e gravitacional e as propriedades dos objetos (textura, forma, temperatura), sendo utilizadas para identificação e comparação. As *funcionais*, por sua vez estão relacionadas com o transporte de objetos, a interação objeto/mão na realização de tarefas, controle, estabilidade e firmeza.

A força de preensão tem uma seqüência ordenada de desenvolvimento, baseada no amadurecimento neurológico e nos estímulos externos oferecidos ao bebê. Nota-se que o aprendizado da força de preensão não consiste em um ato isolado e sim em uma combinação de gestos visando uma tarefa funcional. Dessa forma, a força de preensão desenvolve-se seguindo três estágios no bebê:

a) Reflexo de preensão – ato de fechar a mão a qualquer estímulo aplicado à palma da mão. Em geral o recém-nascido mantém os pulsos cerrados ao segurar um objeto, ficando mais forte com 1 mês de idade e desaparecendo até o terceiro mês (SHEPHERD, 1996). Para esse

movimento são acionados vários centros nervosos, o que desencadeia movimento bilateral, mesmo que o objeto seja agarrado com apenas uma das mãos (HOLLE, 1990). Nesse caso, o polegar e o indicador não são utilizados e a força de preensão é basicamente palmar.

b) Alcance – é a trajetória no ato de ir de encontro ao objeto, pois nessa fase o ombro é a articulação mais móvel e permite que o bebê busque o objeto, se este estiver próximo do braço e dentro do campo visual (HOLLE, 1990). Nessa fase há utilização de todos os dedos. No decorrer desse processo a criança desenvolve outras características como engatinhar e posteriormente marchar, passa a buscar os objetos e a ter mais contato com o ambiente físico, aprendendo a segurar-se (MEYERHOF, 2002).

c) Preensão propriamente dita – nessa fase há uma adaptação da mão às tarefas e a preensão desenvolve-se seguindo períodos. O primeiro consiste na preensão cúbito palmar (com quatro meses de idade), feita em distância fixa, pela falta de funcionalidade do cotovelo e é feita entre a primeira falange do dedo mínimo e a eminência hipotenar. O segundo período, caracteriza a preensão palmar simples (de cinco a seis meses de idade), na qual são utilizados os quatro últimos dedos em direção à palma da mão. No terceiro período (de sete a oito meses de idade) o polegar começa a ter importância, realizando preensão rádio-palmar. O objeto passa a ficar entre os dedos, ou entre dedos e palma. O quarto período (acima de nove meses de idade) se caracteriza pela evolução da preensão de pinçamento (rádio-digital), na qual a criança passa a ter controle sobre o objeto (MEYERHOF, 2002).

A importância das medições e análise da força muscular de preensão da mão têm sido previamente estabelecida, com estudos sendo conduzidos desde a determinação da confiabilidade e da validade das medições até a sinceridade dos esforços empregados pelos indivíduos nos testes de força isométrica, explorando para isso as características das curvas força vs tempo através de parâmetros discretos, tais como: o valor da força máxima, o impulso, a taxa de acréscimo inicial

da força e a taxa de decréscimo da força após a força máxima (BYRD e JENNESS, 1982; LINDAHL, 1994 *apud*. NOVO Jr. *et al* 1997)

Durante a preensão, a posição pode assumir de forma geral um equilíbrio estático ou dinâmico para a manipulação de objetos. Isto geralmente acontece quando o punho é mantido em extensão ($\pm 20^\circ$) em posição neutra em relação ao rádio e à ulna, articulação metacarpofalangiana fletida a ($\pm 45^\circ$), articulações interfalângicas proximais com variação de 30° a 45° e articulações interfalangianas distais com variação de 10° a 20° (NAPIER, 1993).

Chao *et al. apud* An (1985), citam que os modelos biomecânicos têm sido usados para estimar as forças na mão durante a execução de tarefas específicas. Os músculos flexores em conjunto com os intrínsecos produzem 80% da força gerada para a execução de tarefas. Estudos mostram que a preensão é precisamente controlada pelo sistema sensório-motor, e que varia de acordo com a forma, tamanho e fragilidade do objeto a ser empunhado (AN *et al.* , 1985).

2.2.1 Tipos de preensão

Napier (1956) identificou dois tipos da força de preensão: *i) de força*; *ii) de precisão*. Em 1993, o mesmo autor descreveu que a preensão *de força* consiste na ação de flexão dos dedos sobre a região palmar em aproximação dos dois segmentos. Já a preensão *de precisão* está relacionada à aproximação entre os dedos polegar e indicador. A preensão de precisão também é dividida em: preensão entre a ponta de dois dedos, entre a face interna de dois dedos e entre ponta e lateral dos dedos (NAPIER, 1993). A mesma classificação foi considerada por Rasch e Burke (1980), enquadrando a preensão como *grosseira*, na qual a oponência do polegar se faz desnecessária, e a *fina*, pela oponência necessária do polegar em relação aos demais dedos.

Por outro lado, Long *et al.* (1970) classificaram a força de preensão seguindo três padrões: *cilíndrica*, *esférica* e *em argola*. A *cilíndrica* é a flexão dos dedos (unidos) em oposição ao polegar. A *esférica* utiliza o mesmo princípio de oposição da cilíndrica, porém com afastamento lateral entre os dedos, proporcionando maior área de abrangência para objetos esféricos. Na preensão *em argola* há uma flexão dos dedos em aproximação à região palmar, sem apoio do polegar.

Adicionalmente, Brunnstrom (1979) adota uma classificação com sete tipos de força de preensão mais abrangente e funcional:

- *Em anzol* ou *alça* - pela flexão do 2º ao 5º dedos sobre a região palmar, sem participação do polegar;
- *Cilíndrica* – com a superfície palmar envolvendo um objeto cilíndrico, com o polegar em oposição servindo de apoio;
- *Esférica* – flexão parcial dos dedos, semi-abertos, envolvendo um objeto esférico;
- *Fechada* – flexão total do 2º ao 5º dedos sobre a região palmar, com oposição do polegar reforçando ou não;
- *De ponta* – oponência do polegar a qualquer um dos demais dedos, realizada nas falanges distais;
- *Palmar* - oposição do polegar com objeto em contato com região palmar das falanges;
- *Lateral* – preensão que ocorre entre o polegar e a face lateral do 2º dedo, geralmente para objetos estreitos.

Esta classificação também é utilizada dentro da classificação feita por Schlesinger *apud* Lehmkuhl e Smith (1987), que ao investigar *designs* para dispositivos terminais para braços

artificiais, estudou a versatilidades da mão humana em pegar e segurar objetos de vários formatos e tamanhos (figura 5).

Finalmente, Palastanga, Field e Soames (2000) definem a força de preensão como a ação de flexão dos dedos sobre a palma com força com a finalidade de execução ou estabilização de uma tarefa de alta intensidade, onde os flexores e extensores longos são responsáveis pela transmissão de força. A preensão de precisão é definida como o ato de segurar “algo” entre os dedos geralmente usada para objetos pequenos ou frágeis.

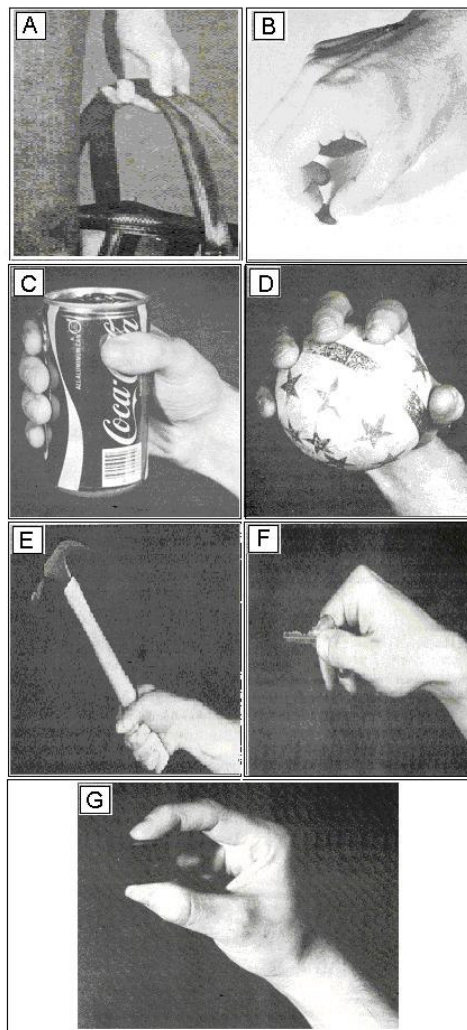


Figura 5 Classificação de preensão segundo Schlesinger: a) preensão em gancho ou alça; b) preensão de ponta; c) preensão cilíndrica; d) preensão esférica; e) preensão de mão fechada; f) preensão lateral e g) preensão palmar. (Fonte: Lehmkuhl e Smith, 1987)

2.3 FORÇA DE PREENSÃO

A avaliação da força de preensão não é simplesmente uma medida da capacidade da mão realizar trabalho ou força, nem mesmo limitada à avaliação do membro superior. Ela tem muitas aplicações clínicas diferentes, sendo utilizada, por exemplo, como indicador da força total do corpo, e neste sentido é empregada em testes de aptidão física (BALOGUM, J. A. *et al.*, 1991; DURWARD, B. R. *et al.*, 2001 apud MOREIRA *et al.*, 2003).

Uma forma genérica de caracterizar a força de preensão humana é considerá-la uma combinação de forças internas produzidas pela contração muscular, de forças externas (como gravidade e atrito) e de momentos produzidos pelas articulações metacarpofalagianas, interfalagianas e punho (WELLS e GREIG, 2001).

A mensuração da força de preensão é uma característica padrão nos exames de clínicas ortopédicas, sendo um simples teste que informa diversas desordens musculares, nervosas e articulares. É um ótimo protocolo na reabilitação das lesões dos membros superiores (WATANABE *et al.* 2004).

Mathiovetz *et al.* (1985) *apud* Moreira *et al.* (2003), recomendam que a média de três tentativas seja utilizada, alegando que este método resultou em melhor confiabilidade teste-reteste comparado àquela obtida com uma tentativa ou com a melhor entre duas tentativas. Porém, Haidar *et al.*, (2004) em um experimento comparando as três tentativas com apenas uma, não encontrou diferenças significativas entre os testes, demonstrando assim que a força de preensão pode ser verificada com apenas um teste máximo.

Duward *et al.* (2001) *apud* Moreira *et al.* (2003), em seus estudos concluíram que os indivíduos apresentavam maior força de preensão após realizarem testes submáximos antes das tentativas de preensão máxima.

Diversos estudos relacionados à força de preensão já foram realizados (NOVO Jr. *et al.* 2001, KAMIKURA e IKUTA, 2001, BOADELLA J. M. *et al.* 2005), muitos voltados para a *performance* do teste, ou seja, relacionando posição corporal, instrumento utilizado e estímulo dado ao sujeito com a força máxima atingida. Outros estudos são voltados para a avaliação clínica (SOLOMON e ROBIN, 2005; ÁLVARES-DA-SILVA M. R. e SILVEIRA T. R., 2004; VOORBIJ e STEENBEKKERS, 2001), os quais têm o intuito de, através de mensurações da força de preensão, verificar o comportamento articular, muscular, ósseo da mão e/ou membros superiores.

Em uma revisão, Sande e Coury (1998), demonstraram que testes de preensão realizados na posição em pé permitem que maiores níveis de força sejam alcançados no movimento de preensão. Já em um estudo realizado por Watanabe *et al.* (2004) utilizando diferentes posições do corpo (deitado na posição supinada, em pé e sentado) durante a contração máxima de preensão, os autores não encontraram diferenças significativas nos valores de força máxima mensurados na posição em pé e sentada tanto para homens como para mulheres.

Teraoka (1979) *apud* Moreira (2003), demonstrou que a posição corporal exercia uma influência considerável na percepção, pensamento e emoções. Na posição recostada, a tendência era remover estes processos da realidade e, conseqüentemente, permitir maior satisfação. Na posição em pé, as energias eram estimuladas para as ações e as emoções expressavam-se mais fortemente. A posição sentada pareceu favorecer o equilíbrio entre as tendências antagonistas.

Algumas variáveis antropométricas podem ser utilizadas para prever a força de preensão, porém em relação à resistência muscular, nenhuma medida antropométrica prediz seu valor. Esta disjunção entre força e resistência é explicada por termos fisiológicos. A força é produzida primeiramente por fatores físicos. A força muscular é muito influenciada pela massa e pela área total transversa do músculo envolvido no movimento. Todos esses fatores podem ser obtidos através de medidas antropométricas. A resistência muscular é mais influenciada por propriedades histológicas e bioquímicas das fibras musculares envolvidas (NICOLAY e WALKER, 2005). O melhor parâmetro antropométrico encontrado por Nicolay e Walker (2005) para a predição da força de preensão foi a largura da palma da mão, pois este sugere que o indivíduo possui ossos e músculos relacionados a preensão manual maiores, além disto, maiores valores da largura da palma da mão proporcionaram melhores adaptações da mão (empunhaduras) do indivíduo ao aparelho utilizado. Os comprimentos dos dedos por sua vez, variam mais independentemente do tamanho do corpo do que outras medidas da mão e antebraço. Pelo fato dos dedos quase não possuírem massa muscular, dedos longos não necessariamente são indicativos de uma maior força, podendo até reduzir a eficiência mecânica.

Segundo Watanabe (2004) em um estudo utilizando cinquenta homens saudáveis funcionários de um hospital, com média de idade de 38,8 anos, foram obtidos como valores da F_{max} de preensão $(45,2 \pm 7,0)$ kgf e $(42,4 \pm 5,9)$ kgf nas mãos dominante e não-dominante respectivamente, sendo constatada uma diferença significativa entre os membros superiores. Estes valores não estão muito distantes dos valores encontrados por Franchini *et al* (2004), que encontraram em atletas de jiu-jitsu valores de F_{max} de $(47,3 \pm 6,7)$ kgf para a mão dominante e $(45,3 \pm 4,6)$ kgf para a mão não-dominante. Claessens *et al.* (1987) apud Franchinni (2004), por sua vez, ao avaliar atletas belgas de judô de alto nível mediram valores de F_{max} de $(64,9 \pm$

8,9) kgf para a mão dominante e de $(59,7 \pm 8,8)$ kgf para a mão não-dominante, os quais se encontram bem acima dos valores médios medidos em indivíduos não atletas.

Em um estudo realizado por Nicolay e Walker (2005), tendo como amostra dezessete sujeitos com idade média de $(22,3 \pm 4,0)$ anos de idade, não foram encontradas diferenças significativas para F_{max} média entre as mãos dominante e não-dominante, encontrando valores de $(39,5 \pm 6,7)$ kgf para a mão dominante e de $(39,5 \pm 10,3)$ kgf para a não-dominante.

2.3.1 Testes de avaliação da força de preensão manual

Muitas avaliações da força de preensão manual são realizadas de maneira isométrica. Deste modo, é necessário conhecer o funcionamento deste tipo de contração muscular para que possa haver um melhor entendimento dos resultados obtidos.

Considera-se que sob condições isométricas, os tendões agem como transmissores rígidos de força, ou seja, apresentam pouca deformação, enquanto sob condições excêntricas, apresentam maior elasticidade. Em consequência disso, o comportamento da força no tempo é não-linear, principalmente nas situações onde há contrações isométricas em níveis de esforço máximo. (BARATTA e SOLOMONOW, 1991; ZHOU *et al*, 1987 *apud*. NOVO Jr. *et al* , 1997).

Nicolay e Walker (2005), em um estudo com funcionários de uma empresa, efetuaram três tipos de avaliação de força de preensão. Todas as avaliações foram realizadas com a posição do sujeito sentado em um banco com o cotovelo flexionado entre 90° e 120° (em sujeitos com baixa estatura). No ombro foi permitida uma flexão de até 30° e o punho permaneceu na posição neutra. Os testes realizados foram: 1- Teste de força máxima: O sujeito realizava a máxima força de preensão durante no máximo 2 s; 2- Teste de 10 repetições: Os sujeitos realizavam 10 preensões

durante 20 s, sendo cada contração realizada a cada 2 s e 3- Teste de 30 s: no qual os sujeitos realizavam a força de preensão durante 30 s contínuos. O objetivo deste estudo foi verificar as relações da força de preensão com a fadiga muscular e a relação destas variáveis com medidas antropométricas. Não encontrando relações lineares entre a força e fadiga muscular e a largura de mão foi a variável antropométrica que obteve um índice de correlação mais alto com a força muscular. Nenhum valor antropométrico obteve correlação alta em relação a fadiga muscular.

Em outro estudo, porém, com atletas de escalada, Bertuzzi *et al.* (2004), realizaram o teste de preensão para verificar a influência na força de preensão após realizar uma rota de escalada. O protocolo escolhido para este estudo foi a realização de quinze repetições consecutivas, não esclarecendo o intervalo de descanso entre as contrações. As variáveis identificadas foram: F_{max} , força máxima relativa ao peso corporal e índice de fadiga (IF), este último dado por (BERTUZZI *et al.* 2004):

$$IF = \frac{(F_{max} - F_{final})}{F_{max}} \quad (6)$$

Outros estudos, na sua grande maioria, utilizam o teste de preensão manual para verificar apenas a força máxima atingida em uma ou a média da F_{max} de três contrações musculares (BOADELLA *et al.*, 2005; FRANQUINI *et al.*, 2004; HAIDAR *et al.*, 2004; RUIZ-RUIZ *et al.*, 2002).

2.3.2 Empunhadura da preensão

Existe muita discussão sobre qual é a empunhadura mais adequada para se obter o melhor resultado da força máxima e poder reproduzir este resultado. Ruiz-Ruiz *et al.*, (2002) em seu estudo relatam a obtenção de um melhor resultado com a empunhadura em um valor fixo (55

mm), sendo que no caso de medições em mulheres, estes valores foram alterados, pois existe diferença de empunhadura dependendo do tamanho da mão. Já Fransson e Winkel (1991) mostraram que a distância da empunhadura para homens tem de estar entre 55 mm e 65 mm. Watanabe (2004), por sua vez, utilizou a metade da distância do topo do dedo indicador até a articulação metacarpofalangiana do dedo polegar e verificou que distâncias 10 % abaixo desta medida proporcionaram menores valores de força, enquanto na metade desta medida e a distâncias 10 % acima da mesma, os valores de força não se diferenciaram, indicando então como valores de empunhadura adequados distâncias entre 58,3 mm e 64,1 mm.

Finalmente, Blackwell *et al.* (1999) *apud* Moreira *et al.* (2003) investigaram a ocorrência de fadiga muscular durante a força de preensão. Concluíram que a forma e o tamanho de um instrumento apreendido podem afetar a força de preensão durante as diferentes tarefas.

2.3.3 Fadiga da musculatura de preensão

Não só a força muscular é um valor importante na avaliação da preensão manual. O desempenho no teste relacionada à permanência desta força ao longo do tempo também traz informações importantes em diversas atividades onde as mãos são utilizadas, por exemplo, no esporte, no ambiente de trabalho, no manuseio de ferramentas.

Whiting e Zernick (1998) *apud* Nicolay e Walker (2005), relatam que a permanência da força muscular na preensão manual é muito importante também na prevenção dos riscos de acidente no trabalho, assim como nas desordens musculares decorridas pelo trabalho diário. É intuitivo dizer que indivíduos com maior resistência muscular estarão menos suscetíveis a acidentes durante o dia. A fadiga contribui para o aumento da desatenção, inibindo a força e coordenação muscular, o que aumenta o risco de acidentes. Indivíduos com maior resistência

muscular também possuem maior capacidade de suportar stress vibratório. Os músculos não são usados somente para gerar força, mas também para absorver o estresse imposto sobre ossos e ligamentos. A habilidade de manter proporções altas da força mediante o estresse acumulado nos ossos, cartilagens, ligamentos e outros tecidos, contribuem para a diminuição de acidentes. Estudos de força de preensão normalmente examinam a força durante uma simples contração muscular (ESTIVALET P. S., 2004; SCHIBYE *et al.*, 2001). Esse tipo de movimento é relativamente raro no ambiente de trabalho (figura 6), onde as tarefas normalmente envolvem uma força de preensão estática prolongada. Isto pode ser aplicado aos esportes também, muitos destes utilizam a força de preensão na sua prática, mas pouco se sabe sobre o seu comportamento durante o tempo, já que consideram-se apenas valores de uma contração máxima, o que às vezes não reproduz o movimento.

Alguns estudos demonstram que a força de preensão pode ser predita por valores antropométricos (WATANABE *et al.* 2005; NICOLAY e WALKER, 2004; RUIZ-RUIZ *et al.*, 2002), diferente disto, a resistência à preensão (habilidade de manter a força constantemente ao longo do tempo) não pode ser predita da mesma forma. A habilidade de gerar força não necessariamente significa que a pessoa está apta para manter uma alta percentagem da mesma durante todo o tempo.

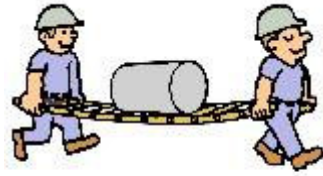


Figura 6 Situações de trabalho onde é realizada a força de preensão por um determinado período de tempo. (Disponível em: www.mtas.es/insht/ntp/ntp_239.htm e http://news.bbc.co.uk/1/spanish/specials/por_un_desarrollo_sostenible/newsid_2234000/2234638.stm).

Quando indivíduos estão utilizando a força de preensão em alguma atividade em proporções similares do seu máximo potencial, indivíduos mais fortes e maiores não necessariamente irão estar menos suscetíveis à fadiga do que os menores, nem se pode afirmar que os indivíduos do sexo masculino irão ter melhores repostas que os do sexo feminino. No entanto, indivíduos mais fortes provavelmente terão uma maior resistência à fadiga quando exigida a força de preensão porque estarão trabalhando em uma percentagem menor da sua força máxima do que indivíduos mais fracos (NICOLAY e WALKER, 2005).

Em um teste de preensão isométrica de 30 s, Nicolay e Walker (2005) observaram que ocorreu um decréscimo médio de 61% em relação à força máxima. Os valores encontrados no início da contração muscular para a mão dominante foram maiores que aqueles mensurados para a mão não-dominante, mas não influenciaram nos valores para ambas as mãos, comparado a outro teste realizado de 10 contrações máximas com um intervalo de descanso de 2 s entre uma contração e outra. Desta forma, concluíram que é necessária a realização de testes com um tempo mais prolongado de contração (maiores que 30 s) além de um número maior de contrações ao longo do tempo para se ter uma idéia melhor do processo fisiológico ocorrido entre os dois testes. As medidas envolvendo estes tempos e tipos de contrações diferem, demonstrando que o

processo fisiológico de cada um ocorrem de maneiras diferentes. Em contrações como a isométrica, ocorre a acumulação de íons K^+ nos *tubos t* das fibras musculares, interferindo assim na propagação da ação potencial dentro destas fibras, resultando em uma menor força de contração (WESTERBLAD e ALLEN, 2003 *apud* NICOLAY e WALKER, 2005). Quando há um intervalo de descanso entre as contrações ocorre a remoção desses íons K^+ conseguindo assim manter por mais tempo a força próxima ao valor máximo.

Em um estudo com atletas de jiu-jitsu onde ocorreram avaliações da força de preensão antes e durante a luta, Franquini *et al* (2004) não encontraram elevados valores de força isométrica máxima de preensão manual, mas verificaram que os atletas mantêm a força em valores próximos do máximo durante a luta, ocorrendo um decréscimo de aproximadamente 15% no final da luta em relação à força máxima obtida.

Alguns estudos na literatura reportam os efeitos da fadiga muscular em testes de curta duração. Reddon *et al.* (1985) demonstraram um decréscimo significativo na força de preensão em dez aquisições com 30 s de descanso, porém utilizou apenas doze sujeitos em sua pesquisa. Já Mathiowetz (1990) não encontrou diferenças significativas entre os valores de força em três testes consecutivos com 15 s de descanso entre as séries, demonstrando ser um tempo suficiente para recuperação energética do músculo. Adicionalmente, Patterson e Baxter (1988) sugeriram que um intervalo de descanso de 1 minuto entre as séries nos testes com protocolo de três coletas é suficiente para manter a força máxima nestas tentativas. Por outro lado, utilizando um outro protocolo com 5 s de descanso entre as tentativas demonstraram uma gradual redução da força máxima.

Trossman e Li (1989) *apud* Haidar *et al* (2003), indicam que o intervalo de descanso de 1 minuto entre uma série e outra, proporciona uma diminuição de 7 % da força máxima e entre 15 s

a 30 s de intervalo de descanso, esta diminuição é de 10 % a 12 % da força máxima. Nas avaliações de força de preensão, quando ocorre um intervalo de descanso entre uma contração máxima e outra, existe um grande debate sobre qual a duração mais adequada para intervalo. Muitos estudos (WATANABE *et al.* 2004) têm utilizado intervalos de descanso de 1 minuto entre uma série e outra, sendo assim uma variável de grande importância o intervalo de descanso entre uma série de contração e outra, pois este pode influenciar e muito na força atingida durante o teste.

A força de preensão e a resistência muscular possuem propriedades distintas. O teste de força máxima não pode prever informações sobre o tempo de fadiga muscular, além do que, quanto maior for o tempo de contração, maior será o decréscimo da força (NICOLAY e WALKER, 2005). Por outro lado, Sande e Coury (1998) relatam que existem estudos que correlacionam força e *endurance*. No entanto, este último fornece um quadro mais completo da força, relacionando à força máxima e também à tensão desenvolvida por um grupo de músculos num período de tempo. No estudo de Byrd e Jennes (1982) *apud* Sande e Coury (1998) é descrito que não foram encontradas diferenças nas curvas de força vs tempo entre as diversas condições de teste. Os autores concluíram que o estudo das áreas sob a curva pode ser uma alternativa para os pesquisadores de *endurance* da preensão.

Watanabe *et al.* (2004) relatam que existem muitos estudos abordando a avaliação da performance da preensão manual em diferentes situações (diferentes ângulos do ombro, punho, cotovelo, postura e tamanho da empunhadura de pega), mas muitas propriedades da força de preensão continuam indefinidas, em particular, a reprodutibilidade dos testes contínuos com análise específica na fadiga.

2.3.4 Dinamômetros e estudos de medição da força de preensão da mão

A importância e a larga utilização da dinamometria é evidenciada pelo grande número de publicações em diversas áreas. Dinamômetros são baseados em diversos princípios de funcionamento. A partir da obtenção de dados, originam parâmetros que possibilitam a normalização de valores de força muscular, a identificação da capacidade da contração muscular ou do desempenho muscular, o ajuste da eficácia de tratamentos e prescrição de exercícios, como também a validade e confiabilidade dos instrumentos de medida, seja na prática clínica ou laboratórios de ensino e pesquisa (KEATING e MATYAS, 1996 *apud* NOVO Jr. *et al*, 2001).

O primeiro dinamômetro para medição de força de preensão manual foi desenvolvido por Collin no século XIX (BLAIR, 2001), onde a compressão de uma mola por ação da mão causava o movimento de dois ponteiros sobre um relógio, que indicava a pressão exercida. Por muitos anos, esse tipo de dinamômetro foi o único responsável pelas avaliações da capacidade funcional da mão.

Smith e Bengt *apud* Duward *et al* (2001) *apud* Moreira *et al* (2003) afirmam que existe uma ampla variedade de metodologias utilizadas para mensurar a força de preensão, dificultando com isso uma padronização efetiva do procedimento, além da elevada variedade nos resultados obtidos.

Dentre os dinamômetros disponíveis no mercado, o de marca *Jamar*[®] (Patterson Medical Products, EUA) (fig. 7-A) é o mais utilizado por sua precisão e facilidade de aplicação. Consiste de um sistema hidráulico para mensuração da força de preensão, com ajuste de empunhadura em cinco posições e um relógio de leitura contendo duas escalas de sensibilidade: (0-200) lb/(0-90) kgf.

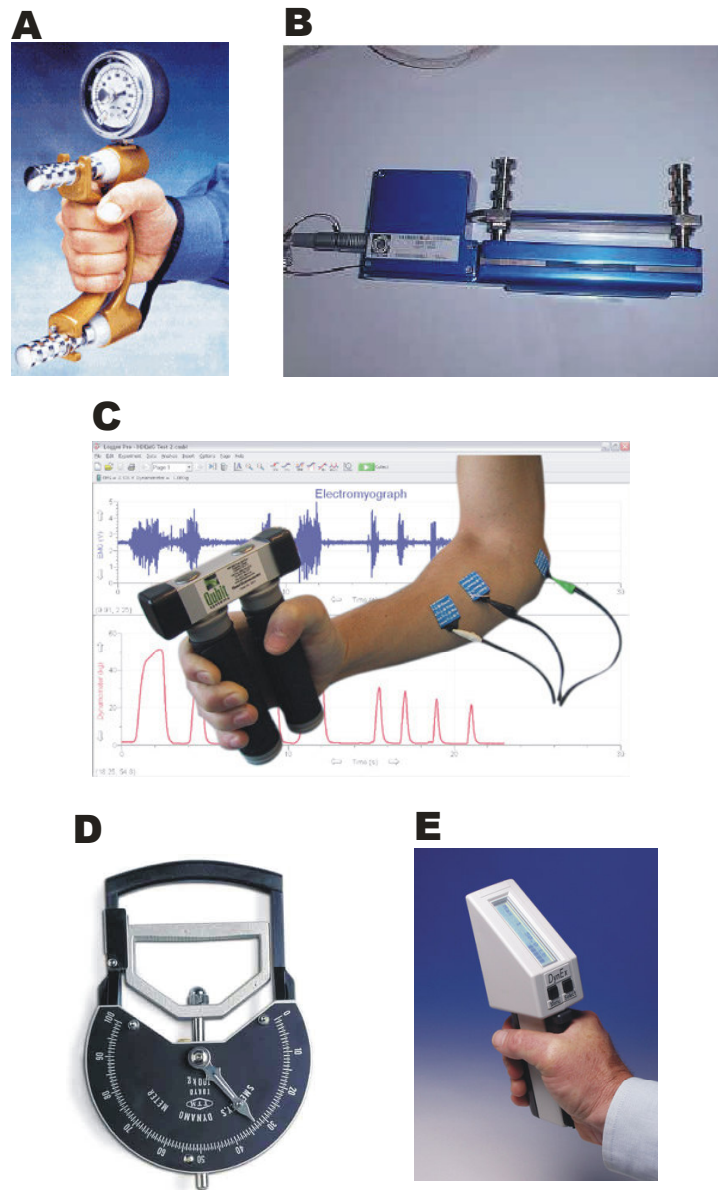


Figura 7 Dinamômetros comerciais: a) Jamar[®]; b) HGD[®]; c) Qubit[®] d) Smedley[®]; e) Dynex[®]. (Fontes: a)www.sportstek.net; b)www.physed.ca; c)www.bpp2.com; d) www.qubitsystems.com; e) www.spaceflight.esa.int).

Outros equipamentos foram desenvolvidos com tal finalidade, como: a) *HGD[®]* (*Handgrip Dynamometer*, Kayser Itália, para pesquisas na NASA) (fig. 7-B) o qual é um dinamômetro para medição de força de preensão isométrica com sensores resistivos do tipo *strain gauges*, que opera em uma escala de força de 40 N a 1000 N e exatidão de 0,75% do valor máximo; b) *Qubit[®]* (Qubit systems, Canadá) (fig. 7-C), o qual é um sistema de medição isométrica com escala em

kgf, que pode ser utilizado em conjunto com Eletromiografia (EMG). Acoplado a um computador permite visualização gráfica, permitindo estudos da força de preensão; c) *Smedley*[®] (Dynatronics, EUA) (fig. 7-D), que consiste em um dinamômetro com *strain gauges*, com leitura de saída analógica e que pode ser acoplado a um condicionador de sinais, com carga de 0 kgf a 100 kgf e empunhadura ajustável, e d) *Dynex*[®] (Mdsystems, EUA), (fig. 7-E), dinamômetro com capacidade de 900 N, exatidão de 0,1 %, que permite aquisições da força máxima em um intervalo de 1,5 s a 2,5 s, para verificação direta ou aquisição via computador.

Estudos com dinamômetros eletrônicos permitem o monitoramento contínuo e a quantificação da atividade da força muscular durante toda a fase de contração em estudos com forças estáticas ou intervalares, dando assim oportunidade de estudar este importante fator: a força de preensão manual (NICOLAY e WALKER, 2005).

Segundo Blair (2001), vários estudos têm se destinado à avaliação da capacidade funcional da mão, na maioria, relacionados com a medição direta da força de preensão e construção de novos equipamentos para mensuração. Adicionalmente, Novo Jr. *et al.* (1997) descreveram a implantação de um sistema para teste de preensão isométrica da mão com confecção de uma cadeira com apoio de braço ajustável para instalação de um dinamômetro hidráulico, estabelecendo uma posição fixa do cotovelo. Utilizando sensores do tipo extensômetros de resistência elétrica, Pronk e Niesing (1981), construíram um sensor uni-axial, com taxa de variação de força de (0 - 900) N e exatidão de aproximadamente 5%, para mensuração da força de preensão da mão e situações estáticas. Um transdutor de força manual foi desenvolvido por Chadwick e Nicol (2001), onde um cilindro foi dividido em seis feixes com capacidade de 250 N cada, que responde diferenciadamente a cada tipo de empunhadura, proporcionando a medição da variação de força em relação ao tempo bem como a distribuição de força na mão. As medidas

podem ser realizadas em situações dinâmicas, reproduzindo tarefas da vida diária de manutenção da preensão, envolvendo os quatro tipos de empunhadura mais utilizadas.

Kattel *et al.* (1996), fazendo uso do dinamômetro de marca *Jamar*® compararam os picos de força de preensão em relação à posição do membro superior e obtiveram o maior pico com o cotovelo a 135° e punho em posição neutra, demonstrando que os estudos dedicados à avaliação da força de preensão possuem resultados variados de acordo com o protocolo utilizado. Entretanto, quando se considera a avaliação da força de preensão, busca-se isolar o grupo muscular responsável pela ação. Segundo Mathiowetz *et al.* (1985) o ângulo para que se possa isolar a interferência da musculatura do braço deve ser menor que 90°.

3 METODOLOGIA

Neste capítulo serão apresentados os procedimentos metodológicos do presente estudo, assim descritos: características do estudo, indivíduos do estudo, instrumentação, procedimentos de coleta e tratamento estatístico.

3.1 CARACTERÍSTICAS DO ESTUDO

Este é um estudo experimental, que se caracteriza por manipular diretamente as variáveis relacionadas com o objeto em estudo. Segundo Bervian (1996) neste tipo de pesquisa, a manipulação das variáveis proporciona o estudo da relação entre causas e efeitos de um determinado fenômeno. Verificou-se o comportamento da força de preensão isométrica contínua e intervalar da mão ao longo do tempo, comparando os valores das variáveis biomecânicas resultantes de tais medições entre os grupos de indivíduos e em relação à dominância de mão. O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Instrumentação (LABIN) do Centro de Educação Física, Fisioterapia e Desportos (CEFID) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC).

3.2 INDIVÍDUOS DO ESTUDO

Fizeram parte do estudo, 29 atletas adultos do sexo masculino de modalidades esportivas que utilizam o movimento de preensão manual na prática esportiva: aikidô (7 atletas), jiu-jitsu (8

atletas), judô (7 atletas) e remo (7 atletas). Para melhor análise e interpretação dos dados, foram também avaliados 21 indivíduos não atletas, que praticavam algum tipo de atividade física sem objetivo competitivo ou de alta *performance*, os quais representam o grupo controle do estudo. Todas as modalidades esportivas analisadas utilizam a força de preensão manual, porém apenas a modalidade de aikidô não realiza o treinamento de força paralelo ao treinamento técnico. Portanto, além da análise individual de cada modalidade esportiva, o estudo também considerou dois grupos: a) atletas (que inclui todas as modalidades de jiu-jitsu, judô e remo) e b) não atletas (grupo controle, praticantes de atividade física). Todos os sujeitos eram residentes da grande Florianópolis. A média de idade dos sujeitos foi de (25 ± 5) anos. As condições de inclusão neste estudo foram: os sujeitos não deveriam apresentar problemas com as articulações radiocarpal, carpometacarpais, metacarpofalângicas e interfalângicas. Adicionalmente, os atletas de todas as modalidades deveriam ter um tempo de prática do esporte superior a um ano sem interrupção. Todas essas informações foram armazenadas através de um questionário (Anexo 1). Os quarenta e três sujeitos da pesquisa foram selecionados de forma intencional e não-aleatória.

3.3 INSTRUMENTAÇÃO

Para este estudo o instrumento utilizado para mensurar a força de preensão da mão foi um dinamômetro regulável (Figura 8) desenvolvido pelo prof. Dr. Noé Gomes Borges Jr e colaboradores, no Laboratório de Instrumentação (LABIN) da UDESC.

3.3.1 Descrição do instrumento

O dinamômetro foi construído empregando tubos de alumínio, que permite leveza e resistência sendo o limite de carga vertical de 800 N e coeficiente de linearidade $r^2 = 0.9999$. Um

sistema de variação de empunhadura linear foi adotado permitindo uma maior precisão das empunhaduras de diferentes tamanhos de mãos.

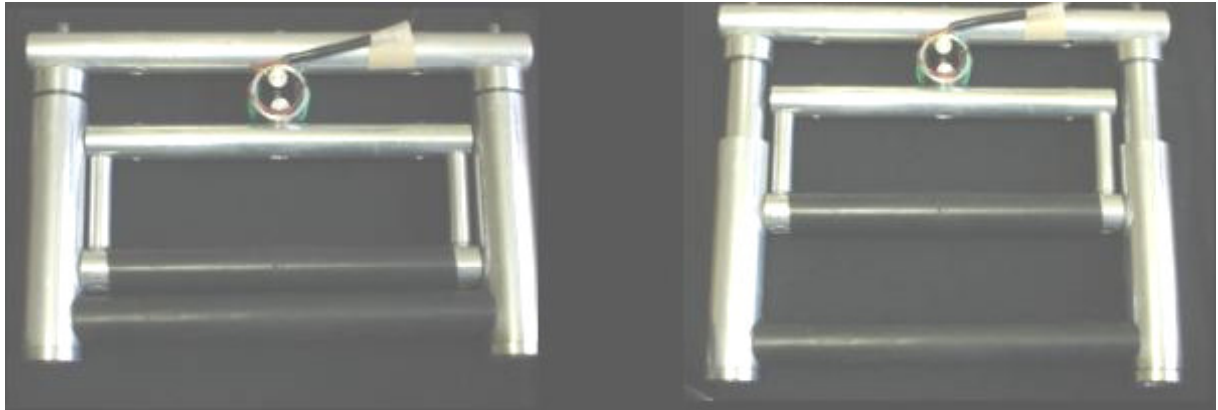


Figura 8 Dinamômetro manual com variação da empunhadura.

3.3.2 Funcionamento do dinamômetro

O sistema é sensível a forças de tração que atuam no plano ortogonal ao que contêm as empunhaduras. A célula de carga do dinamômetro manual apresenta formato cilíndrico e é confeccionada em aço inox, com diâmetros: $\varnothing_{\text{ext}} = 20,54 \text{ mm}$ e $\varnothing_{\text{int}} = 20,16 \text{ mm}$. Quatro extensômetros de resistência elétrica (*Kyowa*, JAPÃO) foram configurados num circuito tipo Ponte de *Wheatstone* completa.

A força de tração aplicada ao dinamômetro provoca a deformação do cilindro, que é responsável pela variação da resistência elétrica dos componentes da ponte. O desequilíbrio desta resulta em um sinal elétrico proporcional à força aplicada. O sinal é enviado a um amplificador diferencial de corrente contínua (ENDEVCO, modelo 136, EUA) que posteriormente é enviado para uma placa de aquisição de dados multicanal (PC-CARD-DAS16/16-AO, EUA). Esta última, compreende 16 canais absolutos (ou 8 canais diferenciais), com conversor analógico/digital

(*Computer Boards*) de 16 bits com limite de tensão de entrada de ± 10 V. No presente trabalho, optou-se pelo uso dos 16 canais absolutos. A placa de aquisição foi instalada a um microcomputador (TOSHIBA – Tecra 8200) com o sistema de aquisição SAD 32[®] (BRASIL-RS) que possibilita que a aquisição, armazenamento e processamento dos dados. O dinamômetro foi calibrado utilizando 10 anilhas de 10 kg, que serviram como carga conhecida de tração sobre o dinamômetro. As anilhas foram colocadas de forma crescente (de 10 kg a 90 kg) e após chegar ao valor máximo de carga (90 kg) foi feito o registro decrescente (de 90 kg a 10 kg), este procedimento foi repetido 10 vezes. O sinal elétrico (diferença de potencial) lido no dinamômetro, foi coletado pelo sistema de aquisição SAD 32., que após foi feito o tratamento estatístico chegou-se a um coeficiente de calibração, utilizado para converter os valores em mV (mili volts) para kgf (quilograma força).

3.4 PROCEDIMENTOS DE COLETA

Após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Seres Humanos da UDESC (Anexo 2) foi realizado o contato com os sujeitos para convidá-los a participarem deste estudo. Após a aceitação do convite, foram combinados o dia e o horário para as avaliações e coletas.

As coletas de força de preensão manual contínua e intervalar não ocorreram no mesmo dia para prevenir modificações nos resultados da força de preensão manual devido à fadiga muscular localizada. A primeira parte das coletas consistia em preencher o formulário de avaliação (Anexo 3). As medidas antropométricas fizeram parte da rotina de coleta de dados, mas estas variáveis não serão discutidas nem faz parte dos objetivos desta pesquisa a utilização destes dados.

Foram coletadas medidas antropométricas referentes às mãos, braços e antebraços apenas do membro superior dominante dos sujeitos. As medidas referentes à mão foram: a) comprimento transversal (com dedos abduzidos, medida da ponta do dedo mínimo à ponta do polegar); b) comprimento longitudinal (linha pisiforme até a ponta do dedo médio); c) largura da mão (linha do metacarpo) e d) perimetria da mão (linha do metacarpo). As medidas do antebraço foram: a) perimetrias do antebraço (terço proximal e distal) e b) comprimento do antebraço (processo estilóide ao epicôndilo). As medidas do braço foram: a) perimetria do braço (terço médio) e b) comprimento do braço (acrômio ao epicôndilo). As outras medidas avaliadas foram: a) estatura e b) peso corporal. As unidades utilizadas nestas medidas foram em centímetros, somente o peso corporal foi em kilogramas.

Após, foi realizada a avaliação de contração isométrica contínua (item 3.4.2). Após um intervalo mínimo de 24 horas, foi realizada a coleta de força de preensão manual intervalar (item 3.4.3).

3.4.1 Posição do sujeito durante a coleta de força de preensão manual

O posicionamento do sujeito durante a avaliação da força de preensão foi baseado no protocolo de avaliação da Sociedade Americana de Terapia da Mão (BOHANNON, 1991 in HAIDAR et. al, 2004) o qual é realizado com o sujeito sentado, o cotovelo mantendo um ângulo de 90°, a empunhadura do dinamômetro com antebraço em meia pronação e punho neutro, podendo movimentá-lo até 30° graus de extensão.

O braço do sujeito fica suspenso no ar, o avaliador verifica durante todo o teste a manutenção da posição do braço e tronco do sujeito (figura 9). Além disto, auxilia na avaliação suspendendo o dinamômetro na mão do sujeito.



Figura 9 Posicionamento do sujeito durante a coleta com o auxílio do avaliador na manutenção do dinamômetro.

3.4.2 Teste de preensão manual contínuo

O protocolo do teste de preensão manual contínuo consistiu em permanecer realizando o máximo de força possível durante 2 minutos. A frequência de aquisição utilizada no teste foi de 100 Hz. Antes do teste, os avaliadores explicaram a necessidade aos sujeitos avaliados de que permanecessem realizando o máximo de força possível durante o tempo estipulado, para que durante o teste os avaliadores se mantivessem em silêncio, somente intervindo se ocorresse algum erro de coleta ou posicionamento do sujeito. Este protocolo de teste foi determinado pelos pesquisadores a fim de poder verificar melhor questões referentes a fadiga muscular, através dos valores do decréscimo da curva da força em função do tempo. Além disto foi feito um breve aquecimento, com exercícios que exigiam a realização da preensão (girar de punhos, abrir e fechar a mão, flexão e extensão do punho e dedos) e uma adaptação do sujeito ao dinamômetro, onde o avaliado segurava e testava a força no instrumento.

A coleta inicial foi realizada com membro dominante do sujeito e após essa tentativa, houve um intervalo de 5 minutos após o qual realizou-se um novo teste com o membro contra-dominante. As medidas de força de preensão contínua do presente trabalho tiveram como objetivo avaliar as variáveis: $F_{máx}$; F_{xs} nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90 s (denominadas F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} e F_{90s} , respectivamente); F_{final} , $\%F_{xs}$ nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s e 90s (denominadas $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$, respectivamente), $\%F$, e P_{estab} . O trecho da curva de força vs tempo destinado à determinação das variáveis F_{xs} , F_{final} , $\%F$, $\%F_{xs}$ e P_{estab} foi selecionado a partir da $F_{máx}$ até F_{final} (final da contração muscular de cada experimento), que foi de 120 s para o teste isométrico contínuo.

O instante 0 s das curvas foi definido pelo valor da $F_{máx}$ medido, sendo desconsiderados os dados anteriores a este instante. Esta decisão foi tomada devido à análise do estudo estar resumida apenas ao desempenho dos sujeitos na força máxima obtida e na manutenção da força de preensão em máximo esforço durante o tempo. A análise e discussão da parte inicial da curva (sem aplicação da força até a força máxima) encontram-se em estudo e não são apresentados neste trabalho.

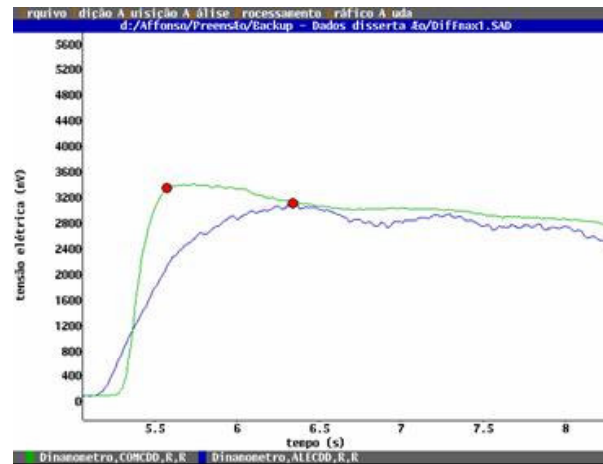
A aquisição dos dados de força só ocorreu após 5 s do início da aquisição. Isto foi realizado para poder determinar o comportamento do dinamômetro (ponto zero referencial). Estes 5 s iniciais foram verificados visualmente no próprio contador de tempo do *software* SAD 32[®]. Ao atingir os 5 s iniciais, o avaliador emitiu um sinal sonoro para que o sujeito iniciasse a contração muscular referente à preensão manual contínua. Após o instante 125 s, o avaliador avisou o sujeito que havia terminado o teste, continuando a aquisição até o instante 140 s, com o intuito de verificar o comportamento do dinamômetro após o teste.

3.4.2.1 Considerações sobre as curvas de força vs tempo no teste de preensão manual isométrico contínuo

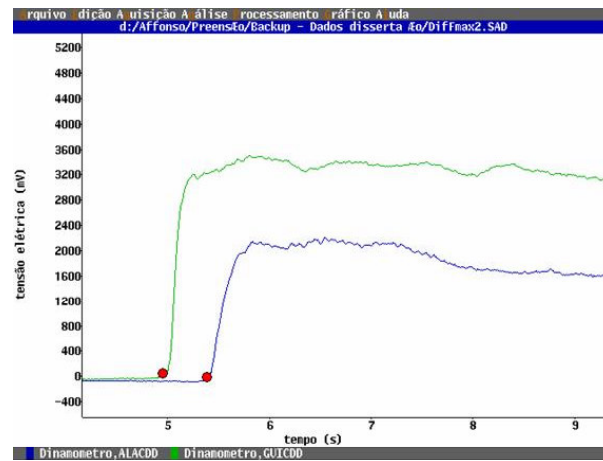
Após a aquisição da curva de força de preensão de cada sujeito, constatarem-se algumas diferenças temporais relacionadas ao: tempo para atingir a força máxima (Gráfico 3-a); tempo para o início da contração muscular (Gráfico 3-b) e tempo para o final da contração muscular (Gráfico 3-c). As diferenças no início e final da contração muscular podem ter ocorrido devido às variações no tempo de reação de cada sujeito ao sinal sonoro e também a algum atraso do avaliador para dar o sinal sonoro no início do teste. A diferença do tempo para atingir a força máxima, pode estar relacionada a características específicas da contração muscular de cada sujeito (SEMMLER e ENOKA, 2000), aspectos estes que não foram o objetivo deste estudo. Sendo assim, analisaram-se todas as curvas com a mesma duração de tempo de contração muscular, definido em 114,33 s. Este ficou sendo o instante final das curvas de preensão contínua.

A partir das curvas da mediana de força de preensão manual contínua calculadas para cada grupo, foram efetuados diferentes tipos de regressão (exponencial de 1º, 2º, 3º ordem e polinomial de 1º, 2º, 3º, 4º, 5º ordem). Um exemplo das curvas de regressão obtidas (grupo de atletas, mão dominante) é mostrado no gráfico 4. A escolha do melhor ajuste de curva foi através do valor de R^2 (coeficiente de determinação). Este expressa a variabilidade da variável dependente que pode ser explicada pela variabilidade da variável independente segundo o modelo de regressão (BARROS e REIS, 2003).

A)



B)



C)



Gráfico 3 Diferenças temporais relacionadas ao: (a) tempo para atingir a força máxima; b) início da contração muscular; (c) final da contração muscular em curvas de preensão manual genéricas.

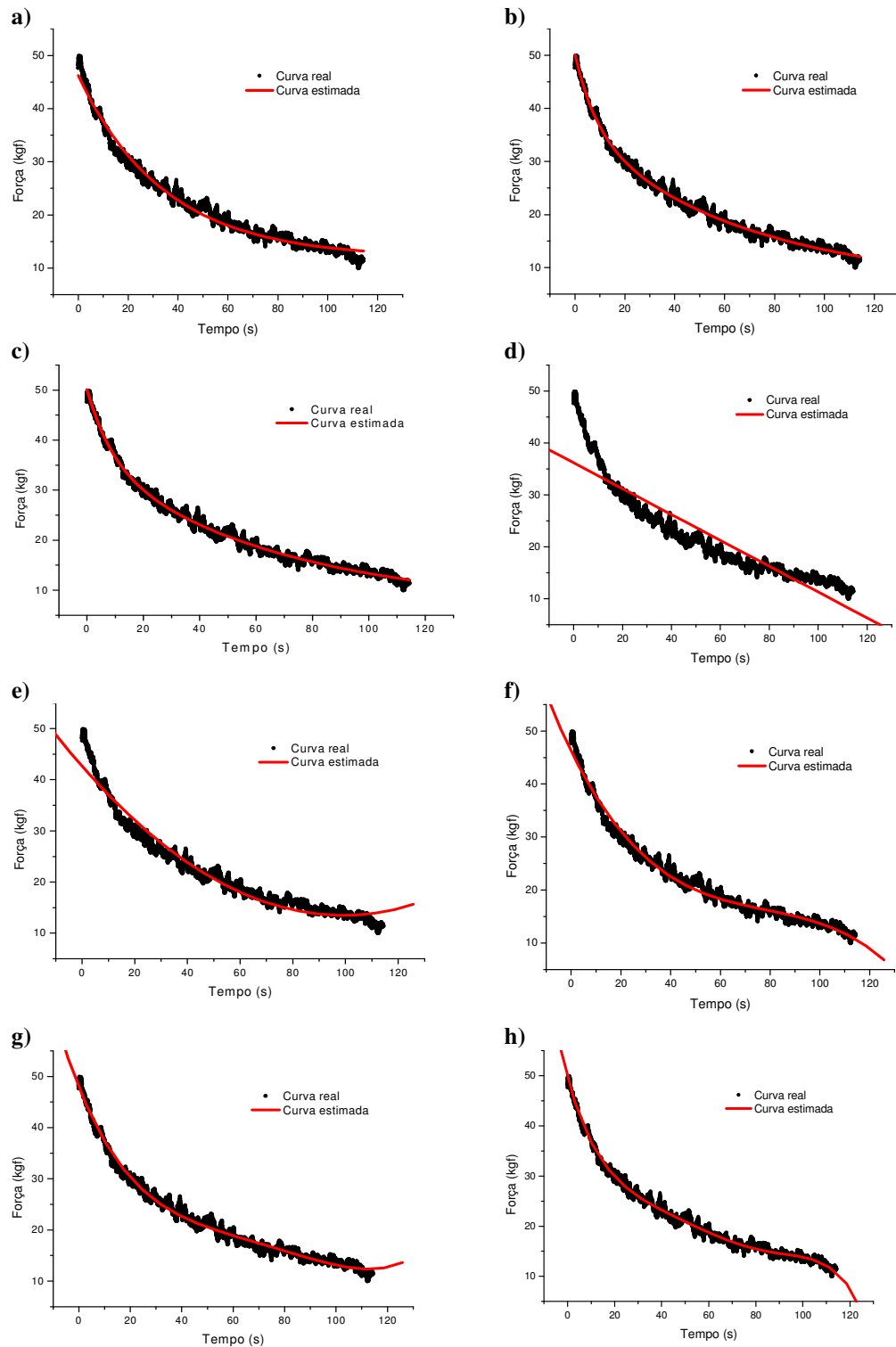


Gráfico 4 Curvas de força de apreensão (mediana) vs tempo obtidas em teste de força de apreensão contínuo para atletas (mão dominante) com diferentes tipos de ajuste de curva: a) exponencial de 1º ordem (Exp 1º); b) exponencial de 2º ordem (Exp 2º); c) exponencial de 3º ordem (Exp 3º); d) polinomial de 1º ordem (Poli 1º); e) polinomial de 2º ordem (Poli 2º); f) polinomial de 3º ordem (Poli 3º); g) polinomial de 4º ordem (Poli 4º); h) polinomial de 5º ordem (Poli 5º).

Na tabela 3, são mostrados os valores de R^2 obtidos para as diferentes regressões nas curvas de força (mediana) vs tempo para cada grupo.

Tabela 3 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo obtidos em teste de preensão manual contínuo nos grupos: exponencial de 1º ordem (Exp 1º), exponencial de 2º ordem (Exp 2º), exponencial de 3º ordem (Exp 3º), polinomial de 1º ordem (Poli 1º), polinomial de 2º ordem (Poli 2º), polinomial de 3º ordem (Poli 3º), polinomial de 4º ordem (Poli 4º), polinomial de 5º ordem (Poli 5º)

Grupo	Mão	R^2							
		Exp 1º	Exp 2º	Exp 3º	Poli 1º	Poli 2º	Poli 3º	Poli 4º	Poli 5º
Não atletas	Dominante	0,975	0,989	0,989	0,842	0,954	0,973	0,983	0,987
	Não-dominante	0,942	0,979	0,979	0,834	0,916	0,948	0,971	0,978
Aikidô	Dominante	0,97	0,989	0,989	0,853	0,945	0,976	0,985	0,989
	Não-dominante	0,968	0,986	0,986	0,879	0,955	0,969	0,984	0,988
Jiu-jitsu	Dominante	0,968	0,978	0,978	0,83	0,95	0,965	0,975	0,979
	Não-dominante	0,971	0,985	0,985	0,826	0,94	0,973	0,984	0,985
Judô	Dominante	0,987	0,992	0,992	0,886	0,975	0,989	0,99	0,992
	Não-dominante	0,964	0,983	0,983	0,852	0,939	0,974	0,981	0,983
Remo	Dominante	0,972	0,982	0,982	0,875	0,953	0,98	0,982	0,983
	Não-dominante	0,951	0,975	0,975	0,848	0,933	0,953	0,97	0,976
Atletas	Dominante	0,983	0,992	0,992	0,856	0,963	0,985	0,989	0,992
	Não-dominante	0,975	0,988	0,988	0,867	0,955	0,979	0,987	0,989

Segundo a tabela 3, os valores de R^2 da regressão exponencial de terceira ordem, foram os mais próximos de 1. Além disso, a curva exponencial de 3º ordem foi a que visualmente melhor se ajustou à curva experimental. Comparando-se a curva gerada pela equação exponencial de 3º ordem (gráfico 4-c) com as geradas pelas equações exponenciais, verifica-se visualmente que após o tempo de 114,33 s, os valores de y (força) obtidos na curva de regressão exponencial têm um melhor ajuste com os dados experimentais do que as curvas polinomiais. As curvas geradas pelas equações polinomiais (gráficos 4-d a 4-h), possuem uma inclinação abrupta após o término da curva de força, que teoricamente, não representam as características da força de preensão manual após o tempo 114,33 s.

Portanto, a equação exponencial de 3º ordem genérica utilizada para análise dos dados foi:

$$y = A1*\exp(-x/t1) + A2*\exp(-x/t2) + A3*\exp(-x/t3) + y0 \quad (7)$$

Este ajuste foi então escolhido para a análise das curvas de força de preensão manual contínua nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90 s e 114,33 s e o $P_{estab.}$, medidos para cada sujeito. Na tabela 4 estão contidos os valores de R^2 obtidos para a regressão exponencial de 3º ordem de cada curva de força de preensão manual contínua para cada sujeito da pesquisa. Nota-se que algumas curvas não possuíam valores de R^2 acima de 0,9, porém ao realizar a curva mediana de cada grupo, os valores de R^2 possuíam baixo índice de dispersão dos dados.

Tabela 4 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo (regressão exponencial de terceira ordem) obtidos em teste de preensão manual contínuo para cada sujeito

Sujeitos	Modalidade*	R^2			
		Atletas		Não atletas	
		Mão dominante	Mão não-dominante	Mão dominante	Mão não-dominante
1	Aikidô	0,977	0,906	0,980	0,979
2		0,89	0,908	0,869	0,840
3		0,914	0,946	0,877	0,812
4		0,99	0,966	0,979	0,979
5		0,899	0,948	0,967	0,939
6		0,947	0,952	0,904	0,804
7		0,924	0,848	0,981	0,906
8	Jiu-jitsu	0,887	0,915	0,940	0,934
9		0,771	0,906	0,913	0,906
10		0,936	0,967	0,850	0,918
11		0,880	0,874	0,927	0,964
12		0,874	0,804	0,822	0,890
13		0,805	0,904	0,931	0,503
14		0,962	0,833	0,864	0,851
15		0,870	0,914	0,940	0,776
16	Judô	0,855	0,928	0,889	0,710
17		0,964	0,960	0,891	0,897
18		0,958	0,984	0,916	0,916
19		0,989	0,802	0,947	0,959
20		0,939	0,963	0,895	0,895
21		0,940	0,473	0,944	0,886
22		0,943	0,956	-	-
23	Remo	0,769	0,797	-	-
24		0,819	0,882	-	-
25		0,970	0,973	-	-
26		0,684	0,830	-	-
27		0,936	0,959	-	-
28		0,920	0,632	-	-
29		0,920	0,957	-	-

* As modalidades descritas são validas somente para o grupo dos atletas, no grupo dos não atletas não se enquadra nenhuma das modalidades citadas

As regressões realizadas nas curvas obtidas com o grupo dos não atletas não apresentaram valores de R^2 baixos. Os valores de R^2 da mão dominante neste grupo mostraram menor variabilidade que os da mão não-dominante. Isto pode ser devido ao maior controle da força na mão dominante, impedindo desta forma mudanças abruptas da força durante o teste. Para o grupo de atletas, as análises de regressão nas curvas obtidas apresentaram valores maiores R^2 que os observados para o grupo de indivíduos não atletas.

3.4.3 Teste de preensão manual intervalar

Para verificar a influência de um período de descanso depois de uma contração muscular máxima no comportamento da fadiga e força muscular através do tempo, utilizou-se o teste de preensão manual intervalar. O sujeito foi instruído a realizar uma contração máxima a cada segundo (1 Hz) durante 4 minutos. Através de um metrônomo digital (ROBIC – Sports SC-700) ajustado na frequência de 1 Hz o sujeito manteve o ritmo de contração até o final do teste.

A posição do sujeito e os procedimentos iniciais (explicação, aquecimento) foram os mesmos utilizados na contração isométrica contínua. Durante o teste, os avaliadores permaneceram em silêncio, somente intervindo se ocorresse algum erro de coleta ou posicionamento do sujeito.

O teste intervalar teve o objetivo de verificar a força com uma fração pequena de tempo de descanso (1 s), comparando-a entre os grupos analisados e em relação à dominância de mão, verificando se houve relação entre o desempenho no teste e as características de cada tipo de contração muscular.

Foram retirados das curvas de força de preensão intervalar, apenas os picos de força de cada contração muscular realizada (240 valores). O trecho da curva força vs tempo destinado à

determinação das variáveis F_{xs} , F_{final} , $\%F$, $\%F_{xs}$ e P_{estab} foi selecionado a partir da $F_{máx}$ até F_{final} (final da contração muscular de cada experimento).

As medidas de força de preensão intervalar do presente trabalho tiveram como objetivo avaliar as variáveis: $F_{máx}$; F_{xs} nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90 s, 114,33 s, 150 s, 180 s e 210 s (denominadas F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} , F_{60s} , F_{90s} , $F_{114,33s}$, F_{150s} , F_{180s} e F_{210s} respectivamente); F_{final} , $\%F_{xs}$ nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90s, 114,33s, 150 s, 180 e 210 s (denominadas $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$, $\%F_{30s}$, $\%F_{60s}$, $\%F_{90s}$, $\%F_{114,33s}$, $\%F_{150s}$, $\%F_{180s}$ e $\%F_{210s}$ respectivamente), $\%F$, e P_{estab} .

Assim como o teste força de preensão manual isométrico contínuo a aquisição dos dados de força só ocorreu após 5 s do início da aquisição, pelos mesmos motivos já citados anteriormente. Após o instante 245 s, o avaliador avisou o sujeito que havia terminado o teste, continuando a aquisição até o instante 260 s, com o intuito de verificar o comportamento do dinamômetro após o teste.

Foram utilizados na análise dos dados, apenas os valores do pico máximo de força de cada contração por estar-se avaliando neste estudo apenas o desempenho da força dos sujeitos relacionado à força máxima aplicada em cada contração muscular. A análise da fase de subida e descida de cada curva de contração muscular encontra-se ainda em estudo e não são apresentados neste trabalho.

3.4.3.1 Considerações sobre as curvas de força vs tempo no teste de preensão manual intervalar

As curvas da mediana da força de preensão manual intervalar medidas para cada grupo foram submetidas a diferentes tipos de regressão. Um exemplo das curvas de regressão obtidas (grupo de atletas, mão dominante), é mostrado no gráfico 5. A metodologia utilizada na escolha da melhor regressão para as curvas, foi a mesma utilizada nas curvas de força de preensão manual

contínua. Na tabela 5, são mostrados os valores de R^2 obtidos das curvas medianas de força para cada grupo, em função da dominância, para as diferentes regressões.

Tabela 5 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo obtidos em teste de prensão manual intervalar nos grupos: exponencial de 1º ordem (Exp 1º), exponencial de 2º ordem (Exp 2º), exponencial de 3º ordem (Exp 3º), polinomial de 1º ordem (Poli 1º), polinomial de 2º ordem (Poli 2º), polinomial de 3º ordem (Poli 3º), polinomial de 4º ordem (Poli 4º), polinomial de 5º ordem (Poli 5º).

Grupo	Mão	R^2							
		Exp 1º	Exp 2º	Exp 3º	Poli 1º	Poli 2º	Poli 3º	Poli 4º	Poli 5º
Não atletas	Dominante	0,978	0,981	0,981	0,777	0,943	0,976	0,980	0,980
	Não-dominante	0,968	0,978	0,978	0,786	0,923	0,969	0,973	0,977
Aikidô	Dominante	0,971	0,971	0,971	0,791	0,956	0,968	0,973	0,973
	Não-dominante	0,952	0,966	0,966	0,805	0,921	0,951	0,972	0,972
Jiu-jitsu	Dominante	0,957	0,957	0,957	0,726	0,923	0,966	0,97	0,974
	Não-dominante	0,956	0,964	0,965	0,663	0,875	0,947	0,955	0,967
Judô	Dominante	0,971	0,977	0,978	0,818	0,946	0,973	0,974	0,977
	Não-dominante	0,977	0,98	0,98	0,842	0,967	0,978	0,978	0,98
Remo	Dominante	0,969	0,977	0,977	0,70	0,92	0,957	0,967	0,977
	Não-dominante	0,958	0,969	0,969	0,775	0,914	0,962	0,967	0,994
Atletas	Dominante	0,972	0,977	0,977	0,736	0,927	0,970	0,972	0,977
	Não-dominante	0,962	0,974	0,974	0,767	0,927	0,961	0,963	0,970

Segundo a tabela 5, os valores de R^2 da regressão exponencial de terceira ordem, foram os que possuíram valores mais próximos de 1, além disso, a curva exponencial de 3º ordem foi a que visualmente melhor se ajustou à curva experimental. Este ajuste foi escolhido para a análise das curvas de força de prensão manual nos instantes: 3 s, 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, 60 s, 90 s, 114,33 s, 150 s, 180 s, 210 s e 240 s ($F_{final.}$) e o $P_{estab.}$, medidos para cada sujeito.

A forma de aplicação e uso da equação exponencial de terceira ordem nas curvas de força de prensão manual intervalares foram as mesmas utilizadas para as curvas de força de prensão manual contínua.

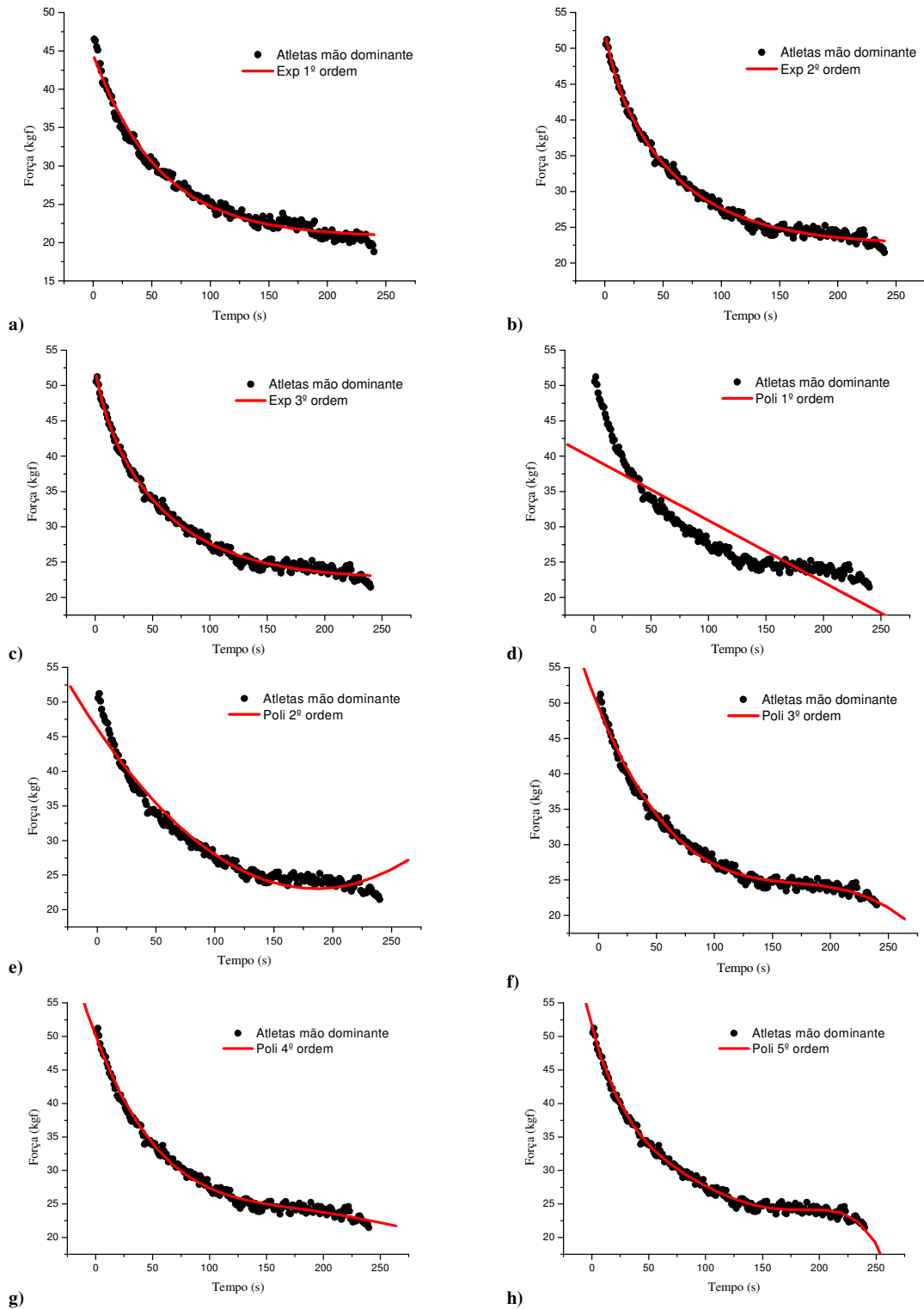


Gráfico 5 Curvas da mediana da força de prensão (mediana) vs tempo obtidas em teste de força de prensão intervalar para atletas (mão dominante) com diferentes tipos de ajuste de curva: a) exponencial de 1º ordem (Exp 1º); b) exponencial de 2º ordem (Exp 2º); c) exponencial de 3º ordem (Exp 3º); d) polinomial de 1º ordem (Poli 1º); e) polinomial de 2º ordem (Poli 2º); f) polinomial de 3º ordem (Poli 3º); g) polinomial de 4º ordem (Poli 4º); h) polinomial de 5º ordem (Poli 5º)

Na tabela 6 estão contidos os valores de R^2 obtidos para a regressão exponencial de 3º ordem de cada curva de força de preensão manual intervalar para cada sujeito da pesquisa. Nota-se que algumas curvas não possuíam valores de R^2 acima de 0,9, porém ao realizar a curva mediana de cada grupo, os valores de R^2 possuíam baixo índice de dispersão dos dados (R^2 alto).

Tabela 6 Valores de R^2 dos ajustes das curvas de força vs tempo (regressão exponencial de terceira ordem) obtidos em teste de preensão manual intervalar para cada sujeito.

Sujeitos	Modalidade*	R^2			
		Atletas		Não atletas	
		Mão dominante	Mão não-dominante	Mão dominante	Mão não-dominante
1	Aikidô	0,593	0,833	0,961	0,802
2		0,861	0,837	0,856	0,709
3		0,914	0,281	0,948	0,859
4		0,807	0,709	0,964	0,932
5		0,831	0,873	0,830	0,942
6		0,923	0,916	0,960	0,951
7		0,88	0,752	0,848	0,859
8	Jiu-jitsu	0,844	0,790	0,921	0,911
9		0,778	0,871	0,942	0,911
10		0,600	0,789	0,713	0,784
11		0,402	0,527	0,921	0,929
12		0,844	0,741	0,928	0,775
13		0,851	0,793	0,950	0,868
14		0,907	0,849	0,554	0,630
15	Judô	0,824	0,781	0,858	0,689
16		0,514	0,666	0,893	0,675
17		0,943	0,858	0,667	0,767
18		0,891	0,850	0,808	0,707
19		0,928	0,915	0,562	0,595
20		0,899	0,861	0,923	0,867
21		0,936	0,929	0,965	0,894
22	Remo	0,557	0,946	-	-
23		0,891	0,818	-	-
24		0,831	0,901	-	-
25		0,926	0,935	-	-
26		0,637	0,418	-	-
27		0,789	0,597	-	-
28		0,947	0,866	-	-
29		0,913	0,952	-	-

* As modalidades descritas são validas somente para o grupo dos atletas, no grupo dos não atletas não se enquadra nenhuma das modalidades citadas

Os valores de R^2 nas curvas medianas da mão não-dominante para os grupos obtiveram menores valores, apesar de ser uma diferença pequena, esta ocorre devido a um melhor controle da força de preensão na mão dominante.

Os valores de R^2 nas curvas individuais de força de preensão manual intervalar foram menores se comparados aos valores de R^2 nas curvas de força de preensão manual contínua. Esta diferença pode ocorrer devido ao tempo de descanso ($\pm 0,5$ s) entre as contrações musculares e a acomodação da mão do sujeito ao dinamômetro de preensão manual. Estes acontecimentos podem fazer com que o sujeito aumente o valor da força empregada no dinamômetro, devido a mudança da posição da mão, recrutar com mais intensidade um grupo muscular diferente daquele que estava sendo utilizado na posição anterior, sendo que neste novo grupamento muscular existe uma capacidade maior de realizar força em intensidades máximas por não estar sendo intensamente utilizado. Após fadigar este grupamento muscular da nova posição da mão, o sujeito retornava à posição inicial, onde nesta, os grupamentos musculares estavam um pouco mais recuperados do esforço inicial, porém com uma parcela de fadiga.

Baseado nos valores de R^2 encontrados em cada sujeito da pesquisa supôs-se que os dados de força mensurados têm um bom ajuste ao modelo proposto, sendo este usado para determinar as variáveis dependentes deste estudo.

3.5 TRATAMENTO ESTATÍSTICO

A análise das curvas de Força vs tempo descrita anteriormente nos itens 3.4.2.1 e 3.4.3.1 consistiu de cálculos de regressão não linear, empregando o *software* Origin 7.5[®] for Windows.

A seguir, os dados de cada grupo foram submetidos a testes de normalidade e devido ao tamanho de cada grupo, foi empregado o teste de *Shapiro-Wilk* a um nível de significância (α) de 5%.

As hipóteses do teste de normalidade foram:

H_0 : Os dados da variável dependente apresentam distribuição normal ($p > \alpha$)

H_1 : Os dados da variável dependente não apresentam distribuição normal ($p \leq \alpha$)

Onde: p corresponde à probabilidade de significância.

Os testes mostraram que os coeficientes de normalidade discutidos neste item são fundamentais para a decisão de quais testes de comparação entre grupos serão apropriados (paramétricos ou não-paramétricos).

A seguir, procedeu-se à determinação das medidas descritivas e aos testes de comparação entre grupos, de acordo com os objetivos específicos. Calcularam-se inicialmente a média aritmética, desvio padrão e mediana em todas as variáveis analisadas. Todas estas, serão apresentadas posteriormente através de tabelas.

Adicionalmente, foram realizados os seguintes testes de comparação entre grupos:

a) Para as comparações entre mão dominante e não dominante, cujas variáveis apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste t. As hipóteses deste teste foram:

H_0 : A média dos valores da variável medida não se altera em função da dominância ($\mu_D = \mu_{ND}$);

H_1 : A média dos valores da variável medida para a mão dominante, é maior que a medida para a mão não-dominante ($\mu_D > \mu_{ND}$);

E, para as variáveis cujos dados não apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste de sinais em postos de *Wilcoxon*, com as seguintes hipóteses deste teste foram:

H_0 : Os valores da variável não se alteram com a dominância de mão;

H_1 : Os valores da variável aumentam para a mão não-dominante;

b) Nas comparações entre mais de dois grupos de indivíduos (atletas de jiu-jitsu, judô, remo, aikidô e não atletas), nas variáveis que apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste de análise de variância One Way (ANOVA). As hipóteses deste teste foram:

H_0 : Todas as médias dos grupos são iguais;

H_1 : A média de ao menos um grupo difere dos demais;

O teste Post-Hoc de Scheffé foi empregado para indicar entre quais grupos ocorreu diferença significativa nas variáveis analisadas.

Nas variáveis que não apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste de Kruskal Wallis para verificar a ocorrência de diferenças entre os grupos. As hipóteses deste teste foram:

H_0 : Os grupos têm a mesma distribuição de valores;

H_1 : Os grupos não têm a mesma distribuição de valores;

O teste U de Mann-Whitney foi empregado para indicar entre quais grupos ocorreu diferença significativa nas variáveis analisadas. Neste caso, as hipóteses foram:

H_0 : Os dois grupos têm a mesma distribuição de valores;

H_1 : Os dois grupos não têm a mesma distribuição de valores;

c) Nas comparações entre dois grupos de indivíduos (atletas e não atletas) e cujas variáveis apresentaram distribuição normal foi empregado o teste t. As hipóteses deste teste foram:

H_0 : A média dos valores da variável medida não se altera em função do tipo de indivíduo ($\mu_{At} = \mu_{NAI}$);

H_1 : A média dos valores da variável medida para os atletas, é maior que a medida para os não atletas ($\mu_{At} > \mu_{NAI}$);

Para as variáveis cujos dados não apresentaram distribuição normal, foi empregado o teste *U de Mann-Whitney*. As hipóteses do teste foram:

H_0 : Os dois grupos tem a mesma distribuição para a variável em função do tipo de indivíduo

H_1 : Os dois grupos não tem a mesma distribuição para a variável em função do tipo de indivíduo

Todos os testes estatísticos foram realizados considerando um nível de significância (α) de 5%, e efetuados através do programa SPSS[®] 14.0.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente serão abordados os resultados obtidos em cada grupo (aikidô, jiu-jitsu, judô, remo e não atletas), comparando os resultados entre a dominância de mãos e entre os grupos avaliados. Após isto, os resultados serão agrupados em apenas um grupo de atletas (jiu-jitsu, judô e remo) sendo este grupo analisado em comparação ao grupo dos não atletas. Ambos os testes (contínuo e intervalar) serão discutidos nos capítulos subseqüentes. Porém será dado um enfoque diferenciado aos aspectos da resistência muscular (decréscimo da força ao longo do tempo) e a força muscular de preensão.

4.1 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE PREENSÃO MANUAL EM CADA MODALIDADE ESPORTIVA E EM NÃO ATLETAS

Inicialmente foi realizado um teste de normalidade nas variáveis medidas em cada grupo avaliado para verificar o comportamento das mesmas. Os resultados obtidos no teste contínuo podem ser visualizados na tabela 7 e os obtidos no teste intervalar, na tabela 8. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).

Tabela 7 Valores de p (probabilidade de significância) obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para cada modalidade esportiva e para não atletas em teste de preensão manual contínuo. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).

Variáveis	Teste Contínuo									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	0,80	0,14	0,68	0,97	0,36	0,31	0,66	0,70	0,57	0,37
F_{3s}	0,48	0,35	0,32	1,00	0,85	0,82	0,46	0,38	0,48	0,66
F_{6s}	0,62	0,59	0,36	0,72	0,72	0,89	0,36	0,13	0,67	0,51
F_{9s}	0,88	0,92	0,35	0,81	0,67	0,72	0,39	0,12	0,67	0,85
F_{12s}	0,90	0,98	0,31	0,95	0,57	0,60	0,35	0,21	0,64	0,93
F_{15s}	0,95	0,97	0,34	1,00	0,51	0,48	0,30	0,42	0,76	0,77
F_{30s}	0,65	0,88	0,69	0,35	0,31	0,44	0,61	0,35	0,84	0,94
F_{60s}	0,90	0,52	0,57	0,16	0,99	0,48	0,87	0,47	1,00	0,69
F_{90s}	0,35	0,35	0,37	<i>0,01</i>	0,83	0,79	0,91	0,33	0,07	0,18
F_{final}	0,11	0,75	0,18	<i>0,02</i>	0,94	0,85	0,33	1,00	<i>0,05</i>	0,24
$\%F_{3s}$	0,18	0,33	0,65	0,13	0,13	0,84	<i>0,03</i>	0,09	<i>0,01</i>	0,56
$\%F_{6s}$	<i>0,02</i>	0,15	0,76	0,44	0,69	0,86	0,23	0,75	<i>0,01</i>	1,00
$\%F_{9s}$	<i>0,03</i>	0,74	0,67	0,73	0,78	0,40	0,50	0,86	<i>0,02</i>	0,64
$\%F_{12s}$	0,09	0,88	0,64	0,56	0,47	0,14	0,65	0,72	0,06	0,35
$\%F_{15s}$	0,35	0,74	0,52	0,93	0,15	0,07	0,70	0,63	0,19	0,45
$\%F_{30s}$	0,19	0,88	<i>0,02</i>	0,10	0,87	<i>0,01</i>	0,62	0,38	0,31	0,31
$\%F_{60s}$	<i>0,05</i>	0,77	<i>0,00</i>	0,65	0,67	0,22	0,29	0,47	0,85	0,39
$\%F_{90s}$	0,53	0,89	0,09	0,25	0,90	0,33	0,45	0,46	0,10	0,08
$\%F_{total}$	0,16	0,60	0,82	0,48	0,66	0,22	0,21	0,61	0,09	0,29
$P_{estab.}$	0,31	0,40	0,92	0,86	0,97	0,05	0,08	0,76	0,95	0,78

No teste contínuo os não atletas foi o grupo onde foi obtido o maior número de variáveis não normais (4 - F_{final} , $\%F_{3s}$, $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$), isto somente ocorreu na mão dominante, demonstrando uma maior variabilidade de valores de decréscimo inicial de força nesta mão. No teste intervalar isto não ocorreu, apenas algumas variáveis apresentaram valores não normais dentro dos grupos. Isso demonstra que no teste intervalar houve uma aproximação maior entre os resultados entre os grupos.

Tabela 8 Valores de p (probabilidade de significância), obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para cada modalidade esportiva e para não atletas em teste de prensão manual intervalar. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).

Variáveis	Teste intervalar									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	0,92	0,81	0,81	0,57	0,97	0,70	0,11	0,36	0,89	0,29
F_{3s}	0,95	0,76	0,58	0,39	0,63	0,44	0,07	0,13	0,50	0,48
F_{6s}	0,64	0,55	0,34	0,31	0,52	0,39	0,16	0,15	0,30	0,39
F_{9s}	0,32	0,44	0,28	0,26	0,14	0,50	0,17	0,21	0,36	0,31
F_{12s}	0,19	0,28	0,31	0,27	0,06	0,45	0,16	0,28	0,44	0,62
F_{15s}	0,09	0,18	0,35	0,30	<i>0,03</i>	0,40	0,16	0,35	0,48	0,62
F_{30s}	0,12	0,30	0,40	0,56	<i>0,04</i>	0,65	0,38	0,61	0,92	0,76
F_{60s}	0,22	0,34	0,24	0,80	0,36	0,67	0,18	0,79	0,75	0,53
F_{90s}	0,29	0,18	0,21	0,70	0,38	0,71	0,37	0,81	0,71	0,13
$F_{114,330s}$	0,19	0,34	0,27	0,46	0,63	0,90	0,50	0,69	0,62	0,10
F_{150s}	0,13	0,53	0,48	0,29	0,80	0,47	0,84	0,38	0,52	0,12
F_{180s}	0,09	0,72	0,62	0,46	0,94	0,11	0,90	0,14	0,37	0,24
F_{210s}	0,10	0,85	0,36	0,85	0,99	0,05	0,82	0,39	0,21	0,27
F_{final}	0,37	0,48	0,52	0,80	0,59	0,10	0,33	0,62	0,21	0,55
$\%F_{3s}$	0,29	0,56	<i>0,02</i>	0,23	0,29	0,17	0,14	0,16	1,00	0,75
$\%F_{6s}$	0,83	0,79	0,28	0,50	0,73	0,33	0,52	0,81	0,96	0,79
$\%F_{9s}$	0,92	0,90	0,87	0,74	0,44	0,23	0,25	0,38	0,86	0,82
$\%F_{12s}$	0,98	0,91	0,97	0,97	0,11	0,62	0,23	0,34	0,66	0,57
$\%F_{15s}$	0,92	0,80	0,99	0,98	0,10	0,84	0,27	0,17	0,24	0,40
$\%F_{30s}$	0,54	0,97	0,93	0,97	0,12	0,70	0,53	0,11	0,17	0,14
$\%F_{60s}$	0,69	0,57	0,80	0,89	0,54	0,56	0,60	<i>0,04</i>	0,44	0,11
$\%F_{90s}$	0,67	0,19	0,24	0,67	0,94	0,88	0,47	0,97	0,81	0,49
$\%F_{114,330s}$	0,59	0,19	<i>0,01</i>	0,72	0,63	0,53	0,22	0,99	0,98	0,41
$\%F_{150s}$	0,21	0,14	<i>0,02</i>	0,56	0,27	0,19	0,26	0,92	0,75	0,52
$\%F_{180s}$	0,17	0,14	0,14	0,25	0,25	0,12	0,37	0,68	0,77	0,40
$\%F_{210s}$	0,45	0,20	0,55	0,11	0,20	0,12	0,70	0,70	0,58	0,41
$\%F_{total}$	0,14	0,33	0,95	<i>0,02</i>	<i>0,02</i>	0,17	0,50	0,75	0,16	0,59
$P_{estab.}$	0,23	0,50	<i>0,00</i>	<i>0,01</i>	0,10	0,91	0,35	0,47	0,06	0,06

4.1.1 Análise descritiva dos valores de força em instantes determinados

Dentre os valores descritivos, foi optado por analisar apenas os valores da mediana de cada variável nos grupos, pois nos casos em que a variável apresenta distribuição normal representa melhor a posição central da distribuição. Na tabela 9, observam-se os valores da mediana da força de prensão em instantes determinados para cada grupo no teste de prensão

manual contínua. Os valores encontrados no grupo dos atletas de jiu-jitsu, são os que obtiveram maiores valores, porém como será mostrado mais tarde, possuem diferença significativa apenas com o grupo dos não atletas em alguns instantes ($F_{máx.}$, F_{15s} e F_{30s}).

Tabela 9 Valores de força (mediana) em instantes determinados para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual contínuo.

Variáveis	Teste Contínuo									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	56,7	56,3	50,7	44,9	45,8	44,6	46,8	31,9	45,8	41,2
F_{3s}	45,8	46,7	44,3	36,2	44,7	39,1	39,4	25,8	38,3	32,2
F_{6s}	41,4	41,4	40,7	33,2	41,4	36,2	36,9	23,5	33,8	28,7
F_{9s}	39,1	37,6	38,3	30,6	38,5	34,0	33,4	22,9	30,9	27,7
F_{12s}	36,9	34,3	36,4	28,4	36,3	32,3	30,5	22,3	28,4	25,6
F_{15s}	34,3	31,9	34,6	27,4	34,0	30,7	28,3	21,7	26,6	24,0
F_{30s}	27,9	24,9	27,4	22,6	25,8	25,1	21,8	18,9	21,5	20,1
F_{60s}	17,9	17,8	19,6	14,7	19,1	18,2	15,8	13,7	15,0	15,8
F_{90s}	16,7	13,8	14,3	10,4	15,3	14,8	12,3	9,4	11,6	11,5
F_{final}	14,2	10,9	11,5	9,4	12,6	12,4	10,2	7,2	9,9	9,7

No teste intervalar (tabela 10), novamente os atletas da modalidade de jiu-jitsu foram os que obtiveram maiores valores de força, tanto na mão dominante como na mão não-dominante. As modalidades de jiu-jitsu, judô e remo, obtiveram maiores resultados de força no teste intervalar se comparado ao teste contínuo, os atletas de aikidô e não atletas tiveram resultados muito próximos entre os testes. Isto pode ocorrer devido à semelhança ao tipo de contração muscular realizada no treinamento. Os atletas de jiu-jitsu, judô e remo realizam preensão manual com uma intensidade muito alta em certos momentos do treino, de maneira intervalada, caracterizando o teste. A modalidade de remo não realiza a força de preensão manual com tanta intensidade na prática esportiva, porém no treinamento de força a preensão manual é bastante exigida.

Os valores de F_{final} no teste intervalar, em todos grupos, obtiveram resultados quase com o dobro do valor em relação ao teste contínuo, demonstrando que apesar do pequeno intervalo de

descanso entre uma contração e outra (0,5 s) já é suficiente para que o metabolismo seja mais eficiente na recuperação energética em comparação ao teste contínuo.

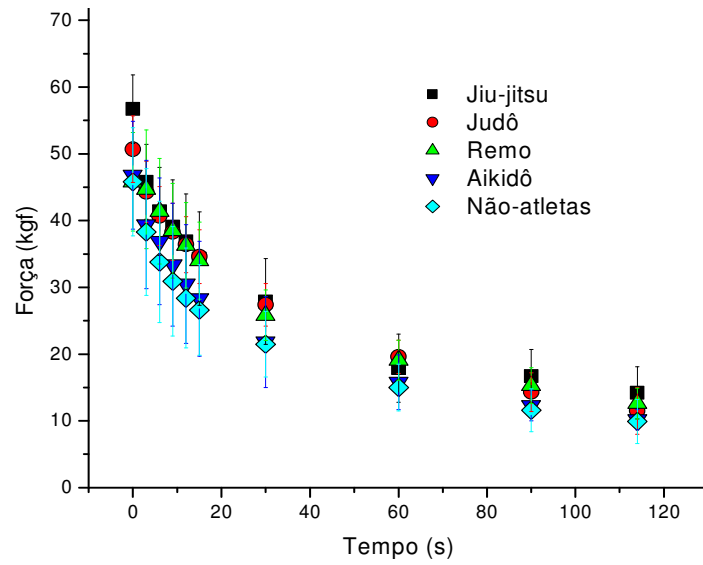
Tabela 10 Valores de força (mediana) em instantes determinados para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Teste Intervalar									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	60,5	53,8	52,1	47,1	51,7	46,2	46,8	44,0	46,1	45,5
F_{3s}	54,8	51,1	47,4	41,3	50,5	43,2	39,5	42,3	44,7	42,4
F_{6s}	51,2	48,9	45,0	40,3	48,2	41,0	41,1	40,9	42,0	40,2
F_{9s}	48,2	46,9	42,4	39,1	46,3	40,2	39,7	39,5	39,5	38,5
F_{12s}	45,6	45,2	41,2	37,7	44,5	39,4	38,5	37,7	38,3	37,0
F_{15s}	43,5	43,5	40,3	36,5	42,9	38,7	37,6	36,3	36,5	35,1
F_{30s}	37,9	37,6	35,9	32,1	35,9	34,0	35,8	31,5	31,7	29,9
F_{60s}	33,0	31,5	29,3	27,3	30,6	27,3	30,7	27,5	25,8	24,5
F_{90s}	31,5	28,9	26,8	24,2	27,8	24,2	26,3	25,7	22,1	22,3
$F_{114,330s}$	31,3	28,0	25,6	22,1	26,7	23,3	24,1	23,6	21,0	20,8
F_{150s}	31,3	27,1	24,1	20,8	26,2	23,3	21,9	23,3	19,3	19,1
F_{180s}	30,7	26,3	22,3	19,6	25,7	22,3	20,8	22,2	18,5	17,9
F_{210s}	29,5	25,5	20,7	18,3	24,7	21,7	19,9	21,4	17,9	16,8
F_{final}	26,8	21,2	21,0	17,6	23,4	19,7	18,7	20,6	17,5	16,4

Nos gráficos 6 e 7 é possível visualizar o decréscimo de força ao longo do tempo em todas as modalidades. A modalidade de jiu-jitsu foi o grupo que apresentou maiores valores de força máxima em todos os testes. Somente na mão não-dominante do teste contínuo, a modalidade de remo obteve valores maiores da F_{final} que o grupo do jiu-jitsu.

Nos gráficos 6-A e 6-B, observa-se que a mão dominante no teste contínuo, possui valores próximos de força entre os grupos durante todo o decorrer do teste, porém, na mão não-dominante, os valores iniciais de força não estão próximos entre os grupos, somente no instante 30 s é que ocorre uma aproximação dos valores, indicando uma desproporção de força em alguns grupos avaliados na mão não-dominante.

A)



B)

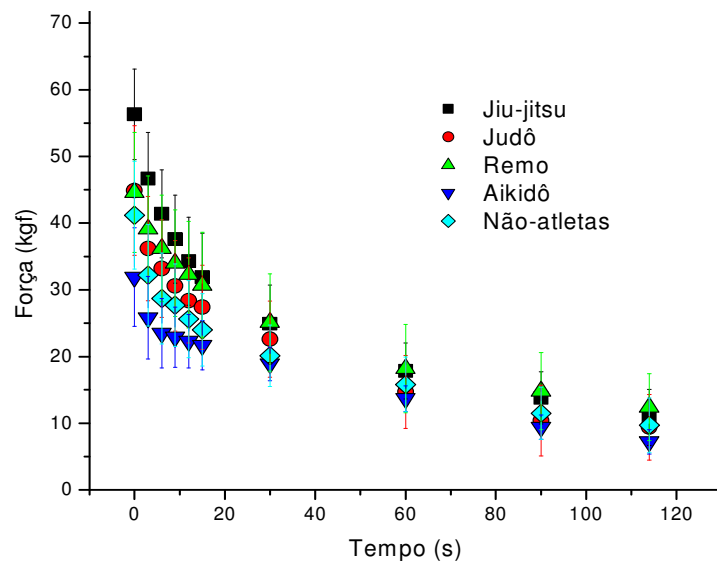
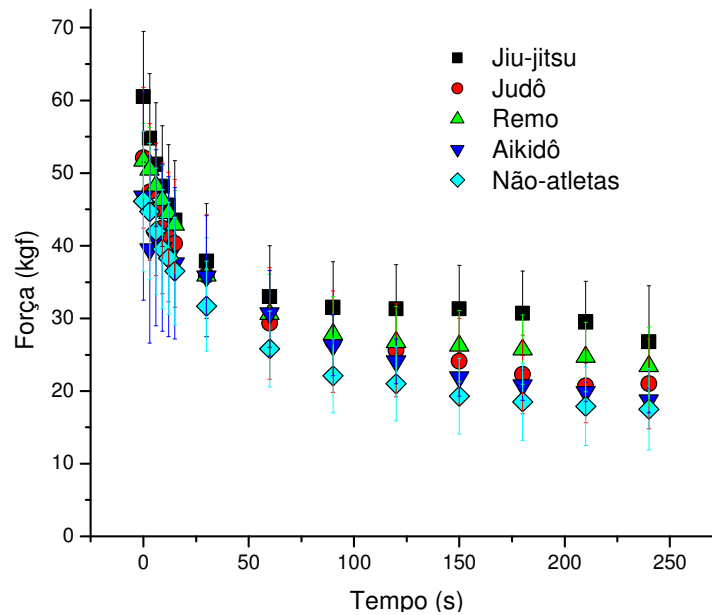


Gráfico 6 Valores de força (mediana) em instantes determinados: A) mão dominante; B) mão não-dominante para cada grupo avaliado no teste de preensão manual contínuo.

No teste intervalar, os grupos obtiveram valores próximos em ambas as mãos, somente na mão dominante, o grupo de jiu-jitsu obteve valores superiores aos outros grupos durante todo o teste.

A)



B)

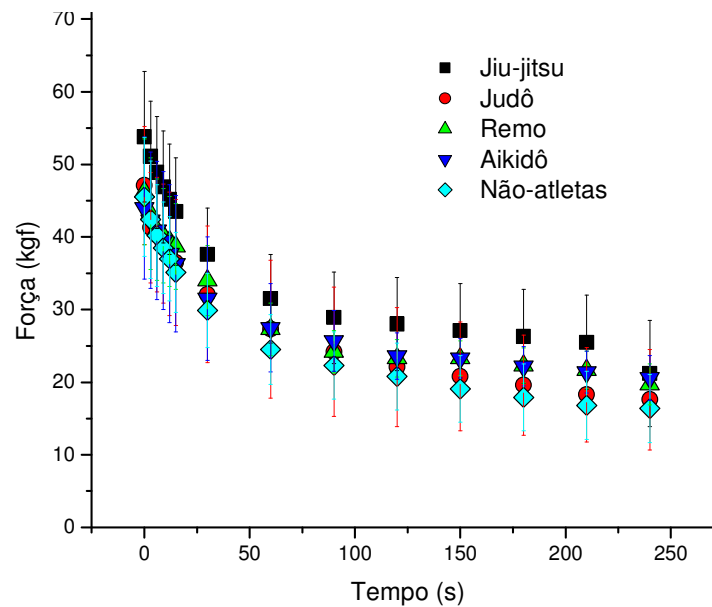


Gráfico 7 Valores de força (mediana) em instantes determinados: A) mão dominante; B) mão não-dominante para cada grupo avaliado no teste de preensão manual intervalar.

O grupo dos não atletas, foi o que apresentou menores valores em ambas as mãos no teste intervalar. Próximo a ele ficou a modalidade de aikidô, que apenas após os 30 s no teste intervalar em ambas as mãos, começou a apresentar valores similares às outras modalidades esportivas. A

modalidade de aikidô, apresentou valores menores que os dos não atletas na mão não-dominante durante o teste contínuo. Isto pode-se suceder devido ao fato dos atletas da amostra pertencente a esta modalidade não possuírem um treinamento de força constante e periodizado, os treinamentos são apenas voltados para a técnica de movimento.

4.1.2 Testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos

Não foram obtidas muitas diferenças entre os grupos avaliados na mão dominante durante o teste contínuo. Na tabela 11 é possível visualizar os valores obtidos nos testes de comparação entre os grupos. Apenas a modalidade de jiu-jitsu obteve diferença significativa em comparação aos não atletas na $F_{máx.}$, F_{15s} e F_{30s} . A modalidade de judô apresentou diferença significativa no instante F_{30s} em relação aos não atletas. Estes dois grupos (judô e jiu-jitsu) apresentaram diferença entre os não atletas no instante F_{30s} o que pode indicar uma fase crítica da manutenção da força de preensão, onde os atletas mais bem condicionados se sobressaem em relação aos não atletas. É também no instante F_{30s} que ocorre a estabilização da força no tempo.

Apesar dos resultados de diferença significativa entre os grupos obtidos, verifica-se na tabela 9 a diferença dos valores de força existentes na mão dominante entre os grupos, no qual o grupo da modalidade de aikidô, apresenta valores muito próximos aos dos não atletas. Somente entre os instante F_{6s} e F_{15s} que a modalidade de aikidô possui valores um pouco mais altos do que os não atletas ($\pm 2\text{kgf}$).

Tabela 11 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Teste Contínuo – Mão dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$F_{máx.}$	0,30	0,10	0,08	0,01	0,90	0,85	0,52	1,00	0,96	1,00
F_{3s}	0,73	0,53	0,40	0,05	0,98	0,91	0,47	0,99	0,77	1,00
F_{6s}	0,90	0,70	0,42	0,07	0,97	0,79	0,29	0,95	0,63	1,00
F_{9s}	0,96	0,76	0,39	0,06	0,96	0,65	0,18	0,90	0,53	1,00
F_{12s}	0,98	0,80	0,35	0,05	0,95	0,52	0,12	0,84	0,44	1,00
F_{15s}	0,99	0,83	0,32	0,05	0,94	0,44	0,08	0,78	0,36	1,00
F_{30s}	1,00	0,95	0,35	0,04	0,96	0,35	0,03	0,65	0,16	1,00
F_{60s}	1,00	1,00	0,57	0,08	1,00	0,57	0,07	0,66	0,12	0,99
F_{90s}	1,00	1,00	0,60	0,25	1,00	0,68	0,31	0,62	0,27	1,00
F_{final}	1,00	1,00	0,60	0,13	1,00	0,71	0,09	0,60	0,06	0,93

Na mão não-dominante, também no teste contínuo, ocorreram maiores situações de diferença significativa entre os grupos (tabela 12) se comparado a mão dominante. A modalidade de jiu-jitsu apresentou diferença significativa em relação a outros grupos. Em relação ao grupo dos não atletas os instantes foram: $F_{máx.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} . Em relação ao grupo do aikidô, as diferenças significativas encontradas foram nos instantes: $F_{máx.}$, F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} . O grupo dos atletas de judô apresentou diferença significativa apenas no instante em relação aos atletas de aikidô.

A mão não-dominante dos atletas de aikidô durante o teste contínuo, obteve valores de força inferiores aos dos não atletas durante todos os instantes, indicando um baixo preparo nesta mão para exercer atividades em intensidade máxima de maneira contínua com a mão não-dominante.

O teste intervalar apresentou maiores incidências de diferença significativa na mão dominante se comparado ao teste contínuo (tabela 13). Assim como no teste contínuo, a

modalidade de jiu-jitsu foi a que apresentou diferença entre as outras, neste caso, apenas com os não atletas.

Tabela 12 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Teste Contínuo – Mão não dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$F_{máx.}$	0,34	0,54	0,00	0,03	0,99	0,16	0,82	0,10	0,63	0,33
F_{3s}	0,26	0,69	0,01	0,01	0,90	0,37	0,75	0,12	0,29	0,74
F_{6s}	0,27	0,72	0,01	0,01	0,87	0,52	0,72	0,17	0,24	0,91
F_{9s}	0,33	0,78	0,03	0,02	0,88	0,59	0,70	0,22	0,24	0,96
F_{12s}	0,43	0,85	0,04	0,03	0,90	0,62	0,68	0,26	0,25	0,97
F_{15s}	0,54	0,90	0,07	0,05	0,92	0,63	0,67	0,29	0,27	0,98
F_{30s}	0,80	1,00	0,22	0,24	0,90	0,72	0,82	0,33	0,37	0,97
F_{60s}	0,95	1,00	0,36	0,68	0,94	0,66	0,95	0,34	0,64	0,80
F_{90s}	0,34	1,00	0,42	0,91	0,62	0,19	0,76	0,33	0,83	0,59
F_{final}	0,54	1,00	0,46	0,98	0,7	0,04	0,72	0,33	0,92	0,47

No teste intervalar, a $F_{máx}$ da mão dominante não apresentou diferença significativa entre os grupos, nos atletas de jiu-jitsu foi onde apresentou maior valor (60,5 kgf), os atletas de judô e remo apresentaram valores próximos (52,1 kgf e 51,7 kgf respectivamente), os atletas de aikidô com os não atletas também obtiveram valores próximos (46,8 kgf e 46,1 kgf, respectivamente). Entre os instantes F_{30s} e $F_{114,330s}$ do teste intervalar, o grupo dos não atletas apresentaram valores de força da mão dominante abaixo de todas as modalidades, no instante F_{30s} as modalidades de judô, remo e aikidô apresentaram o mesmo valor de força na mão dominante (35,9 kgf).

A mão não-dominante durante o teste intervalar (tabela 14) também apresentou diferença significativa apenas entre o grupo dos atletas de jiu-jitsu com os não atletas. Porém, na mão não-dominante foi apresentado valores significantes na $F_{máx.}$ e no instante F_{3s} , entre os instantes F_{30s} e F_{150s} não foram encontradas diferenças significativas.

Tabela 13 Valor de p nos testes de comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Teste Intervalar – Mão dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$F_{máx.}$	0,53	0,53	0,48	0,06	0,75	0,99	1,00	0,99	0,80	1,00
F_{3s}	0,54	0,57	0,46	0,08	1,00	0,98	0,79	0,99	0,81	1,00
F_{6s}	0,45	0,45	0,49	0,05	1,00	1,00	0,77	1,00	0,82	0,99
F_{9s}	0,41	0,38	0,49	0,03	1,00	1,00	0,75	1,00	0,83	0,98
F_{12s}	0,39	0,35	0,49	0,03	1,00	1,00	0,71	1,00	0,83	0,97
F_{15s}	0,39	0,18	0,49	0,02	0,56	1,00	0,68	0,95	0,23	0,96
F_{30s}	0,50	0,22	0,53	0,02	0,90	1,00	0,48	0,95	0,19	0,89
F_{60s}	0,67	0,49	0,55	0,02	0,99	0,99	0,26	1,00	0,51	0,79
F_{90s}	0,71	0,62	0,41	0,01	1,00	0,94	0,19	0,98	0,32	0,84
$F_{114,330s}$	0,66	0,71	0,38	0,01	1,00	0,95	0,25	0,95	0,27	0,88
F_{150s}	0,57	0,76	0,32	0,01	0,99	0,96	0,25	0,89	0,16	0,85
F_{180s}	0,52	0,84	0,31	0,01	0,96	0,98	0,31	0,82	0,12	0,87
F_{210s}	0,46	0,89	0,27	0,01	0,88	0,98	0,40	0,70	0,10	0,92
F_{final}	0,71	0,98	0,65	0,08	0,90	1,00	0,62	0,86	0,21	0,93

Tabela 14 Valor de p nos testes comparação dos valores de força em instantes determinados entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Teste Intervalar – Mão não dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$F_{máx.}$	0,29	0,14	0,12	0,01	0,97	0,92	0,58	1,00	0,91	1,00
F_{3s}	0,17	0,22	0,25	0,02	1,00	1,00	0,92	1,00	0,90	1,00
F_{6s}	0,29	0,28	0,36	0,02	1,00	1,00	0,78	1,00	0,85	0,99
F_{9s}	0,42	0,35	0,45	0,02	1,00	1,00	0,65	1,00	0,81	0,97
F_{12s}	0,53	0,41	0,53	0,03	1,00	1,00	0,55	1,00	0,77	0,96
F_{15s}	0,62	0,47	0,59	0,04	0,99	0,99	0,49	1,00	0,75	0,95
F_{30s}	0,64	0,82	0,76	0,08	0,99	0,99	0,44	1,00	0,74	0,93
F_{60s}	0,77	0,75	0,85	0,15	1,00	1,00	0,71	1,00	0,79	0,93
F_{90s}	0,58	0,75	0,83	0,15	0,99	1,00	0,91	1,00	0,79	0,92
$F_{114,330s}$	0,37	0,71	0,80	0,14	0,95	0,99	0,99	1,00	0,81	0,91
F_{150s}	0,22	0,63	0,65	0,07	0,89	0,98	1,00	1,00	0,72	0,91
F_{180s}	0,13	0,54	0,55	0,04	0,83	0,96	1,00	1,00	0,70	0,90
F_{210s}	0,08	0,46	0,47	0,03	0,79	0,94	1,00	1,00	0,69	0,89
F_{final}	0,18	0,57	0,84	0,15	0,89	0,86	0,99	1,00	0,94	0,90

Na mão não-dominante durante o teste intervalar, os grupos permaneceram com valores de força bem próximos entre si, com exceção do grupo dos atletas de jiu-jitsu, que permaneceram com valores superiores aos outros grupos durante todo o teste. Somente nos instantes iniciais (F_{3s} a F_{30s}) os atletas de remo tiveram valores um pouco superiores aos outros grupos (além do grupo do jiu-jitsu) que estavam com valores próximos e após o instante F_{15s} o grupo dos não atletas obteve um decréscimo de força o qual o deixou com valores inferiores a todos os outros grupos avaliados.

4.1.3 Análise descritiva dos valores de decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização

O decréscimo de força no teste contínuo apresentou valores muito próximos entre as modalidades, não havendo um grupo que tenha se destacado muito além dos outros. O $P_{estab.}$ obteve resultados melhores (com tempo maior para ocorrer a tendência à estabilização da força) na mão dominante. Somente na modalidade de aikidô que ocorreu o inverso, onde a mão não-dominante

apresentou um valor de $P_{estab.}$ maior que na mão dominante, assim como em todos os instantes avaliados, os valores de %F foram menores na mão não-dominante.

No teste intervalar, o decréscimo de força também ocorreu de maneira parecida entre os grupos avaliados. Neste teste, o $P_{estab.}$ nos grupos dos atletas de remo e judô apresentaram valores maiores na mão não-dominante, porém não apresentaram valores de decréscimo de força menores nesta mão durante todo o teste. É interessante observar que o valor do $P_{estab.}$ no teste contínuo (± 30 s) fica na faixa de 50% de queda da força, já no teste intervalar, isto não ocorre, o valor do $P_{estab.}$ varia entre 54 s e 83 s, sendo que neste intervalo de tempo, o decréscimo de força está entre

35% e 48% de decréscimo da força, a maior parte dos resultados obtidos com 50% de decréscimo da força está entre 90 s e 114,33 s.

Tabela 15 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para cada grupo avaliado no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Variáveis Discretas – Contínuo									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$\%F_{3s}$	14,1	18,3	13,8	17,8	12,8	13,8	13,0	12,7	15,2	20,9
$\%F_{6s}$	22,7	26,5	19,0	27,4	21,7	22,0	22,6	22,0	25,2	30,1
$\%F_{9s}$	28,4	33,3	23,3	37,7	27,4	27,8	29,9	29,0	30,5	36,0
$\%F_{12s}$	33,5	38,9	27,4	37,2	31,1	32,3	35,6	34,5	36,1	40,9
$\%F_{15s}$	36,7	43,8	30,9	39,3	33,8	36,3	40,3	37,4	40,2	44,1
$\%F_{30s}$	55,6	54,6	43,6	52,2	46,5	44,6	54,0	47,1	53,1	54,4
$\%F_{60s}$	69,9	67,7	59,2	64,8	55,5	59,8	66,7	62,9	66,6	66,6
$\%F_{90s}$	71,9	74,5	68,8	75,6	68,4	69,5	74,2	69,6	74,3	70,1
$\%F_{total}$	77,6	78,1	75,6	79,0	74,7	74,5	80,3	77,4	79,3	75,2
$P_{estab.}$	31,6	24,5	35,4	30,0	28,5	20,9	25,4	31,6	25,7	21,7

Tabela 16 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para cada grupo avaliado no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Variáveis Discretas - Intervalar									
	Jiu-jitsu		Judô		Remo		Aikidô		Não Atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$\%F_{3s}$	6,3	8,2	5,0	10,9	5,5	6,0	4,9	3,9	5,5	6,7
$\%F_{6s}$	10,0	14,1	9,6	13,1	11,0	9,7	8,8	9,2	10,2	12,4
$\%F_{9s}$	12,3	17,5	13,2	16,4	14,9	12,2	12,3	12,8	14,6	16,0
$\%F_{12s}$	15,2	21,3	16,3	19,2	16,6	15,9	15,6	17,0	16,8	19,0
$\%F_{15s}$	17,4	24,5	19,2	21,7	18,2	19,6	18,7	20,1	18,9	21,4
$\%F_{30s}$	27,3	35,5	29,2	30,1	26,7	31,2	23,6	29,5	29,0	30,1
$\%F_{60s}$	41,7	44,5	38,9	41,7	39,6	41,4	35,2	39,4	42,0	41,0
$\%F_{90s}$	46,8	48,2	43,4	49,8	47,3	47,4	41,7	43,7	50,5	46,9
$\%F_{114,330s}$	49,1	51,3	45,6	53,3	52,2	50,4	45,0	46,1	55,7	50,4
$\%F_{150s}$	50,6	53,0	49,7	55,3	54,1	52,0	48,8	49,1	60,6	54,6
$\%F_{180s}$	53,9	53,7	53,0	56,4	54,8	52,9	54,0	51,3	62,7	57,7
$\%F_{210s}$	56,6	54,9	56,3	57,5	55,5	56,2	54,7	53,3	64,0	59,1
$\%F_{total}$	55,7	60,2	62,8	58,4	59,0	61,6	55,2	55,0	63,2	62,8
$P_{estab.}$	80,5	58,2	53,9	82,6	54,5	58,2	75,0	63,0	67,0	59,2

4.1.4 Testes de comparação dos valores de decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos

Nos testes realizados, houveram poucas diferenças significativas entre os grupos analisados em ambos os testes (tabelas 17, 18, 19 e 20). Todos os grupos apresentaram valores similares de decréscimo de força. É interessante observar que no teste intervalar, desde o início do teste ($\%F_{3s}$) o valor de decréscimo da força possui praticamente a metade do valor ($\pm 6\%$) encontrado no teste contínuo ($\pm 14\%$) no mesmo instante.

Tabela 17 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Teste Contínuo – Mão dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô		Remo		Aikidô	
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$\%F_{3s}$	0,96	0,91	0,41	0,97	1,00	0,91	0,43	0,56	0,17	0,57
$\%F_{6s}$	0,16	0,2	1,00	0,72	1,00	0,90	0,05	0,90	0,10	0,65
$\%F_{9s}$	0,06	0,26	0,62	0,53	1,00	0,73	0,01	0,78	0,06	0,89
$\%F_{12s}$	0,53	0,62	1,00	0,94	1,00	0,59	0,11	0,67	0,17	1,00
$\%F_{15s}$	0,45	0,54	1,00	0,93	1,00	0,50	0,08	0,58	0,12	1,00
$\%F_{30s}$	0,12	0,32	1,00	0,97	0,81	0,08	0,00	0,51	0,06	1,00
$\%F_{60s}$	0,7	0,1	0,9	0,87	0,35	0,16	0,04	0,69	0,15	0,99
$\%F_{90s}$	0,83	0,43	1,00	0,99	0,89	0,98	0,86	0,73	0,39	1,00
$\%F_{total}$	0,93	0,59	1,00	0,97	0,90	0,98	0,99	0,75	0,71	0,99
$P_{estab.}$	0,88	0,97	1,00	0,94	0,62	0,95	0,43	0,99	1,00	0,99

Todos os grupos, com exceção do aikidô, apresentaram valores de decréscimo da força no teste contínuo, maiores na mão não-dominante até o instante 15 s. O grupo dos atletas de jiu-jitsu e judô no instante 30 s tem os valores de decréscimo de força maiores na mão dominante, após isto, retorna obter valores inferiores à mão não-dominante. Nos não atletas isto ocorre nos instantes 90 s e final.

Tabela 18 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Teste Contínuo – Mão não-dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$\%F_{3s}$	0,64	0,98	1,00	0,51	0,40	0,65	1,00	1,00	0,26	0,50
$\%F_{6s}$	0,74	0,99	0,96	0,52	0,57	0,51	1,00	0,99	0,33	0,26
$\%F_{9s}$	0,72	0,99	0,89	0,64	0,52	0,35	1,00	0,96	0,41	0,21
$\%F_{12s}$	0,96	0,98	0,81	0,81	0,80	0,52	0,99	0,94	0,52	0,22
$\%F_{15s}$	1,00	0,96	0,74	0,93	0,93	0,66	0,96	0,93	0,63	0,27
$\%F_{30s}$	1,00	0,34	0,57	0,99	0,13	0,52	0,99	0,95	0,41	0,52
$\%F_{60s}$	1,00	0,80	0,82	0,78	0,87	0,88	0,86	1,00	1,00	0,99
$\%F_{90s}$	1,00	0,84	0,99	0,68	0,90	1,00	0,75	1,00	1,00	0,99
$\%F_{total}$	0,99	0,87	1,00	0,65	0,96	1,00	0,83	0,97	1,00	0,85
$P_{estab.}$	0,99	0,96	1,00	0,50	1,00	0,99	0,71	0,97	0,86	0,60

O grupo dos atletas de aikidô, no teste contínuo, apresentaram todos os instantes, valores de decréscimo menores na mão não-dominante, porém, é importante lembrar que os valores de força na mão dominante dos atletas de aikidô no teste contínuo são maiores, a diferença de força do instante 0s ($F_{máx.}$) para o 114,33 s (F_{final}) na mão dominante é de 36,6 kgf e na mão não-dominante de 22 kgf, devido ao alto valor da $F_{máx.}$ na mão dominante, por isto este decréscimo maior ocorre na mão dominante. Os valores de decréscimo dos atletas de judô na mão não-dominante, foram maiores em todos os instantes em relação a mão não dominante avaliadas no teste contínuo, porém o $P_{estab.}$ foi maior na mão dominante, demonstrando um decréscimo maior no início do teste (instantes iniciais) e com um decréscimo mais suave proporcionando um valor maior do $P_{estab.}$

Tabela 19 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão dominante) no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Teste Intervalar – Mão dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô			Remo		Aikidô
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$\%F_{3s}$	0,70	1,00	1,00	1,00	0,95	0,87	0,98	1,00	1,00	1,00
$\%F_{6s}$	0,94	0,92	1,00	0,92	1,00	0,90	1,00	0,88	1,00	0,84
$\%F_{9s}$	0,92	0,84	1,00	0,86	1,00	0,86	1,00	0,78	1,00	0,75
$\%F_{12s}$	0,93	0,82	1,00	0,83	0,99	0,88	1,00	0,76	1,00	0,72
$\%F_{15s}$	0,95	0,82	1,00	0,82	0,99	0,91	0,99	0,77	1,00	0,71
$\%F_{30s}$	1,00	0,92	1,00	0,82	0,97	0,98	0,91	0,86	1,00	0,69
$\%F_{60s}$	1,00	0,99	1,00	0,78	0,98	1,00	0,69	0,97	0,93	0,67
$\%F_{90s}$	1,00	1,00	1,00	0,72	1,00	1,00	0,59	1,00	0,77	0,78
$\%F_{114,330s}$	0,78	1,00	1,00	0,74	0,78	0,61	0,23	1,00	0,71	0,83
$\%F_{150s}$	1,00	1,00	1,00	0,58	0,78	0,87	0,30	1,00	0,51	0,79
$\%F_{180s}$	1,00	1,00	1,00	0,58	0,97	1,00	0,73	1,00	0,42	0,82
$\%F_{210s}$	0,98	0,99	1,00	0,58	0,91	1,00	0,81	0,98	0,36	0,88
$\%F_{total}$	1,00	0,96	1,00	0,93	0,35	1,00	0,97	0,75	0,07	0,94
$P_{estab.}$	0,19	0,70	0,99	0,83	0,61	0,00	0,22	0,51	0,96	0,58

No teste intervalar, a mão dominante possuiu valores muito próximos de decréscimo de força em todos os instantes entre os grupos. Na mão não-dominante apresentaram valores mais dispersos, porém com poucas diferenças significativas entre os grupos (tabela 20).

Em geral, todos os grupos obtiveram mudança nos valores de decréscimo, comparando entre as mãos no final do teste intervalar. No grupo dos atletas de jiu-jitsu, os instantes: 180 s e 210 s a mão dominante passou a ter valores de decréscimo de força maiores, no grupo do judô foram nos instantes: 114,33 s, 150 s e 180 s, no aikidô: 180, 210 e F_{total} , nos não atletas, a partir do instante 60 s todos os restantes apresentaram um decréscimo maior na mão dominante durante o teste intervalar.

Tabela 20 Valor de p nos testes de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre os grupos (mão não dominante) no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Teste Intervalar – Mão não-dominante									
	Jiu-Jitsu				Judô				Remo	
	Judô	Remo	Aikidô	Não Atletas	Remo	Aikidô	Não Atletas	Aikidô	Não Atletas	Não Atletas
$\%F_{3s}$	0,30	0,98	0,79	1,00	0,14	0,04	0,09	0,95	0,99	0,76
$\%F_{6s}$	0,53	0,96	0,32	0,83	0,45	0,14	0,53	0,93	0,96	0,58
$\%F_{9s}$	0,98	0,60	0,33	0,76	0,79	0,51	0,94	0,97	0,95	0,68
$\%F_{12s}$	0,91	0,60	0,41	0,76	0,92	0,78	1,00	0,99	0,95	0,77
$\%F_{15s}$	0,86	0,62	0,49	0,79	0,96	0,90	1,00	0,99	0,95	0,84
$\%F_{30s}$	0,87	0,72	0,68	0,84	0,99	0,98	1,00	1,00	0,97	0,93
$\%F_{60s}$	0,99	0,76	0,00	0,87	0,91	0,25	0,99	0,56	0,97	0,50
$\%F_{90s}$	1,00	0,78	0,73	0,94	0,71	0,65	0,89	1,00	0,94	0,89
$\%F_{114,330s}$	0,96	0,83	0,75	0,97	0,53	0,42	0,69	1,00	0,94	0,85
$\%F_{150s}$	0,84	0,89	0,89	1,00	0,41	0,41	0,71	1,00	0,84	0,82
$\%F_{180s}$	0,70	0,95	0,95	1,00	0,35	0,39	0,69	1,00	0,79	0,79
$\%F_{210s}$	0,57	0,98	0,98	0,96	0,34	0,38	0,70	1,00	0,77	0,78
$\%F_{total}$	0,70	0,99	0,87	1,00	0,78	0,12	0,45	0,97	0,99	0,80
$P_{estab.}$	0,05	0,99	0,95	0,89	0,05	0,46	0,40	1,00	0,99	1,00

4.1.5 Testes de comparação dos valores das variáveis biomecânicas entre mão dominante e mão não dominante

No geral, todos os grupos apresentaram diferença significativa entre mãos em ambos os testes (tabelas 21 e 22). Porém alguns grupos apresentaram esta diferença em diversos instantes. É importante ressaltar que todos os esportes analisados utilizam ambas as mãos durante a prática esportiva, ocorrendo somente em alguns momentos a predominância de uma mão durante algum movimento.

Tanto no teste contínuo, quanto no teste intervalar, foram apresentadas maiores diferenças significativas nas variáveis referentes a força nos instantes selecionados. Demonstrando maiores diferenças referentes a força muscular e não a resistência muscular localizada, ambas importantes na performance de um atleta. No gráfico 10 é possível visualizar a diferença existente entre as mãos no teste contínuo.

Tabela 21 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual contínuo

Variáveis	Comparação entre mãos – Teste contínuo – Valor de p				
	Jiu-jitsu	Judô	Remo	Aikidô	Não atletas
$F_{máx.}$	0,09	0,06	0,41	0,01	0,00
F_{3s}	0,06	0,01	0,28	0,01	0,00
F_{6s}	0,04	0,01	0,20	0,02	0,00
F_{9s}	0,03	0,01	0,19	0,03	0,00
F_{12s}	0,03	0,01	0,19	0,04	0,00
F_{15s}	0,03	0,01	0,19	0,05	0,00
F_{30s}	0,09	0,01	0,23	0,08	0,05
F_{60s}	0,25	0,05	0,31	0,05	0,47
F_{90s}	0,32	0,10	0,36	0,03	0,32
F_{final}	0,36	0,16	0,41	0,04	0,43
$\%F_{3s}$	0,47	0,12	0,30	0,30	0,05
$\%F_{6s}$	0,50	0,08	0,06	0,13	0,05
$\%F_{9s}$	0,43	0,04	0,04	0,11	0,07
$\%F_{12s}$	0,41	0,05	0,05	0,09	0,07
$\%F_{15s}$	0,37	0,07	0,06	0,08	0,13
$\%F_{30s}$	0,34	0,01	0,11	0,08	0,25
$\%F_{60s}$	0,50	0,04	0,19	0,13	0,26
$\%F_{90s}$	0,49	0,13	0,25	0,24	0,05
$\%F_{total}$	0,48	0,33	0,31	0,44	0,04
$P_{estab.}$	0,41	0,05	0,37	0,48	0,06

No teste contínuo, os grupos de aikidô e não atletas, apresentaram diferença significativa nos instantes iniciais ($F_{máx.}$ a F_{12s} para os atletas de aikidô e $F_{máx.}$ a F_{15s} para os não atletas), no gráfico 8 é possível notar que a diferença existente de força nos instantes iniciais entre as mãos no grupo do aikidô é a que mais se destaca entre os grupos avaliados.

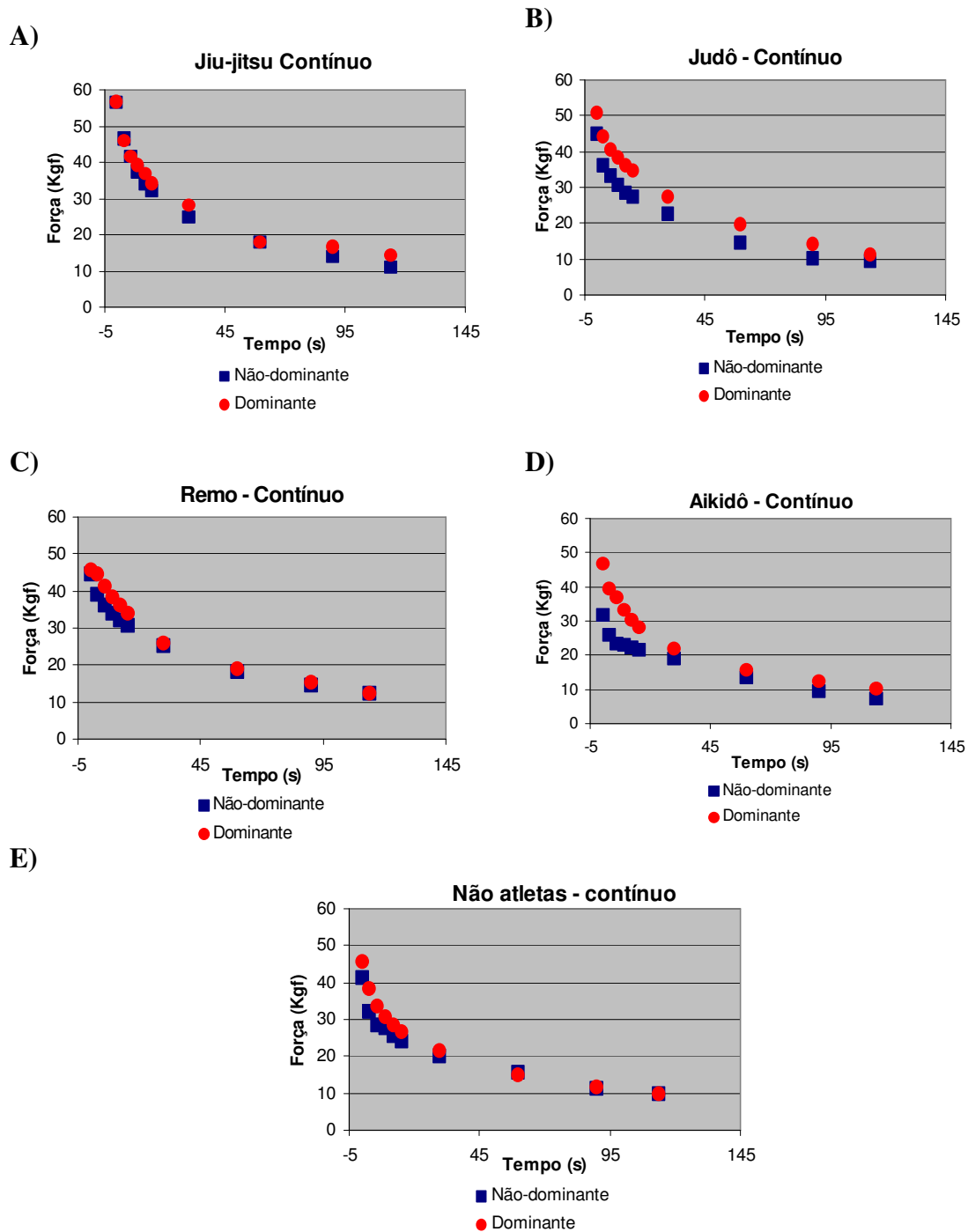


Gráfico 8 Valores de força (mediana) em instantes determinados para: A) atletas de Jiu-jitsu; B) atletas de Judô; C) atletas de Remo; D) atletas de Aikidô; E) não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de preensão manual contínuo

O grupo dos atletas de remo apresentou diferença significativa apenas no instante 9 s, referente ao decréscimo de força, estes poucos resultados de diferença entre membros pode ser

decorrente ao uso ininterrupto de ambas as mãos durante a prática esportiva. Os atletas de jiu-jitsu não apresentaram diferença significativa entre as mãos no decréscimo de força ao longo do tempo durante o teste contínuo, somente nos instantes de relacionado a força (F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} e F_{15s}). Os atletas de judô, assim como os de jiu-jitsu, apresentaram diferença significativa em relação a força no teste contínuo nos instantes iniciais (F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} e F_{60s}) e no decréscimo de força, nos instantes: $\%F_{9s}$, $\%F_{30s}$ e $\%F_{60s}$. Estas diferenças iniciais de força nas modalidades de jiu-jitsu, judô e aikidô, podem fazer com que na necessidade de uma contração muscular isométrica até 15 s com a mão não dominante não seja tão eficiente quanto a mão dominante, podendo levar o atleta a derrota em uma competição.

No teste intervalar, apenas a modalidade de aikidô não apresentou diferença significativa em nenhuma das variáveis analisadas. Demonstrando melhor adaptação entre as mãos a esse tipo de contração muscular, onde ambas exercem força de maneira parecida. É possível visualizar no gráfico 21 que os pontos de força quase se sobrepõem.

Os atletas de jiu-jitsu foram os que apresentaram maiores diferenças entre mãos no teste intervalar, a mão dominante possui valores superiores de força em relação a mão não dominante durante todos os instantes analisados, porém os instantes que apresentaram diferenças significativas relacionada a força foram: F_{3s} , F_{6s} , F_{9s} , F_{12s} , F_{15s} , F_{30s} e F_{60s} , demonstrando que a mão não-dominante necessita de um trabalho de fortalecimento muscular. Esta defasagem demonstra que além da contração contínua, a intervalada também possui diferença de força entre as mãos. No decréscimo de força, os instantes que obtiveram diferença significativa no teste intervalar foram: $\%F_{6s}$, $\%F_{9s}$, $\%F_{12s}$, $\%F_{15s}$ e $\%F_{30s}$, os instantes do decréscimo de força que apresentaram diferença significativa também são instantes iniciais. Na prática esportiva, o esforço muscular exigido de forma intervalada com contração próxima a máxima em instantes iniciais (3 s, 6 s, 9 s, 12 s) são normais de ocorrerem e portanto, estes resultados de diferença encontrados entre mãos,

faz com que os atletas de jiu-jitsu tenham que ter um cuidado maior na mão não-dominante quando for utilizá-la na prática esportiva, para que não prejudique seu desempenho.

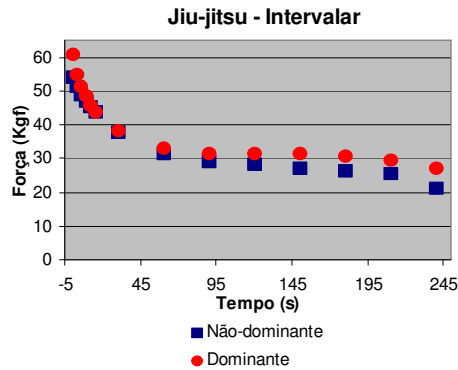
Tabela 22 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para cada modalidade esportiva e para não atletas no teste de preensão manual intervalar

Variáveis	Comparação entre mãos – Teste intervalar – Valor de p				
	Jiu-jitsu	Judô	Remo	Aikidô	Não atletas
$F_{máx.}$	0,08	0,16	0,06	0,27	0,01
F_{3s}	0,00	0,05	0,09	0,30	0,00
F_{6s}	0,00	0,06	0,09	0,26	0,00
F_{9s}	0,00	0,07	0,09	0,25	0,00
F_{12s}	0,01	0,08	0,09	0,25	0,00
F_{15s}	0,01	0,09	0,11	0,25	0,00
F_{30s}	0,01	0,12	0,14	0,24	0,01
F_{60s}	0,04	0,10	0,15	0,25	0,11
F_{90s}	0,08	0,06	0,11	0,35	0,36
$F_{114,330s}$	0,11	0,04	0,11	0,44	0,50
F_{150s}	0,14	0,03	0,08	0,44	0,41
F_{180s}	0,22	0,02	0,05	0,49	0,41
F_{210s}	0,30	0,01	0,03	0,40	0,43
F_{final}	0,28	0,03	0,02	0,48	0,48
$\%F_{3s}$	0,22	0,01	0,39	0,26	0,19
$\%F_{6s}$	0,01	0,02	0,48	0,39	0,13
$\%F_{9s}$	0,01	0,04	0,43	0,26	0,15
$\%F_{12s}$	0,01	0,09	0,37	0,21	0,19
$\%F_{15s}$	0,01	0,14	0,34	0,18	0,23
$\%F_{30s}$	0,04	0,24	0,29	0,21	0,49
$\%F_{60s}$	0,14	0,17	0,26	0,36	0,11
$\%F_{90s}$	0,22	0,11	0,22	0,30	0,05
$\%F_{114,330s}$	0,28	0,10	0,19	0,25	0,04
$\%F_{150s}$	0,32	0,08	0,08	0,27	0,04
$\%F_{180s}$	0,40	0,40	0,07	0,27	0,05
$\%F_{210s}$	0,47	0,47	0,07	0,24	0,08
$\%F_{total}$	0,39	0,06	0,07	0,27	0,19
$P_{estab.}$	0,02	0,08	0,07	0,05	0,38

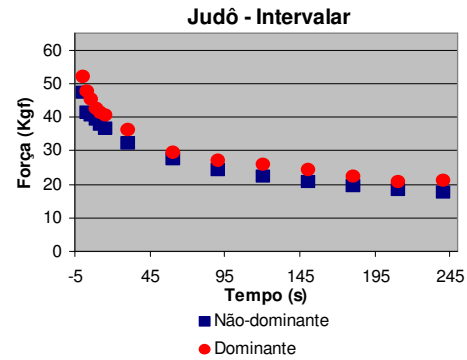
Os atletas de judô e remo apresentaram diferença significativa apenas nos momentos finais do teste intervalar ($F_{114,330s}$, F_{150s} , F_{180s} , F_{210s} e F_{final} para o grupo de judô e F_{210s} e F_{final} para o grupo de remo) indicando força muscular parecida entre as mãos, deixando estes atletas mais

aptos a utilizarem a mão não-dominante da mesma forma que a mão dominante durante a prática esportiva.

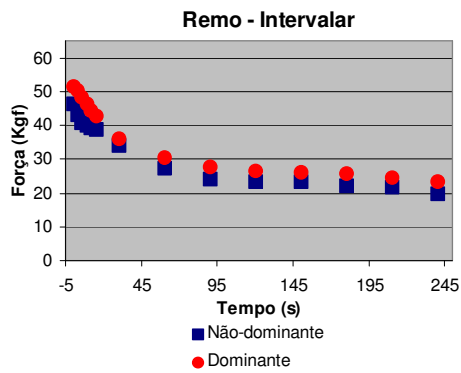
A)



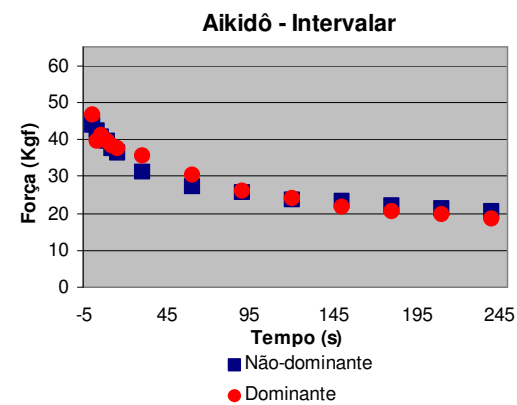
B)



C)



D)



E)

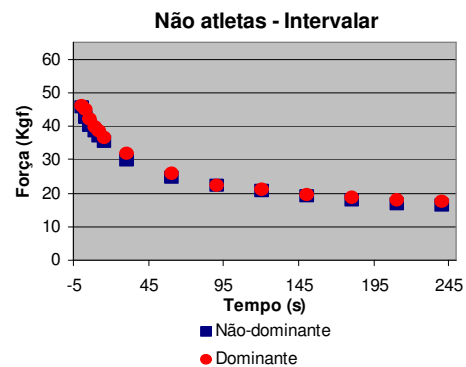


Gráfico 9 Valores de força (mediana) em instantes determinados para: A) atletas de Jiu-jitsu; B) atletas de Judô; C) atletas de Remo; D) atletas de Aikidô; E) não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de apreensão manual intervalar

O grupo dos não atletas apresentou diferença significativa nos valores de força, desde o instante inicial ($F_{máx.}$) ao instante F_{60s} . Isto indica uma diferença de força devido ao uso diário maior da mão dominante, sem uma compensação na mão não-dominante, porém na tabela 10 é possível visualizar os valores de força encontrados e não diferem mais de 2 Kgf entre as mãos, sendo esta uma diferença que não afeta as atividades cotidianas.

4.2 ANÁLISE DAS VARIÁVEIS BIOMECÂNICAS DE PREENSÃO MANUAL EM ATLETAS E EM NÃO ATLETAS

Ao analisar os valores obtidos em cada modalidade avaliada, notou-se que a modalidade de aikidô apresentou valores muito próximos aos dos não atletas em diversas situações. Devido a estes resultados e também à característica de que a modalidade de aikidô não utiliza com tanta intensidade a força muscular e sim prioriza a técnica do movimento, agilidade e coordenação, decidiu-se incluir um novo item de discussão onde as modalidades de jiu-jitsu, judô e remo, que possuíram valores superiores de força e menores de decréscimo de força, seriam incluídas em um grupo só, denominado de atletas, para realizar comparações com o grupo dos não atletas.

Para melhor interpretação dos resultados, este item será dividido em dois subitens: a) análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores de força em instantes determinados (4.2.1) e b) Análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores do decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização (4.2.2).

Os testes estatísticos que verificaram os coeficientes de normalidade discutidos neste item são fundamentais para a decisão de quais testes de comparação entre grupos serão apropriados (paramétricos ou não-paramétricos).

Na tabela 23 é possível verificar os valores da probabilidade de significância encontradas nos teste de normalidade de cada variável do estudo para cada grupo. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal).

Tabela 23 Valores de p obtidos no teste de normalidade de Shapiro-Wilk, para valores de variáveis obtidas para atletas e não atletas em testes de preensão manual contínuo e intervalar. Os valores em negrito são os que apresentaram valores de $p > \alpha$ (distribuição normal)

Variáveis	Teste Contínuo				Teste Intervalar			
	Atletas		Não atletas		Atletas		Não atletas	
	p		p		p		p	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	0,83	0,24	0,57	0,37	0,68	0,96	0,89	0,29
F_{3s}	0,50	0,43	0,48	0,66	0,41	0,88	0,50	0,48
F_{6s}	0,83	0,40	0,67	0,51	0,23	0,69	0,30	0,39
F_{9s}	0,95	0,83	0,67	0,85	0,09	0,56	0,36	0,31
F_{12s}	0,91	0,99	0,64	0,93	0,04	0,50	0,44	0,62
F_{15s}	0,70	1,00	0,76	0,77	0,02	0,44	0,48	0,62
F_{30s}	0,17	0,44	0,84	0,94	0,10	0,80	0,92	0,76
F_{60s}	1,00	0,60	1,00	0,69	0,60	0,86	0,75	0,53
F_{90s}	0,21	0,38	0,07	0,18	0,83	0,77	0,71	0,13
$F_{final} / F_{114,330s}$	0,61	0,07	0,05	0,24	0,66	0,70	0,62	0,10
F_{150s}	-	-	-	-	0,28	0,51	0,52	0,12
F_{180s}	-	-	-	-	0,12	0,63	0,37	0,24
F_{210s}	-	-	-	-	0,15	0,85	0,21	0,27
F_{final}	-	-	-	-	0,97	0,65	0,21	0,55
$\%F_{3s}$	0,05	0,39	0,01	0,56	0,68	0,10	1,00	0,75
$\%F_{6s}$	0,12	0,33	0,01	1,00	0,78	0,16	0,96	0,79
$\%F_{9s}$	0,15	0,77	0,02	0,64	0,95	0,48	0,86	0,82
$\%F_{12s}$	0,12	0,48	0,06	0,35	0,93	0,78	0,66	0,57
$\%F_{15s}$	0,20	0,43	0,19	0,45	0,79	0,87	0,24	0,40
$\%F_{30s}$	0,39	0,02	0,31	0,31	0,26	0,98	0,17	0,14
$\%F_{60s}$	0,09	0,57	0,85	0,39	0,37	0,86	0,44	0,11
$\%F_{90s}$	0,88	0,44	0,10	0,08	0,48	0,34	0,81	0,49
$\%F_{total} / \%F_{114,330s}$	0,90	0,67	0,09	0,29	0,60	0,38	0,98	0,41
$\%F_{150s}$	-	-	-	-	0,47	0,33	0,75	0,52
$\%F_{180s}$	-	-	-	-	0,76	0,11	0,77	0,40
$\%F_{210s}$	-	-	-	-	0,97	0,05	0,58	0,41
$\%F_{total}$	-	-	-	-	0,85	0,52	0,16	0,59
$P_{estab.}$	0,66	0,68	0,95	0,78	0,00	0,38	0,06	0,06

Onde: D = mão dominante ; ND= mão não-dominante

Somente algumas variáveis não apresentaram normalidade, ou tiveram assimetria e desvios de curtose. Os valores de curtose e simetria podem ser visualizados no Anexo 3. Para estas variáveis foi utilizada a estatística não paramétrica.

4.2.1 Análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores de força em instantes determinados

Na tabela 24 pode-se visualizar os valores de força nos instantes analisados de cada grupo e em cada tipo de contração muscular. Nas variáveis que apresentaram distribuição normal, não foi observada diferença entre os valores da mediana e média. Somente nas variáveis que não apresentaram distribuição normal dos dados, observou-se pequena diferença entre os valores. Desta forma, optou-se em utilizar os valores da mediana para realizar as comparações propostas neste estudo. Os valores de média e desvio padrão podem ser visualizados no Anexo 4.

Tabela 24 Valores de força (mediana) em instantes determinados para atletas e não atletas nos testes de prensão manual contínuo e intervalar.

Variáveis	Teste Contínuo				Teste Intervalar			
	Atletas		Não atletas		Atletas		Não atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	51,32	49,63	45,82	41,20	54,66	49,42	46,11	45,45
F_{3s}	45,09	40,07	38,33	32,22	50,88	44,60	44,69	42,40
F_{6s}	41,41	36,52	33,75	28,72	47,60	41,40	41,97	40,23
F_{9s}	38,78	33,72	30,88	27,71	45,90	39,92	39,50	38,52
F_{12s}	36,47	31,11	28,44	25,56	44,39	38,34	38,29	36,97
F_{15s}	34,12	29,43	26,61	24,02	42,89	37,44	36,52	35,09
F_{30s}	26,98	22,94	21,51	20,14	37,00	33,56	31,73	29,89
F_{60s}	19,26	17,85	15,01	15,81	31,47	28,18	25,75	24,53
F_{90s}	14,86	13,47	11,58	11,52	28,47	24,97	22,06	22,34
$F_{final} / F_{114,330s}$	12,21	10,74	9,90	9,68	26,58	23,55	20,95	20,82
F_{150s}	-	-	-	-	25,40	22,45	19,32	19,07
F_{180s}	-	-	-	-	24,74	21,97	18,46	17,88
F_{210s}	-	-	-	-	24,02	21,62	17,91	16,83
F_{final}	-	-	-	-	23,30	19,12	17,46	16,44

No teste contínuo, os valores da força para os não atletas, são maiores na mão dominante se comparado à mão não-dominante até o instante 30 s. Após este instante, os valores se

aproximam, apresentando uma diferença mínima entre as mãos até a F_{final} , indicando uma tendência à estabilidade nos valores de força após o $P_{estab.}$.

Na tabela 25 confirma-se o melhor desempenho da mão dominante dos não atletas, onde os valores de força neste intervalo de tempo possuem uma diferença estatisticamente significativa até o instante 15 s, indicando uma melhor adaptação das fibras musculares para o metabolismo fosfagênico na mão dominante. Isto pode ser explicado devido ao manuseio diário com predominância da mão dominante em diversas atividades, ocasionando um fortalecimento da musculatura exigida.

Já nos atletas, os valores da mediana da força na mão dominante no teste contínuo, foram maiores que os valores encontrados para a mão não-dominante em todos os instantes analisados, porém, apresentam diferença significativa (tabela 25) até o instante 60s, demonstrando, assim como os não atletas, uma superioridade em relação a força muscular da mão dominante dos atletas em grande parte do teste contínuo. Até o instante 30 s, a variação da força entre as mãos foi de aproximadamente 4 kgf. Após este instante ocorre um decréscimo na diferença de força entre as mãos. Esta diferença encontrada nas mãos dos atletas pode ocorrer devido ao treinamento incorreto do fortalecimento muscular entre as mãos, esta diferença significativa de força entre as mãos deve ser superado no treinamento de força. Isto demonstra uma necessidade de compensação da força no membro não-dominante.

A diferença existente nas variáveis entre mão dominante e não dominante nos grupos analisados pode ser devido às ações diárias com a mão dominante. Além disto, nos atletas há uma possível utilização desta mão na geração de força e manutenção, por ser mais solicitada durante a prática esportiva e na preparação física. Esta manipulação diária da mão dominante faz com que as fibras musculares responsáveis pela contração no movimento de preensão, adquiram

melhorias em suas propriedades contráteis. Por exemplo, estas fibras musculares podem conter mais miofilamentos relativos a mitocôndrias (NICOLAY e WALKER, 2005).

Tabela 25 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados entre mão dominante e não dominante para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar

Variáveis	Valor de p			
	Teste Contínuo		Teste Intervalar	
	Atletas	Não atletas	Atletas	Não atletas
$F_{máx.}$	0,03	0,00	0.01	0.01
F_{3s}	0,00	0,00	0.00	0.00
F_{6s}	0,00	0,00	0.00	0.00
F_{9s}	0,00	0,00	0.00	0.00
F_{12s}	0,00	0,00	0.00	0.00
F_{15s}	0,00	0,00	0.00	0.00
F_{30s}	0,00	0,05	0.00	0.01
F_{60s}	0,04	0,47	0.01	0.11
F_{90s}	0,10	0,32	0.01	0.36
$F_{final} / F_{114,330s}$	0,10	0,40	0.00	0.50
F_{150s}	-	-	0.00	0.41
F_{180s}	-	-	0.00	0.41
F_{210s}	-	-	0.00	0.43
F_{final}	-	-	0.00	0.48

No teste contínuo, a mão dominante obteve uma diferença significativa entre os grupos (tabela 26) em todos os instantes de força avaliados, demonstrando uma superioridade dos atletas em relação ao grupo dos não atletas. As diferenças de força entre os indivíduos na mão dominante, demonstram que o grupo dos atletas possui um desempenho melhor relativo a força de preensão desta mão.

Observando a tabela 25, nota-se que para os não atletas, os valores de força no teste intervalar apresentaram pequenas diferenças entre as mãos. Somente no instante 3 s, ocorre uma diferença maior que 2 kgf (2,29 kgf) entre as mãos, demonstrando uma aplicação maior da força na mão não-dominante dos não atletas no teste intervalar se comparado ao teste contínuo. Porém, através dos testes estatísticos, verifica-se que até o instante F_{60s} , verifica-se uma diferença

significativa entre as mãos, demonstrando uma relativa superioridade da força na mão dominante em relação a não dominante entre os não atletas.

Tabela 26 Valores de p no teste de comparação dos valores de força em instantes determinados para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar

Variáveis	Valor de p			
	Teste Contínuo		Teste Intervalar	
	Dominante	Não-dominante	Dominante	Não-dominante
$F_{máx.}$	0,01	0,01	0,01	0,01
F_{3s}	0,01	0,00	0,02	0,02
F_{6s}	0,00	0,00	0,01	0,01
F_{9s}	0,00	0,00	0,01	0,01
F_{12s}	0,00	0,00	0,01	0,01
F_{15s}	0,00	0,00	0,01	0,01
F_{30s}	0,00	0,01	0,00	0,01
F_{60s}	0,00	0,08	0,00	0,02
F_{90s}	0,00	0,22	0,00	0,03
$F_{final} / F_{114,330s}$	0,01	0,25	0,00	0,05
F_{150s}	-	-	0,00	0,04
F_{180s}	-	-	0,00	0,03
F_{210s}	-	-	0,00	0,03
F_{final}	-	-	0,00	0,13

Assim como no teste contínuo, no teste intervalar, os atletas apresentaram níveis de força mais elevados na mão dominante em relação a mão não-dominante. A menor diferença entre as mãos é encontrada no instante 210 s com 2,4 kgf acima na mão dominante. Além disto, foram observadas diferenças significativas em todos os instantes de força analisados. Estes valores demonstram ainda mais a necessidade dos atletas realizarem uma compensação de força muscular no membro contra dominante.

Ao compararmos os valores de força dos atletas no teste intervalar com o teste contínuo, verifica-se que na mão dominante, a $F_{máx.}$ obteve melhores resultados (+3,34 kgf) no teste intervalar, na mão não-dominante os resultados sofreram pequenas mudanças (-0,21 kgf).

Os valores da força de preensão manual contínua dos não atletas foram um pouco inferiores aos encontrados na força intervalar para o mesmo grupo. A mão dominante dos não atletas no

teste intervalar apresentou apenas 0,29 kgf acima do valor do teste contínuo, mas a mão não-dominante obteve um aumento de 4,25 kgf no teste intervalar em relação a mesma mão no teste contínuo. Estes valores demonstram uma melhor adaptação na mão não-dominante dos não atletas na contração intervalar. Muitos sujeitos não apresentaram o valor máximo de força na primeira contração do teste intervalar, apresentando estes valores na segunda ou terceira contração. Isto possibilita o sujeito a tentar exercer a máxima contração mais de uma vez. No teste contínuo o sujeito só realiza uma contração ao longo do tempo, isto pode não demonstrar o verdadeiro valor de $F_{máx.}$.

A F_{final} dos não atletas apresentou valores quase duas vezes maior no teste intervalar (17,46 kgf – mão dominante e 16,44 kgf – mão não-dominante) para ambas as mãos em relação ao contínuo (9,90 kgf – mão dominante e 9,68 kgf – mão não-dominante), demonstrando que apesar do teste intervalar possuir o dobro do tempo de aquisição (120 s para o contínuo e 240 s no intervalar), o pequeno tempo de intervalo entre uma contração e outra ($\pm 0,5s$) promove uma recuperação do sistema metabólico que promove a geração de energia (ATP, PCr), além disto, em exercícios intensos (contração contínua), a taxa de recuperação da fosfocreatina é baixa, apesar do teste intervalar ser intenso (esforço máximo) existe o pequeno intervalo de descanso. Esta diminuição da taxa de recuperação da fosfocreatina, se dá pelo aumento dos íons H^+ no equilíbrio da reação da creatina quinase (McCANN, 1994).

Bohannon *et al.* (2005) realizou um levantamento de dados em 12 estudos referentes à força máxima de indivíduos do sexo masculino e feminino, ambos saudáveis e com faixa etária de 20 a 74 anos, sendo este intervalo dividido de 4 em 4 anos. Comparando os valores encontrados na faixa etária de 20 a 28 anos (283 sujeitos, sendo, 53,6 kgf para a mão dominante e 48,7 kgf para a mão não-dominante), os autores encontram valores superiores aos valores de força para não atletas em relação ao presente estudo, porém valores próximos aos valores encontrados nos

atletas. Ao observar os valores encontrados por Nicolay e Walker (2005), os quais realizaram testes de preensão contínua durante 30 s em estudantes com idade média de 22,1 anos não sedentários, encontraram valores inferiores ao presente estudo da $F_{máx.}$ na mão dominante (39,4 kgf) e próximos aos valores da mão não-dominante (39,5 kgf).

Haidar *et al.* (2004), em um estudo realizado com 50 funcionários do sexo masculino de um hospital, todos saudáveis e sem qualquer comprometimento dos membros superiores, com idade média de 37 anos, estudaram o melhor protocolo para a verificação da $F_{máx.}$. Um teste de 3 contrações máximas, considerando como $F_{máx.}$ o valor médio entre as 3 contrações (protocolo utilizado pela Sociedade Americana de Terapeutas da Mão, Bohannon, 1991 in Haidar *et. al*, 2004), comparado a um teste de apenas uma contração muscular máxima. Os autores não encontraram diferenças significativas entre os valores de F_{max} medidos nos diferentes testes. Esses valores de $F_{máx}$ estão muito próximos aos valores encontrados no presente estudo (46 kgf para a mão dominante e 42 kgf para a mão não-dominante). Porém no presente estudo os valores de $F_{máx.}$ no teste intervalar foram maiores que os adquiridos no teste contínuo.

Os valores apresentados para a $F_{máx.}$ nos atletas (51,81 kgf para a mão dominante e 48,17 kgf para a mão não-dominante), estão próximos a alguns estudos da literatura. Bertuzzi *et al.* (2004) avaliando a força de preensão na mão dominante de 10 escaladores de elite, encontrou valores de 52,4 kgf na $F_{máx.}$ da mão dominante. Valor este, muito próximo aos encontrados no presente estudo. Porém, Franquini *et al.* (2004), ao avaliar a força de preensão em 22 atletas de Jiu-jitsu durante uma luta simulada, verificaram a força máxima de preensão em ambas as mãos dos atletas. Os valores de força para as mãos foram de 54,2 kgf na mão dominante e 51,4 kgf na mão-não dominante, valores estes, um pouco acima dos encontrados no presente estudo.

Em um estudo realizado por Moreira *et al.* (2001), foi observado em praticantes de Jiu-jitsu, que os valores de $F_{máx.}$ eram muito próximos ao comparar com o descrito na população de não

atletas americana. No caso dos valores de $F_{m\acute{a}x.}$ encontrados nos atletas do presente estudo, estes são maiores que os encontrados em alguns estudos já realizados na população de não atletas (BOADELLA *et al.* 2005, HAIDAR *et al.*, 2004, NICOLAY e WALKER, 2005, RUIZ-RUIZ, 2002). Claessens *et al.* (1987) *apud* Franquini *et. al.* (2005) encontraram valores de força máxima de preensão de 64,9 kgf na a mão dominante e 59,7 kgf para a mão não-dominante em atletas Belgas de judô. Valores estes considerados elevados ao se comparar com outros estudos, e demonstrando uma influência na dominância da mão em relação a força de preensão manual.

Ao avaliar atletas amadores de Wrestlers, Tsuji (1995) encontrou valores de $F_{m\acute{a}x.}$ para a mão dominante (51,5 kgf), próximos aos do presente estudo. Aziz *et al.* (2002) realizaram um estudo descrevendo as respostas fisiológicas durante lutas de atletas de elite de uma arte marcial chamada *Pencak Silat*. Dentre as medidas, foi avaliada a força de preensão manual, a qual apresentou valores inferiores aos encontrados no presente estudo (44,34 kgf). Porém no mesmo estudo foram levantados alguns valores encontrados por outros autores que avaliaram a $F_{m\acute{a}x.}$ em outras modalidades de artes marciais. Little (1991) *apud*. Aziz (2002) avaliou atletas Canadenses de judô. O valor de $F_{m\acute{a}x.}$ para a mão dominante foi de 57,7 kgf, diferente do encontrado por Thomas *et al.* (1989) *apud* Aziz (2002), o qual mediu valores de força máxima de preensão manual para atletas da equipe nacional do Canadá de judô, valores um pouco inferiores (56,3 kgf) aos encontrados por Little (1991) *apud*. Aziz (2002), porém, ambos os estudos demonstram valores acima dos valores encontrados no presente estudo.

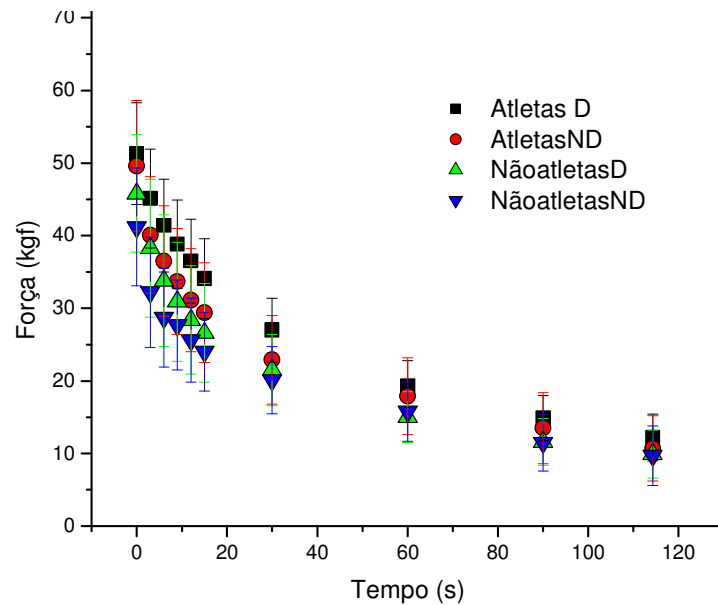
No gráfico 10, é possível visualizar os valores de força entre as mãos dos atletas adquiridos no teste intervalar e contínuo. No teste intervalar, os valores entre as mãos dos atletas foram maiores que os encontrados no teste contínuo. Os valores no final do teste contínuo (após 60 s), apresentaram valores próximos entre as mãos, o que não ocorreu entre as mãos no teste intervalar.

Nos indivíduos não atletas, as diferenças significativas relacionadas à força entre as mãos avaliadas no teste intervalar, ocorreram no início do teste ($F_{\text{máx.}}$) ao instante 30s. No gráfico 10-B nota-se que os valores da força entre as mãos está bem mais próxima ao se comparar com os valores encontrados pelos atletas.

No gráfico 10-B é possível observar o desempenho superior dos atletas em relação aos não atletas no teste intervalar. Em instante algum os não atletas estiveram próximos aos valores dos atletas, demonstrando uma superioridade na força de preensão desenvolvida no teste. Porém como o decréscimo foi constante em ambas as mãos não ocorreram diferenças relacionadas a fadiga muscular.

Os valores de força para ambas as mãos, no teste intervalar, foram superiores aos valores encontrados no teste contínuo. Almasbakk e Hoff (1996), Wilson *et al.* (1996), *apud* Semmler e Enoka (2000) explicam que se a força de um músculo depende principalmente do seu tamanho, então, sempre que um músculo é maximamente ativado, o pico de força deveria ser aproximadamente o mesmo. O fato disto não ocorrer salienta a dissociação entre o tamanho e a força do músculo e fornece evidência para uma significativa contribuição para os ganhos de força oriundos de mecanismos neurais. Sempre que um músculo participa de um programa de treinamento de força, a melhora no desempenho depende da similaridade entre o treinamento e os procedimentos do teste.

A)



B)

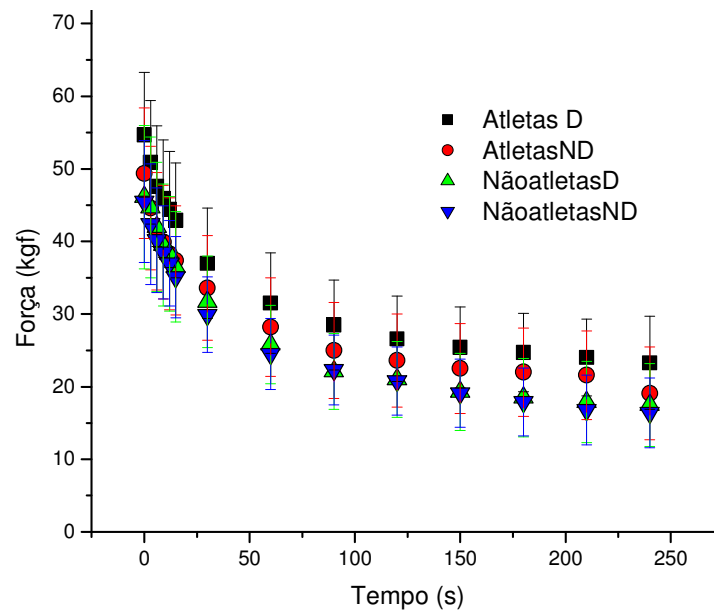


Gráfico 10 Valores de força (mediana) em instantes determinados para o grupo de atletas e não atletas (mão dominante e não-dominante) obtidos em teste de prensão manual: A) contínuo; B) intervalar.

Jones e Rutherford (1987) apud Semmler e Enoka (2000), treinaram um grupo de sujeitos (11 homens e 1 mulher) com contrações isométricas, concêntricas ou excêntricas. Aqueles que treinaram com contrações excêntricas aumentaram sua carga de 1 repetição máxima (RM) em 261% e a força isométrica máxima em 11%. Além disso, os sujeitos que treinaram com as

contrações isométricas tiveram o maior aumento (35% *versus* 11% e 15%) na força isométrica máxima. Desta forma, os valores superiores da força de preensão encontrados no teste intervalar do presente estudo, podem ser devidos ao treinamento de força específicos das modalidades analisadas, que se caracterizam mais com a contração intervalar.

4.2.2 Análise descritiva e testes de comparação entre grupos dos valores do decréscimo da força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização

Os valores de $\%F_{xs}$ referentes a $F_{máx.}$ dos atletas obtiveram menores valores de decréscimo da força (tabela 27) em todos os instantes para a mão dominante em relação a mão não dominante do mesmo grupo em ambos os testes, demonstrando melhor desempenho da resistência à fadiga muscular localizada na mão dominante. No teste contínuo, ocorreram diferenças significativas entre os instantes 9 s e 60 s (tabela 28), entre os instantes 6 s a 30 s a diferença de decréscimo entre as mãos foi aproximadamente de 4 %. No início (3 s a 6 s) menor, com um valor entre mãos de 3,02 % e diminuindo esta diferença entre mãos após os 60 s, até o final do teste. Estes resultados demonstram um melhor desempenho do metabolismo fosfagênio na mão dominante do que na não dominante. No teste intervalar, somente no instante 180 s é que os valores de $\%F_{xs}$ foram os mesmos em ambas as mãos, os instantes onde ocorreram diferenças significativas neste teste foram no início, do instante 3 s ao 15 s, onde também a predominância do sistema energético envolvido é o fosfagênio.

Apesar da mão dominante dos atletas no teste intervalar ter apresentado maiores valores de força e menores valores de $\%F_{xs.}$, sua tendência a estabilização ($P_{estab.}$) ocorreu antes da mão não-dominante (5,55s antes). O decréscimo da força por segundo até o instante 60 s (representando o $P_{estab.}$) da mão dominante foi de 0,39 kgf/s e na mão não-dominante de 0,35 kgf/s. A partir do instante 60s ao final do teste intervalar, esse decréscimo foi de 0,04 kgf/s na mão dominante e de 0,05 kgf/s na mão não-dominante, o que demonstra um melhor desempenho

da mão dominante após o instante 60s, porém no início ocorre um decréscimo mais rápido da sua força.

Tabela 27 Valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar

Variáveis	Teste Contínuo				Teste Intervalar			
	Atletas		Não atletas		Atletas		Não atletas	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$\%F_{3s}$	13,75	15,02	15,20	20,94	5,46	7,49	5,48	6,66
$\%F_{6s}$	21,70	26,15	25,24	30,07	10,10	11,44	10,24	12,35
$\%F_{9s}$	27,45	31,99	30,48	35,96	12,85	16,38	14,59	15,96
$\%F_{12s}$	31,58	33,80	36,09	40,91	16,20	19,26	16,79	18,99
$\%F_{15s}$	35,12	37,40	40,19	44,05	18,31	21,90	18,90	21,42
$\%F_{30s}$	45,80	51,59	53,06	54,44	27,64	32,36	29,02	30,14
$\%F_{60s}$	59,24	64,27	66,55	66,63	39,92	42,17	42,01	41,01
$\%F_{90s}$	69,25	72,99	74,33	70,07	45,04	48,20	50,54	46,89
$\%F_{total} / \%F_{114,330s}$	74,98	77,20	79,28	75,22	48,66	51,95	55,67	50,38
$\%F_{150s}$	-	-	-	-	50,68	53,01	60,58	54,55
$\%F_{180s}$	-	-	-	-	54,18	54,18	62,74	57,71
$\%F_{210s}$	-	-	-	-	56,29	56,62	64,04	59,10
$\%F_{total}$	-	-	-	-	59,54	60,79	63,15	62,78
$P_{estab.}$	30,89	27,06	25,72	21,67	54,45	66,00	67,00	59,20

Ao calcular o decréscimo da força (kgf/s) até o instante 60 s (referenciando o $P_{estab.}$ – 66,3 s) dos indivíduos não atletas no teste intervalar, tem-se na mão dominante, um decréscimo de 0,34 kgf/s, após este instante, o sujeito continua realizando força por mais 180s, o decréscimo da força no instante 60s ao final do teste na mão dominante dos não atletas foi de 0,05 kgf/s, demonstrando um decréscimo mais suave da força. Na mão não-dominante do mesmo grupo, o decréscimo da força por segundo até o instante 60s foi de 0,35 kgf/s, um valor muito próximo ao encontrado na mão dominante. Após os 60 s até o final do teste, a mão não-dominante apresentou um decréscimo da força por segundo de 0,04 kgf/s, um decréscimo próximo do apresentado na mão dominante, porém com valor inferior a esta última. Desta forma, a eficiência da mão não-dominante na recuperação do processo de contração muscular após a tendência à estabilidade da curva é mais eficaz se comparado à mão dominante. Porém a tendência à estabilidade ($P_{estab.}$)

iniciou-se antes na mão não-dominante, indicando um desempenho melhor na resistência muscular após o $P_{estab.}$ e não na potência inicial, onde os valores de força de preensão foram maiores na mão dominante.

Os valores de decréscimo percentual da força no teste intervalar foram menores na mão dominante dos não atletas até os 30 s, após este instante ocorreu uma inversão das curvas de força entre as mãos, onde a mão não-dominante do grupo passou a ter valores menores de decréscimo até o final da aquisição da curva de força intervalar. Ocorreu a maior diferença após os 30 s, no instante 150 s, onde a diferença chegou a ser 6 % maior na mão dominante. Isto demonstra que a mão dominante teve um comportamento melhor relacionado a força e fadiga muscular no início do teste (até 30 s). Após isto, seus valores decaíram mais rapidamente que a mão não-dominante até o final do teste.

O valor do $P_{estab.}$ para os atletas, no teste intervalar foi superior ao teste contínuo. Utilizando o instante 60s como referencia do $P_{estab.}$, observa-se neste instante, um valor menor do $\%F_{xs}$ no teste intervalar (-5,88% na mão dominante e -9,42% na mão não-dominante, ambos em relação ao teste contínuo). Somente o valor do $\%F_{xs}$ próximo ao $P_{estab.}$ para a mão não-dominante nos atletas (51,59%).

O valor da mediana do $P_{estab.}$ da mão dominante para os não atletas no teste contínuo, ocorreu a 25,72 s, demonstrando a tendência à estabilização da força após este instante. Utilizando-se como base o valor da $\%F_{30s}$, o valor do decréscimo da força do instante 30 s ao final do teste foi de aproximadamente 26,22 %, sendo que os sujeitos continuaram a exercer força com esforço máximo durante mais 84,33 s. Anteriormente ao instante 30 s, o decréscimo foi de 53,06 %. Portanto, a taxa de decréscimo da força até o instante 30 s foi de 0,81 kgf/s. Deste instante ao final do teste, a taxa de decréscimo da força foi de 0,12 kgf/s, ou seja, 6,75 vezes menor do que a taxa de decréscimo da $F_{máx}$ ao instante 30 s (representando o $P_{estab.}$).

A mão não-dominante dos não atletas no teste contínuo teve como $P_{estab.}$ o instante 21,67 s, demonstrando uma tendência à estabilização da força 4,05 s antes da mão dominante. Observa-se também que após o instante 30 s (instante de força analisado mais próximo ao $P_{estab.}$), os valores de força entre a mão não-dominante e dominante dos não atletas, são semelhantes. Apesar do decréscimo da força continuar até o instante final do teste, utilizando-se como base o valor da $\%F_{30s}$, o valor do decréscimo da força do instante 30 s ao final do teste foi de 20,78 %. Anteriormente ao instante 30 s, a $\%F_{30s}$ havia sido de 54,44 %. O decréscimo da força até o instante 30 s foi de 0,70 kgf/s. Deste instante ao final do teste, o decréscimo foi de 0,12 kgf/s, ou seja, 5,83 vezes menor do que o decréscimo da $F_{máx}$ ao instante 30 s (representando o $P_{estab.}$).

O valor da mediana do $P_{estab.}$ da mão dominante para os atletas no teste contínuo, ocorreu no instante 30,89 s, demonstrando desta maneira, a tendência à estabilização da força após este tempo. Apesar do decréscimo da força continuar até o instante final do teste contínuo, utilizando-se como base o valor do decréscimo percentual entre a $F_{máx}$ ao instante 30s, este valor do decréscimo foi de aproximadamente 29,18%, sendo que os sujeitos continuaram a exercer força com esforço máximo durante mais 84,33s. Da $F_{máx}$ ao instante 30 s, o decréscimo da força havia sido de 45,80 %. Portanto, o decréscimo da força até o instante 30 s foi de 0,81 kgf/s. Deste instante ao final do teste este decréscimo foi de 0,16 kgf/s, um decréscimo 5,06 vezes menor do que o decréscimo da $F_{máx}$ ao instante 30 s (representando o $P_{estab.}$).

A mão não-dominante dos atletas teve como mediana do $P_{estab.}$ no teste contínuo, o instante 27,06 s, demonstrando uma tendência a estabilização da força 3,83s antes do que a mão dominante. Utilizando-se como base o instante 30 s (instante próximo ao do $P_{estab.}$), o valor do decréscimo da força deste instante ao final do teste contínuo foi de aproximadamente 21,61 %. Da $F_{máx}$ ao instante 30s, o decréscimo havia sido de 51,59%. O decréscimo da força entre a $F_{máx}$ e o instante 30s foi de 0,89 kgf/s. Deste instante ao final do teste contínuo este decréscimo foi de

0,13 kgf/s, ou seja, 6,84 vezes menor do que o decréscimo da $F_{m\acute{a}x}$ ao instante 30 s (representando o $P_{estab.}$).

Desta forma, no teste contínuo, a mão não-dominante dos atletas, apesar de mostrar valores menores de força, produz um decréscimo de força menor após o $P_{estab.}$ (0,13 kgf/s na mão não dominante e 0,16 kgf para a mão dominante). Porém, o desempenho inicial (até os 30s) não se comporta da mesma maneira (0,89 kgf/s na mão não dominante e 0,81 kgf/s para a mão dominante), obtendo um decréscimo da força mais rápido na mão não dominante dos atletas.

O valor de $P_{estab.}$ em atletas e não atletas, ocorreu quase três vezes depois no teste intervalar em comparação ao teste contínuo, porém o valor do $\%F_{xs}$ no instante aproximado ao $P_{estab.}$ (30s para o teste contínuo e 60s no teste intervalar) foram semelhantes entre os testes intervalar e contínuo. No grupo dos não atletas, os valores da mão dominante foram de 40,19% no teste contínuo e 42,01% no teste intervalar, na mão não-dominante os valores foram de 44,05% no teste contínuo e 41,01% no teste intervalar. No grupo dos atletas, os valores da mão dominante foram de 45,80% no teste contínuo e 39,92% no teste intervalar, na mão não-dominante os valores foram de 51,59% no teste contínuo e 42,17% no teste intervalar. Isto demonstra que ao atingir a faixa entre 40% a 50% da força máxima, em um teste realizado com intensidade máxima ocorre uma tendência à estabilização da força. Com exceção dos valores para a mão dominante dos atletas no teste intervalar (39,92%) que ficou 0,08% abaixo desta faixa citada (entre 40% e 50%) e da mão não dominante dos atletas no teste contínuo (1,59%) acima da faixa citada anteriormente, que apesar de estarem fora da faixa citada, estão muito próximos à ela. Além disto, o grupo dos atletas apresentou melhores resultados do $P_{estab.}$ no teste intervalar se comparado ao contínuo, demonstrando que o teste intervalar foi mais adequado as características de contração muscular dos atletas, onde estes conseguiram ter valores maiores de força, assim

como permanecer por mais tempo realizando uma contração muscular mais eficiente do que a encontrada no teste contínuo.

Os valores de $\%F_{xs}$ nos testes contínuo e intervalar dos não atletas, apresentaram uma maior diferença na mão dominante em relação a mão não-dominante até o instante 15 s, esta diferença foi mínima no instante 30 s e 60 s, após isto os valores para a mão dominante foram maiores até a F_{final} . Esta mudança de desempenho entre as mãos, pode ser causada pelo maior valor de $F_{máx}$ encontrado na mão dominante e valores de força semelhantes entre as mãos após o instante 30 s.

Porém, poucas diferenças foram significativas entre as mãos dos não atletas em ambos os testes (tabela 28). Apesar dos valores relacionados a fadiga muscular estarem demonstrando uma piora na mão dominante após os 30s, o valor do $P_{estab.}$ demonstra uma tendência a estabilidade da curva na mão dominante dos não atletas somente aos 67 s, enquanto que na mão não-dominante estabiliza aos 59,2 s.

É possível visualizar nos gráfico 10-A e 10-B, uma maior diferença do decréscimo da força contínua entre os grupos na mão dominante. No teste contínuo, a mão não-dominante apresentou diferenças significativas entre os grupos, apenas nos instantes 3 s e 6 s (tabela 29), o que sugere um menor desempenho dos atletas na mão não-dominante. No teste intervalar, não foram apresentadas diferenças significativas entre os grupos na mão não-dominante.

Os valores percentuais de decréscimo da força da mão dominante no teste contínuo, apresentaram diferenças significativas entre os grupos nos instantes 6 s, 9 s, 12 s, 15 s, 30 s, e 60s (tabela 29). É interessante verificar o desempenho da musculatura referente à fadiga muscular, onde os valores de decréscimo de força percentual referentes à $F_{máx}$ demonstram isso. Nota-se que no instante inicial (3 s), não ocorre um decréscimo significativo entre os grupos, porém o que diferencia os atletas dos não atletas na fadiga muscular na contração isométrica contínua são os valores de decréscimo de força percentual entre 6 s e 60 s, onde ocorre uma diferença

significativa entre os grupos. A manutenção da força no máximo esforço demonstra que os atletas estão mais condicionados a permanecer com valores de força mais próximos a $F_{máx.}$ depois de instantes iniciais, do que os indivíduos não atletas.

Tabela 28 Valores de p no teste de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização entre mão dominante e não dominante para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar

Variáveis	Valor de p			
	Teste Contínuo		Teste Intervalar	
	Atletas	Não atletas	Atletas	Não atletas
$\%F_{3s}$	0,07	0,05	0.02	0.19
$\%F_{6s}$	0,05	0,06	0.00	0.13
$\%F_{9s}$	0,03	0,07	0.01	0.15
$\%F_{12s}$	0,03	0,07	0.01	0.19
$\%F_{15s}$	0,03	0,13	0.03	0.23
$\%F_{30s}$	0,01	0,25	0.10	0.49
$\%F_{60s}$	0,04	0,26	0.14	0.11
$\%F_{90s}$	0,06	0,05	0.14	0.05
$\%F_{total} / \%F_{114,330s}$	0,08	0,04	0.14	0.04
$\%F_{150s}$	-	-	0.13	0.04
$\%F_{180s}$	-	-	0.14	0.05
$\%F_{210s}$	-	-	0.23	0.08
$\%F_{total}$	-	-	0.05	0.19
$P_{estab.}$	0,21	0,06	0.49	0.38

Os valores de $\%F_{xs}$ em não atletas no teste intervalar foram todos inferiores aos mesmos instantes avaliados no teste contínuo. Inclusive o valor de $\%F$ foi menor no teste intervalar se comparado ao teste contínuo (para a mão dominante e não-dominante respectivamente: 63,15% e 62,78 no teste contínuo e 79,28% e 75,22% no teste intervalar). Demonstrando uma melhor recuperação do sistema energético muscular no teste intervalar, que proporcionou um decréscimo menor da força ao longo do tempo.

O decréscimo total da força encontrada no estudo realizado por Nicolay e Walker (2005), na mão dominante foi de 59,6% e 64,2% para a mão não-dominante (durante os 30 s de teste de força de preensão contínua), valores estes, com menor desempenho em relação ao presente estudo (53,06% na mão dominante e 54,44% na mão não dominante), sendo que o valor da $F_{máx.}$ na mão

não-dominante foi o valor com maior diferença (11,7%) em relação aos valores encontrados no teste de força de preensão contínua do presente estudo.

Tabela 29 Valores de p no teste de comparação dos valores do decréscimo de força normalizada em instantes determinados e do ponto de estabilização para atletas e não atletas nos testes de preensão manual contínuo e intervalar

Variáveis	Valor de p			
	Teste Contínuo		Teste Intervalar	
	Dominante	Não-dominante	Dominante	Não-dominante
$\%F_{3s}$	0,16	0,02	0,40	0,11
$\%F_{6s}$	0,03	0,04	0,40	0,18
$\%F_{9s}$	0,01	0,09	0,38	0,30
$\%F_{12s}$	0,01	0,08	0,34	0,37
$\%F_{15s}$	0,00	0,08	0,31	0,42
$\%F_{30s}$	0,01	0,49	0,20	0,45
$\%F_{60s}$	0,02	0,28	0,08	0,36
$\%F_{90s}$	0,09	0,21	0,04	0,34
$\%F_{total} / \%F_{114,330s}$	0,23	0,20	0,05	0,29
$\%F_{150s}$	-	-	0,02	0,43
$\%F_{180s}$	-	-	0,02	0,49
$\%F_{210s}$	-	-	0,31	0,31
$\%F_{total}$	-	-	0,12	0,30
$P_{estab.}$	0,13	0,05	0,28	0,46

Os valores de decréscimo de força contínua nos instantes 0 s, 3 s, 6 s e 9 s para os indivíduos não atletas do presente estudo, estão abaixo dos valores encontrados por Kamikura e Ikuta (2001), que respectivamente, encontraram valores de 50 kgf, 44 kgf, 40 kgf e 38 kgf para a mão dominante e 46 kgf, 41 kgf, 37 kgf e 34 kgf para a mão não-dominante de pessoas não atletas, funcionários de uma indústria norte-americana. Estes valores estão muito próximos aos valores dos atletas avaliados neste estudo (tabela 24). Além destes valores, o decréscimo de força após os 5 s para as ambas as mãos foi menor (87 % para a mão dominante e 82 % para a mão não-dominante) nos valores encontrados por Kamikura e Ikuta (2001), tanto comparando aos não atletas, como aos atletas avaliados no presente estudo.

Nicolay e Walker (2005) encontraram diferenças significativas da $F_{máx.}$ entre mão dominante e não-dominante em indivíduos não atletas. Porém, ao analisar o decréscimo de força total em uma aquisição de 30 s de força contínua, verificaram menores valores para a mão não-dominante, sendo este apenas a variável referente à fadiga muscular. No presente estudo, os indivíduos não atletas não apresentaram diferenças estatisticamente significativas nos valores de decréscimo da força aos 30 s em relação à dominância das mãos no teste contínuo. Porém, na variável decréscimo de força percentual total do teste contínuo, foi encontrada apenas no grupo dos não atletas, uma diferença estatisticamente significativa entre as mãos, demonstrando que após os 90 s ocorreu um comportamento diferente na manutenção da força na mão não-dominante destes indivíduos.

Tanto os valores de força encontrados nos atletas, como nos não atletas, possuem um decréscimo da força maior nos instantes iniciais (até 30 s no teste contínuo e 60 s no teste intervalar), após isto este decréscimo diminui a cada instante analisado. Por exemplo, do instante inicial ($F_{máx.}$) até o instante 60s (metade do teste contínuo) na mão dominante dos atletas, o decréscimo da força foi de 59,24%, após este instante até a F_{final} o decréscimo foi de 15,74%, demonstrando um comportamento não-linear dos dados. Este comportamento não linear do decréscimo da curva de força ao longo do tempo, pode ser explicado por alguns fenômenos fisiológicos: o metabolismo energético, o recrutamento de fibras musculares, o disparo elétrico no músculo, entre outros, que fazem com que ocorra o decréscimo da força ao longo do tempo. O principal metabolismo envolvido em atividades de força máxima durante os primeiros segundos é o do fosfogênio (FOSS e KETEVIAN, 2000). A ressíntese da molécula de ATP (Adenosina Trifosfato) que desencadeia o processo de contração muscular é feita da maneira mais rápida, podendo ocorrer através da energia liberada na quebra da ligação de fosfato da molécula de fosfocreatina, ou através da quebra da molécula de ADP (Adenosina difosfato) estas quebras

ocorrem pela ação da enzima miocinase, que libera a energia necessária para o processo de ressíntese ocorrer. Através de estudos sobre este metabolismo, McCann *et al* (1994) cita que alguns estudos como os de Arnold *et al* (1984), Molé *et al* (1985) e Taylor *et al* (1986), estão em conflito com diversos estudos do estado estável do metabolismo fosfagênio, que demonstram a relação da intensidade do trabalho com a mudança de concentração de fosfatos de alta energia. A relação linear entre essas variáveis indica que a mudança da intensidade do trabalho e a depleção das reservas de fosfato são constantes. Porém, Chance *et al* (1985) *apud* McCann (1994), analisaram a relação da proporção de concentração de fosfato inorgânico e fosfocreatina com a força nos músculos do antebraço e demonstraram que existe uma quebra da linearidade da resposta da intensidade de trabalho. Em intensidades altas de trabalho, a redução da inclinação da curva de concentração de fosfocreatina é frequentemente observada.

No trabalho realizado por McCann (1994), onde foi analisada a cinética do metabolismo fosfagênico durante o exercício da musculatura responsável pela flexão de mão (flexor superficial do carpo), utilizou-se uma regressão exponencial na análise de curva dos fosfatos. Tendo em vista que o principal metabolismo utilizado, principalmente nos instantes iniciais da contração muscular é o metabolismo fosfagênio, possivelmente a utilização de um sistema linear na análise dos dados, não seja a forma correta de interpretação da curva de decréscimo de força. Baseado nos valores de R^2 encontrados em cada sujeito desta pesquisa, supôs-se que os dados de força mensurados têm um bom ajuste ao modelo proposto (exponencial de terceira ordem), sendo este usado para determinar as variáveis dependentes deste estudo, além disto demonstra a existência de uma tendência a estabilização do sinal de força.

5 CONCLUSÕES

Através dos resultados obtidos, iniciou-se um processo de criação de um banco de dados relativo à força de preensão manual executada de forma contínua e intervalar. Este banco de dados irá gerar novas oportunidades de manipulação dos resultados, possibilitando desenvolver novas pesquisas e conclusões das variáveis que se encontram neste estudo, assim como o aperfeiçoamento ou criação de variáveis que não estão presentes neste estudo.

A partir de uma análise da curva de força de preensão manual contínua e intervalar, foi possível mensurar as variáveis biomecânicas selecionadas para este estudo ($F_{máx}$, F_{xs} , F_{final} , P_{estab} , $\%F_{xs}$ e $\%F$). Através da análise dos resultados de R^2 encontrados, o melhor ajuste para verificar o decréscimo da força de preensão manual, foi através da regressão exponencial de 3º ordem. Na curva de força de preensão manual intervalar foram apenas apresentados os picos de força de cada contração realizada.

As medidas descritivas de cada variável permitiram verificar de que maneira a força de preensão de cada grupo se comportou. Nas medidas de força de preensão manual contínua verificou-se uma influência da dominância da mão no grupo dos atletas até o instante 60 s, demonstrando o desequilíbrio de força entre as mãos deste grupo. Os valores referentes à fadiga também foram detectados, entre os instantes 9s e 60s a mão dominante obteve um desempenho melhor em relação à mão não-dominante. O grupo dos não atletas, no teste de força de preensão manual contínua apresentaram diferenças significativas entre as mãos da $F_{máx}$ até o instante 15 s,

além destes a F_{final} . O decréscimo inicial da força dos atletas ($\%F_{3s}$ e $\%F_{6s}$) não obteve diferenças significativas em relação a dominância da mão, neste momento o metabolismo com maior atuação na geração de força muscular (fosfagênio) possui características parecidas de recuperação energética entre as dominâncias da mão. No grupo dos não atletas, ocorreu diferença significativa relacionado ao decréscimo da força ao longo do tempo, apenas na variável $\%F_{total}$ não demonstrando diferença significativa ao metabolismo energético inicial entre as mãos. Portanto, através destes resultados, verifica-se que em situações de contração isométrica (teste contínuo), os atletas possuem uma deficiência entre mãos após os 6 s de contração (valores inferiores e significativos para a mão não dominante). Além de possuírem valores inferiores de força na mão não dominante, os atletas decaem mais rapidamente a força na mão não dominante após os 6 s, o que indica uma possibilidade de derrota em uma competição devido ao fortalecimento desproporcional entre as mãos.

Dentre os esportes analisados, os esportes de luta incluídos na análise dos atletas (jiu-jitsu e judô) foram os que demonstraram maiores diferenças entre mãos. Os atletas de jiu-jitsu, a partir de 6 s possuem diferença significativa e os de judô a partir do instante 3 s, estes intervalos de tempo com contração muscular máxima ocorrem na prática esportiva em determinadas situações. Podendo até ocorrer a provocação proposital desta situação à um oponente para que este fique em desvantagem em relação a fadiga muscular de preensão. A movimentação durante um luta de um judoca ou de um atleta de jiu-jitsu pode ocorrer com musculaturas muito mais fortes e resistentes a grandes forças do que a musculatura de preensão, como por exemplo, toda a musculatura de perna e costas, que se manterem em movimentação constante, o oponente deverá fazer um grande esforço para se manter perto e em contato com as mãos. Isto feito, observando o tempo de contração contínua pode fazer com que o atleta ataque na mão do oponente mais utilizada, como por exemplo, após 5 s em ambas modalidades já demonstram significativa diferença.

A modalidade de remo não apresentou muitas diferenças entre mãos nem entre as modalidades no teste contínuo, isto demonstra que o fato de compensação de fortalecimento muscular não é necessária. Já a modalidade de Aikidô, demonstrou valores muito próximos aos não atletas, até mesmo no comportamento entre mãos, demonstrando uma relativa superioridade da mão dominante na força de preensão. Isto pode ser devido ao não acompanhamento paralelo de um fortalecimento muscular constante.

Nas medidas intervalares, os atletas obtiveram diferença significativa em todos os instantes de força analisados em relação à dominância. Neste tipo de contração muscular, o desempenho entre as mãos dos atletas demonstra ainda mais a necessidade de compensação de força de preensão na mão não-dominante, no treinamento dos atletas avaliados. O decréscimo de força percentual apenas obteve diferença significativa em relação a dominância nos instantes iniciais (até 15s), comportando-se de maneira diferente em relação ao teste contínuo. Além destas diferenças encontradas, o teste intervalar obteve valores mais altos da $F_{máx.}$ além de permanecer com valores superiores de força ao longo do tempo se comparado ao teste contínuo, o que indica que os atletas estão acostumados a realizarem este tipo de contração muscular, o que realça a necessidade do fortalecimento muscular na mão não dominante.

Em comparação com os atletas, o grupo dos não atletas no teste intervalar, obteve menos diferenças entre as mãos, porém foi encontrada diferença significativa no instante final do teste intervalar (F_{final}) e no $\%F_{total}$ do mesmo. A fadiga muscular em ambas as mãos desenvolveu-se de maneira semelhante e somente do instante 90 s ao final do teste intervalar, a mão não-dominante sofreu um decréscimo significativo da força. No teste intervalar, os indivíduos não atletas também apresentaram diferenças de força de preensão entre as mãos, até o instante 60 s. Após este instante, as forças entre as mãos não apresentaram diferenças, apenas ocorreram diferenças entre o decréscimo da força percentual entre as mãos, nos instantes 114,33 s e 150 s.

Em ambos os grupos, os valores de força apresentados em todos os instantes no teste de força de preensão manual intervalar foram mais altos. Os valores de força nos instantes selecionados permaneceram mais altos e com menor decréscimo percentual, devido ao descanso entre cada contração muscular. Porém na $F_{máx.}$, o valor superior encontrado, pode ser devido à possibilidade que o sujeito teve de poder aplicar a $F_{máx.}$ no dinamômetro ao longo da coleta da coleta (240 contrações máximas), dito isto por que alguns sujeitos apresentaram os valores de $F_{máx.}$ depois da primeira contração muscular (2º, 3º, 4º ou 5º contração em alguns casos).

Entre os grupos, foram apresentadas diferenças significativas entre atletas e não atletas no teste contínuo e intervalar, dentre o grupo dos atletas, apenas a modalidade de jiu-jitsu apresentou diferença significativa em comparação aos não atletas no teste intervalar e aos não atletas e atletas de aikidô no teste contínuo. Os atletas de jiu-jitsu foi o grupo onde foram apresentados os maiores valores de força de preensão contínuo e intervalar, também era o grupo onde os atletas praticavam com maior frequência musculação. No teste contínuo, os atletas apresentaram maiores níveis de força em todos os instantes avaliados na mão dominante. Na mão não-dominante, apresentaram diferenças significativas entre os grupos até o instante 30s, após isso não ocorreram diferenças significativas. Porém os valores de $F_{máx.}$ dos atletas, em ambas as mãos, não se diferenciam muito de alguns trabalhos já realizados onde foram avaliados a força de preensão de indivíduos não atletas, porém muitos destes trabalhos analisam somente a força máxima atingida ($F_{máx.}$), não levando em consideração a permanência desta força ao longo do tempo (fadiga muscular).

O $P_{estab.}$ apresentou diferença significativa apenas quando analisado entre as mãos dentro dos grupos dos atletas de judô e jiu-jitsu realizando a preensão manual de forma intervalar. Isto reforça mais uma vez a diferença do desempenho na manutenção e realização da força de preensão na mão não dominante, que foi onde os atletas apresentaram apenas pequenas

diferenças entre as mãos nestas modalidades, onde existe desta forma, uma utilização maior da mão dominante durante a prática esportiva, devendo isto ser solucionado na preparação física dos atletas.

O presente estudo, de acordo com o problema e objetivos iniciais, demonstrou os resultados obtidos e analisados para que desta forma, sejam utilizados pela comunidade científica, assim como atletas e interessados no assunto. Muitas pesquisas de preensão manual são realizadas dando ênfase apenas ao pico máximo atingido em um teste de preensão manual. Estes testes muitas poucas vezes são realizados em atletas, que utilizam não só a força máxima de preensão, como a manutenção desta durante a prática esportiva.

Os parâmetros que podem indicar o comportamento da força de preensão ao longo do tempo geralmente não são analisados, sem estes, as informações podem ser equívocas, dificultando a melhora do desempenho dos atletas. Foi demonstrado na presente pesquisa, que a principal diferença da força de preensão entre atletas e não atletas ocorre em instantes diferentes do pico máximo de força atingido ($F_{máx.}$), principalmente entre os instantes 6 s e 60 s, o que demonstra que protocolos de testes menores que 60 s não são suficientes para se ter uma idéia completa do comportamento da força de preensão manual.

Além disto é importante saber de que maneira o esporte realiza a contração muscular durante a prática esportiva, pois o uso de protocolos de contração isométrica em testes de força de preensão manual são os mais utilizados, o que pode ocasionar em parâmetros não tão confiáveis do desempenho do atleta no teste. O presente estudo demonstrou que foram encontrados valores maiores de força em ambos os grupos no teste intervalar.

Outro fato importante é da preparação dos atletas. Todos os atletas analisados participam de competições de nível nacional, porém poucos deles tem um acompanhamento profissional e supervisionado na preparação física, esta ocorre durante o próprio treino técnico-tático, o que não

é suficiente para obter melhores resultados. Pesquisas realizadas com atletas de judô profissionais europeus demonstram valores significativamente maiores de força de preensão em relação a este e a outros estudo realizados no Brasil.

Para a realização de outras pesquisas, com comparações e análises do comportamento da curva da força de preensão ao longo do tempo, entre grupos ou individualizadas, é necessária a modelização matemática destas curvas. A criação de um protocolo de teste de preensão com maior tempo de aquisição (acima de 30 s), onde algumas variáveis seriam retiradas da curva e colocadas em uma equação, pode padronizar o teste, o que possibilitará o uso de valores encontrados por outros pesquisadores de forma mais fidedigna.

Porém antes de realizar todo o processo de modelização e padronização de um teste de preensão manual é necessário se ter todo o procedimento do teste bem estudado. Algumas considerações foram feitas durante o presente trabalho, em relação a coleta de dados, como tipo de dinamômetro, controle do ambiente de coleta, posicionamento da mão e dedos no dinamômetro antes e durante o teste, que estão sendo estudados e aprimorados para futuros estudos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALONSO D. O., FORJAZ C. L. M., REZENDE L. O., BRAGA A. M. F. W., BARRETO A. C. P., NEGRÃO C. E., RONDON M. U. P. B. **Comportamento da frequência cardíaca e da sua variabilidade durante as diferentes fases do exercício físico progressivo máximo.** Arquivo brasileiro de cardiologia. Vol. 71-No. 6, 1998-p.787-792;

ÁLVARES-DA-SILVA M. R., SILVEIRA T. R. **Comparison between handgrip strength, subjective global assessment, and prognostic nutritional index in assessing malnutrition and predicting clinical outcome in cirrhotic outpatients.** Applied nutritional investigation. 2004. p. 113-117.

AMUNDSEN, S.; WALKER, D. **Measurement of hand grip fatigue.** American Journal of Physical Therapy . Abstract. 2002.

AN, K. N.; CHAO, E. Y.; COONEY, W.P.; LINSCHIED, R.L. **Forces in the normal and abnormal hand.** Journal of Orthopedic Research, 3, 1985. p.202-211.

AZIZ, A. R. ; TAN D. ; THE K. C. **Physiological responses during matches and profile of elite pencak silat exponents.** Journal of Sports Science and Medicine, 1, 2002. p. 147-155.

BARR, A.E.; BEAR-LEHMAN, J. Biomechanics of the wrist and hand. In: Nordin, M.,Frankel, V.H. (Eds.), **Basic Biomechanics of the Musculoskeletal System** (3rd ed.). Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia. 2001, p. 358-387.

BBC MUNDO. **Califican la Cumbre de "tragedia", 2002. Disponível em:** <http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/por_un_desarrollo_sostenible/newsid_2234000/22348638.stm>. Acesso em 22 de Jan. de 2006.

BERVIAN, P. A.; CERVO, A. L. **Metodologia Científica.** 4ºed. São Paulo: Makron books, 1996.

BERTONNI, A., *et al.* **Construção e calibração de um dinamômetro para força de preensão com variação de empunhadura.** Anais do XI Congresso Brasileiro de Biomecânica. João Pessoa – PB; 2005.

BEST PRICED PRODUCTS INC. **DyNex-1 grip dynamometer**, 2004. Disponível em: <http://www.bpp2.com/Merchant2/merchant.mvc?Screen=PROD&Product_Code=1108&Category_Code=02-Measurement-010206>. Acesso em 20 de Mar. de 2006.

BLAIR In: DURWARD, B.R.; BAER, G. D.; ROWE, P. J. **Movimento funcional humano: mensuração e análise.** São Paulo: Manole, 2001. 233p.

BÖHME, Maria Tereza Silveira. **Aptidão física de jovens atletas do sexo feminino analisada a determinados aspectos biológicos, idade cronológica e tipo de modalidade esportiva praticada.** São Paulo, 1999. 123p. Tese (professor livre docente) – Escola de educação física, Universidade de São Paulo.

BRUNNSTROM, S. **Clinical Kinesiology**; 3^aed F.A. Dareis Co: . 1979.

BUCHHOLZ, B.; FREDERICK, L.; ARMSTRONG, T.J. **An investigation of human palmar skin friction and the effects of materials, pinch force, and moisture.** Ergonomics, 31, 1988. p.317-325.

CARTER, J. E. L; FEATH, B. H. **Somatotyping development and applications.** Cambridge University Press. 1990.

CHADWICK, E. K. J.; NICOL, A. C. **A novel force transducer for measurement of grip force.** Journal of Biomechanics. v.34, 2001. p.125-128.

CHAO, E.Y.S.; AN, K.N.; COONEY, W.P. III; LINSHEID, R.L. **Biomechanics of the Hand: A Basic Research Study.** World Scientific, Singapore. 1989.

CHENG, B. *et al.* **A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds.** International Journal of Sports and Medicine. Vol 13, n. 7, 1992. p. 518-522.

DEL PINO, José M^a Tamborero. **NTP 239: Escaleras manuales.** Centro nacional de condiciones de trabajo, 1999. Disponível em: <www.mtas.es/insht/ntp/ntp_239.htm>. Acesso em 20 de Jan. de 2006.

ESTIVALET P. S. **Avaliação dos movimentos de punho e de mão na atividade de cromagem de cilindros de uma empresa do vale do Rio dos Sinos – RS.** 2004 – 107 pgs. Dissertação. UFRGS. Porto Alegre-RS.

EUROPEAN SPACE AGENCY. **Esperimenti di Fisiologia Umana.** Disponível em: <http://www.spaceflight.esa.int/users/index.cfm?act=default.page&page=iss01-sme-it-2>. Acesso em 20 de Mar. de 2006

FILHO, Dalton M. Pessoa e KOKUBUN, Eduardo. **Força e potência são determinantes do desempenho em velocidades máxima e sub máxima de nado entre nadadores habilitados.** Anais do VIII Congresso brasileiro biomecânica, Florianópolis – SC – 1999. p. 113 – 118.

FRANCHINI, E>; TANIKO, M. Y.; PEREIRA, J. N. C. **Frequência cardíaca e força de preensão manual durante a luta de jiu-jitsu.** EFDeportes, n.65, 2003. Disponível em: <<http://www.efdeportes.com/efd65/jiujitsu.htm>>. Acesso em 20 de Dez. de 2005.

FRANSSON C., WINKEL J. **Hand strength: the influence of grip span and grip type.** Ergonomics 1991: 881-892.

FURLONG, Edward. **From Chimps to Humans? - Lucy Who?** 2005. Disponível em: <<http://home.eol.ca/~cumulus/Chimp/4.htm>>. Acesso em 15 de Jan. de 2006.

GERTZ, Luiz Carlos e ZARO, Milton Antônio. **Análise dinamométrica de acessórios utilizados em digitação.** Anais do VIII Congresso brasileiro de biomecânica, Florianópolis – SC, 1999. p. 139 – 142.

GRAÇA, W. Aspectos antropológicos e evolutivos da preensão, 2001 Disponível em: <<http://www.fsp.usp.br/MEYER.htm>>, Acessada em :22/12/2002.

GREGORY, R. W. **Biomechanics and control of torque production during prehension.** Pennsylvania State University. Thesis. 2002, 193p.

HAIDAR, S. G., KUMAR, D., BASSI, R. S., DESHMUKH, S. C. **Average versus maximum grip strength: Which is more consistent?** Journal of Hand Surgery – 2004:82-84.

HALL, Susan J. **Biomecânica básica.** Guanabara Koogan. Rio de Janeiro, RJ – 2000

HAWES, M. R.; SOVAK, D. **Morfological prototypes, assessment and change in elite athletes.** Journaul of Sports Sciences, v. 12, p. 235-242, 1994.

HAY, James G.; REID, J. Gavin. **As bases anatômicas e mecânicas do movimento humano.** Rio de Janeiro: Prentice – Hall do Brasil, 1985.

HENNIG, E. M.; SCHNABEL, G. **Biomechanical analysis of the tennis serve for casual and expert players.** 9th Biennial Coference of Biomechanics. 1996; p. 186 – 187.

HOLLE, B. **Desenvolvimento Motor na criança normal e retardada.** São Paulo: Manole, 1990.

JOSTY, I. C.; TYLER M. P.; SHEWEL, P. C.; ROBERTS A. H. **Grip and pinch strength variations in different types of workers.** J. Hand Surg. 1997; 22B: 266-269.

KAMIMURA, T.; IKUTA, Y. Evaluation of Grip Strength with a sustained maximal isometric contraction for 6 and 10 seconds. *Journal Rehab. Med.* n. 33, 2001; p. 225-229.

KATTEL, B. P.; FREDERICKS, T. K.; FERNANDEZ, J. E.; LEE, D. C. **The effect of upper-extremity posture on maximum grip strength.** *International Journal of Industrial Ergonomics.* v.18 1996, p.423-429.

KAPANDJI, I. A. **Fisiologia articular: esquemas comentados de mecânica humana.** 4 ed. São Paulo: Manole. 1980.

KENDALL, F. P. et Al. **Músculos, provas e funções.** 4 ed., São paulo, Manole, 1995.

JACKSON A., DISHMAN R. K., CROIX S., PATTON R. E WEINBERG R. **The heart rate, perceived exertion, and pace of the 1.5 mile run.** *Medicine and science in sports and exercise.* Vol. 13-No. 4, 1981-p. 224-228;

LÉGER L. E BOUCHER R. **An indirect continuous running multistage field test: The université de montréal track test.** *Canadian journal of applied sports science.* Vol.5 No.2, 1980-p. 77-84;

LIMA, JORGE R. P. E KISS, MARIA A. P. D. **Limiar de variabilidade da frequência cardíaca.** *Revista brasileira de atividade física e saúde.* Vol. 4-No 1, 1999-p.29-38;

LONG, C. II, CONRAD, P.W., HALL, E.A., FURLER, S.L. **Intrinsic-extrinsic muscle control of the hand in power grip and precision handling: an electromyographic study.** *Journal of Bone and Joint Surgery,* 1970. 52A, 853-867.

MACKENZIE, C.L.; IBERALL, T. **The Grasping Hand.** North-Holland, Amsterdam. 1994.

MARTINI, K. **Andebol: técnica – tática – metodologia.** Portugal: Publicações Europa-América, Ltda, 1980.

MATHIOWETZ, V.; KASHMAN, N.; VOLLAND, G. **Grip strength and pinch strength: normative data for adults.** *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation.* 66, 1985, p.69-74.

MATHIOWETZ V. **Effect of three trials on grip and pinch strength measurement.** *The journal of hand surgery.* 1990: 195-198.

MC DOUGALL, A. C. E YUASA, Y. **O novo atlas de hanseníase.** Sasakawa memorial health foundation, 2002.

MCGINNIS, Peter M. **Biomecânica do esporte e exercício.** Artmed, Porto Alegre/RS – 1999

MEYERHOF, P.G. **O desenvolvimento normal da preensão.** 2002 Disponível em: <<http://www.fsp.usp.br/MEYER>>.htm, Acessada em :22/12/2002.

MOREIRA, D., ÁLVARES, R. R. A., GODOY, J. R., CAMBRAIA, A. N. **Abordagem sobre preensão palmar utilizando o dinamômetro Jamar: uma revisão de literatura.** Revista brasileira de ciências e movimento. 2003, v. 11 n. 2: p. 95-99.

NAPIER, J.R. **Hands.** Princeton, NJ: Princeton University Press, 1993.

NICOLAY C. W., WALKER A. L. **Grip strength and endurance: Influences of anthropometric variation, hand dominance, and gender.** International Journal of industrial ergonomics-2005.

NIGG, B. M., HERZOG, W. **Biomechanics of the musculo-skeletal system.** Toronto: John Wiley & Sons, 1994.

NOVO JR., J. M.; CLIQUET JR., A.; GALLO JR., L. **Teste de preensão isométrica da mão: contribuição à avaliação objetiva da força muscular.** VII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Anais. Campinas, UNICAMP, 1997. p.246-251.

NOVO JR. J. M., BRENZIKOFER, R., BARROS, R. M. L., ZULLI, R., CLIQUET JR. A., LIMA F. **Modelamento do comportamento da força muscular nos testes de preensão isométrica da mão: Análise por série de tempo.** VIII Congresso Brasileiro de Biomecânica, Anais. Florianópolis, 1999. p. 345-349.

O'TOOLE, M. L. **Prevention and treatment of injures to runners.** Med. Sci. Sports Exercise, 1992.

PALASTANGA, N. **Anatomia e movimento humano: estrutura e função.** 3. ed. São Paulo: Manole, 2000.

PATTERSON RP, BAXTER T. **A multiple muscle strength testing protocol.** Arch Phys Med Rehabil 1988:366-368;

PHYSED.CA, **Measurement & Evaluation Devices |Smedley Hand Dynamometer.** Disponível em:<http://www.physed.ca/miva/merchant.mv?Screen=PROD&Product_Code=TL-MD1185&Category_Code=MED-MEA>. Acesso em 20 de Mar. de 2006.

POWERS S. K., HOWLEY E.T. **Fisiologia do exercício: Teoria e aplicação ao condicionamento e ao desempenho.** Ed: Manole, São Paulo, 2000.

PROJETO RENASCE BRASIL, **Evolucionismo e teoria da evolução,** 2005. Disponível em: <http://www.renascebrasil.com.br/f_criador2.htm>. Acesso em 29 de Mai. de 2006.

PRONK, C.N.A.; NIESING, R. **Measuring hand-grip force, using a new application of strain gauges.** Medical & Biological Engineering & Computing.19, 1981, p. 127-128.

QUBIT SYSTEMS. **Electrophysiology.** Disponível em : <http://www.qubitsystems.com/Merchant2/merchant.mvc?Screen=CTGY&Store_Code=QS&Category_Code=HP-02>. Acesso em 20 de Mar. de 2006.

RASCH, P. J. & BURKE, R. K. **Cinesiologia e anatomia aplicada.** 5 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.

REDDON J. R, STEFANYK W. O, GILL D. M, RENNEY C. **Hand dynamometer: effects of trials and sessions.** Percept Mot Skills 1985: 1195-1198;

RUIZ-RUIZ, Jonathan, *et. al.* **Hand size influences optimal grip span in women but not in men.** The Journal of Hand Surgery. Vol. 27A, nº5; 2002 – p. 897 – 901.

SANDE, L.P., COURRY, H.J.C.G., OISHI, J.; KUMAR, S. **Effect of musculoskeletal disorders on prehension strength.** Applied Ergonomics. 32. 2001.p.609-616.

SCHIBYE B., HANSEN A. F., SOGAARD K., CHRISTENSEN H. **Aerobic power and muscle strength among young and elderly workers with and without physically demanding work tasks.** Applied ergonomics. 2001. p. 425-431

SHEPHERD, R.B. **Fisioterapia em Pediatria.** 3ªed.São Paulo: Santos, 1996.

SMITH, L. K; WEISS, E.L.; LEHMKUHL, L. D. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom.** 5ª ed. São Paulo: Manole, 1997.

SPORTSTEK. **North Coast Medical Hydraulic Hand Dynamometer,** 2006. Disponível em: < <http://www.sportstek.net/qhhdg.htm>>. Acesso em 20 de Mar. de 2006.

SODRÉ, Ulysses. **Geometria Plana: Geometria Analítica Plana,** 2004. Disponível em: <<http://pessoal.sercomtel.com.br/matematica/geometria/ganalitica/ganalitica.htm#ga07>>.Acesso em 12 de Fev. de 2006.

SOLOMON N. P., ROBIN D. A., **Perceptions of effort during handgrip and tongue elevation in Parkinson's disease.** Parkinsonism e related disorders. 2005 p. 353-361.

TANI, G. **Cinesiologia, educação física e esporte: ordem emanante do caos na estrutura acadêmica.** *Motus Corporis*, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p. 9 – 50, 1996.

TSUJI S.; TSUNODA, N.; YATA, H.; KATSUKAWA, F.; ONISHI S.; YAMAZAKI, H. **Relation between grip strength and radial bone mineral density in young athletes.** Arch. Phys. Med. Rehabil, v. 76, 1995. p. 234-238

VOORBIJ A. J. M., STEENBEKKERS L. P.A. **The composition of a graph on the decline of total body strength with age based on pushing, pulling, twisting and gripping force.** Applied ergonomics. 2001 p. 287-292.

WATANABE T., OWASHI K., KANAUCHI Y., MURA N., TAKAHARA M., OGINO T. **The short-term reliability of grip strength measurement and the effects of posture and grip span.** The Journal of Hand Surgery, 2004: 603-609;

WELLS, R.; GREIG, M. **Characterizing human prehensile strength by force and moment wrench.** Ergonomics, v44, n15, 2001. p. 1392-1402.

WING, A.M. **Anticipatory control of grip force in rapid arm movements.** In: Wing, A.M., Haggard, P., Flanagan, J.R. (Eds.), *Hand and Brain: The Neurophysiology and Psychology of Hand Movements.* Academic Press, San Diego, 1996, p. 301-324.

ZARO, M. *et al.* **Técnicas experimentais.** Porto Alegre, 2000. (Apostila). Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

ANEXO 1

QUESTIONÁRIO E FORMULÁRIO DE AVALIAÇÃO UTILIZADOS NAS COLETAS DE DADOS DOS SUJEITOS DA PESQUISA

1. IDENTIFICAÇÃO

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/_____ Mão dominante: () Direita () Esquerda

Pratica alguma atividade física com frequência? () Não () Sim

Quanto tempo pratica este tipo de atividade? _____

Pratica outros esportes? () Não () Sim

Quais? _____

Já teve alguma lesão na mão? () Não () Sim

Qual/is? _____

Realiza treinamento específico para fortalecimento da mão? () Não () Sim

Qual/is? _____

2. MEDIDAS ANTROPOMÉTRICAS

MÃO

Comprimento longitudinal

Comprimento transversal

Circunferência da mão

Largura da mão

Comprimento do dedo médio

ANTEBRAÇO

Circunferencia distal

Circunferencia medial

Comprimento

BRAÇO

Comprimento

Circunferência

ANEXO 2

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISAS COM SERES
HUMANOS DA UDESC

ANEXO 3

VALORES DO VALOR PADRONIZADO DE ASSIMETRIA ($VP_{ASSIMETRIA} = \text{ASSIMETRIA/ERRO PADRÃO DA ASSIMETRIA}$) E VALOR PADRONIZADO DE CURTOSE ($VP_{CURTOSE} = \text{CURTOSE/ERRO PADRÃO DA CURTOSE}$) OBTIDOS NO TESTE DE NORMALIDADE DE SHAPIRO-WILK PARA AS VARIÁVEIS DOS GRUPOS DE ATLETAS E NÃO ATLETAS NOS TESTES CONTÍNUO E INTERVALAR

Variáveis	Intervalar							
	Atletas				Não atletas			
	VP _{assimetria**}		VP _{curtose***}		VP _{assimetria**}		VP _{curtose***}	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
<i>F_{máx.}</i>	0,91	0,82	-0,11	0,03	0,73	-0,37	-0,03	-1,00
<i>F_{3s}</i>	0,99	0,35	-0,34	-0,53	0,63	-0,09	-0,16	-0,96
<i>F_{6s}</i>	1,28	0,43	-0,11	-0,49	0,70	-0,31	-0,07	-0,87
<i>F_{9s}</i>	1,42	0,46	0,07	-0,51	0,74	-0,42	-0,03	-0,80
<i>F_{12s}</i>	1,48	0,46	0,21	-0,51	0,76	-0,40	0,04	-0,77
<i>F_{15s}</i>	1,49	0,46	0,30	-0,47	0,79	-0,29	0,13	-0,76
<i>F_{30s}</i>	1,28	0,47	0,25	0,04	0,82	0,45	0,65	-0,11
<i>F_{60s}</i>	0,97	0,23	-0,05	0,71	0,65	1,52	0,32	1,32
<i>F_{90s}</i>	0,75	-0,11	-0,37	0,72	0,66	2,08	-0,35	1,72
<i>F_{114,33s}</i>	0,47	-0,30	-0,83	0,53	0,83	2,15	-0,38	1,51
<i>F_{150s}</i>	0,24	-0,32	-1,20	0,35	1,13	1,92	-0,04	0,89
<i>F_{180s}</i>	0,07	-0,23	-1,39	0,23	1,36	1,62	0,35	0,48
<i>F_{210s}</i>	0,04	-0,09	-1,45	0,19	1,53	1,36	0,73	0,29
<i>F_{final}</i>	-0,27	0,14	-0,19	1,04	1,62	1,17	1,04	0,29
<i>%F_{3s}</i>	1,26	1,36	0,67	-0,61	0,40	0,95	0,01	0,16
<i>%F_{6s}</i>	0,69	0,86	0,04	-0,96	0,19	-0,95	-0,36	0,43
<i>%F_{9s}</i>	0,66	0,79	0,09	-0,71	0,21	0,44	-0,62	1,14
<i>%F_{12s}</i>	0,45	0,73	-0,39	-0,29	0,26	1,23	-0,93	1,43
<i>%F_{15s}</i>	0,28	0,59	-0,77	-0,02	0,34	1,62	-1,15	1,56
<i>%F_{30s}</i>	0,04	0,14	-1,25	0,64	0,85	2,14	-1,05	1,60
<i>%F_{60s}</i>	0,08	0,60	-1,19	0,94	0,97	1,91	-0,29	0,89
<i>%F_{90s}</i>	0,36	0,75	-0,94	0,86	0,54	1,36	-0,21	0,46
<i>%F_{114,33s}</i>	0,70	0,65	-0,41	1,01	0,18	0,86	-0,38	0,24
<i>%F_{150s}</i>	0,77	0,43	0,16	1,33	-0,25	0,33	-0,67	-0,19
<i>%F_{180s}</i>	0,43	0,15	0,53	1,71	-0,50	0,12	-0,81	-0,49
<i>%F_{210s}</i>	-0,08	-0,12	0,62	2,01	-0,66	0,05	-0,83	-0,61
<i>%F</i>	-0,46	0,80	-0,05	1,20	-1,42	-0,89	-0,20	-0,24
<i>P_{estab.}</i>	1,75	-1,59	-1,05	0,81	-1,47	0,79	0,67	-1,28

*VP assimetria = assimetria/erro padrão da assimetria

**VP curtose = curtose/erro padrão da curtose

Variável	Contínuo							
	Atletas				Não atletas			
	VP _{assimetria}		VP _{curtose}		VP _{assimetria}		VP _{curtose}	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	0,20	-0,98	-0,78	-0,58	-0,60	1,44	0,26	1,64
F_{3s}	-1,42	-0,57	1,20	-0,98	-0,36	1,36	-0,74	1,39
F_{6s}	-0,72	-0,63	0,21	-0,67	-0,37	1,12	-0,64	1,31
F_{9s}	-0,38	-0,51	-0,07	-0,39	-0,30	0,76	-0,54	0,74
F_{12s}	-0,11	-0,42	0,01	-0,24	-0,24	0,51	-0,44	0,14
F_{15s}	0,17	-0,38	0,23	-0,25	-0,22	0,36	-0,37	-0,27
F_{30s}	1,30	-0,02	1,13	-0,78	-0,59	0,10	-0,40	-0,01
F_{60s}	0,52	0,40	0,07	-0,62	0,08	0,79	0,00	0,81
F_{90s}	-1,04	0,85	0,01	-0,80	1,60	1,37	0,10	-0,09
F_{final}	-1,11	1,03	0,59	-0,79	1,59	0,89	-0,03	-0,84
$\%F_{3s}$	1,48	2,16	0,70	0,61	3,06	0,84	2,74	-0,27
$\%F_{6s}$	1,35	1,39	1,65	0,03	3,33	0,30	3,63	-0,33
$\%F_{9s}$	1,56	0,91	2,75	-0,35	3,00	0,36	3,11	0,58
$\%F_{12s}$	1,59	1,23	3,22	-0,22	2,55	0,61	2,28	1,08
$\%F_{15s}$	1,49	1,03	3,04	-0,43	2,09	0,82	1,43	1,06
$\%F_{30s}$	1,15	0,66	-0,12	-1,56	0,59	0,15	0,64	-0,05
$\%F_{60s}$	0,80	0,23	-0,92	-1,06	-1,03	-0,94	0,86	-0,66
$\%F_{90s}$	0,56	0,20	0,07	-1,11	-1,53	-0,84	-0,32	-1,25
$\%F_{xs}$	0,56	-0,17	0,54	-0,84	-1,31	-0,48	-0,39	-1,16
$P_{estab.}$	-0,11	0,07	-0,59	-0,60	0,33	0,70	-0,24	-0,20

*VP assimetria = assimetria/erro padrão da assimetria

**VP curtose=curtose/erro padrão da curtose

Contínuo – VP _{assimetria} * de cada grupo								
Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	0,31	1,04	0,17	-1,85	-0,54	-0,32	1,57	-0,01
F_{3s}	-1,14	0,99	0,40	-1,34	-1,42	0,05	-0,82	-0,24
F_{6s}	-1,37	0,62	0,04	-0,48	-0,85	-0,10	-0,61	-0,76
F_{9s}	-1,32	0,44	-0,04	0,12	-0,63	-0,01	-0,45	-1,02
F_{12s}	-1,21	0,30	0,09	0,40	-0,56	0,04	-0,36	-1,13
F_{15s}	-1,09	0,14	0,30	0,48	-0,53	0,08	-0,31	-1,15
F_{30s}	-0,64	-1,18	1,02	0,09	-0,51	1,14	-0,19	-0,86
F_{60s}	-0,16	-0,69	0,37	-0,97	-0,21	1,85	0,19	-0,42
F_{90s}	0,17	-0,47	-1,38	-0,40	0,19	2,05	-0,27	-0,24
F_{final}	-0,30	-0,10	-2,10	0,84	0,78	1,60	-0,56	-0,19
$\%F_{3s}$	2,31	2,08	1,87	-0,93	-0,50	0,50	1,73	0,45
$\%F_{6s}$	1,45	0,77	2,58	-1,35	0,59	0,35	0,44	0,83
$\%F_{9s}$	0,76	0,07	2,48	-1,01	0,92	0,07	-0,67	1,59
$\%F_{12s}$	0,26	-0,29	2,10	-0,69	1,10	0,74	-1,49	2,02
$\%F_{15s}$	-0,11	-0,52	1,58	-0,47	1,25	0,47	-1,96	2,22
$\%F_{30s}$	-1,02	-1,34	-0,22	-0,19	2,31	0,37	-0,47	1,68
$\%F_{60s}$	-1,41	-1,45	-0,28	-0,51	2,92	-0,01	0,74	1,37
$\%F_{90s}$	-0,98	0,98	0,89	-0,10	2,15	-0,33	0,15	1,44
$\%F_{xs}$	-0,61	1,17	1,67	-0,89	0,80	-0,89	-0,52	1,60
$P_{estab.}$	1,28	0,39	0,70	1,10	0,16	-0,78	0,20	0,50

*VP assimetria = assimetria/erro padrão da assimetria

Contínuo – VP _{curtose} * de cada grupo								
Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
<i>F_{máx.}</i>	-0,83	0,51	-0,73	1,29	-0,72	0,66	1,10	-1,23
<i>F_{3s}</i>	0,74	-0,49	-1,08	0,45	0,54	-0,10	0,05	-0,62
<i>F_{6s}</i>	0,86	-1,27	-0,45	0,50	-0,35	-0,91	-0,43	0,04
<i>F_{9s}</i>	0,61	-1,44	0,09	0,47	-0,72	-0,85	-0,73	0,32
<i>F_{12s}</i>	0,33	-1,38	0,42	0,30	-0,83	-0,54	-0,92	0,38
<i>F_{15s}</i>	0,10	-1,27	0,59	0,13	-0,82	-0,26	-1,05	0,30
<i>F_{30s}</i>	-0,32	0,10	0,39	-0,23	-0,45	1,46	-1,14	-0,55
<i>F_{60s}</i>	-0,13	-0,34	-0,49	1,37	-0,54	1,30	0,28	-0,76
<i>F_{90s}</i>	-0,60	0,29	0,60	0,27	0,05	0,77	-0,14	-0,48
<i>F_{final}</i>	-1,27	-0,17	1,97	0,46	-0,08	-0,12	0,10	-0,29
<i>%F_{3s}</i>	<i>2,79</i>	<i>2,00</i>	<i>1,53</i>	-0,55	0,87	-1,29	<i>1,72</i>	-0,19
<i>%F_{6s}</i>	1,84	-0,07	<i>2,89</i>	0,04	1,09	-1,11	0,66	0,09
<i>%F_{9s}</i>	1,32	-0,77	<i>2,89</i>	0,19	0,85	-0,71	0,78	1,34
<i>%F_{12s}</i>	1,09	-0,87	<i>2,37</i>	0,20	0,61	-0,49	1,44	<i>2,07</i>
<i>%F_{15s}</i>	1,00	-0,75	1,60	0,17	0,52	-0,46	1,94	<i>2,39</i>
<i>%F_{30s}</i>	1,06	0,32	-1,11	-0,48	1,97	-1,42	-0,40	0,11
<i>%F_{60s}</i>	0,60	1,02	-1,60	0,80	<i>3,51</i>	-0,94	-0,54	0,14
<i>%F_{90s}</i>	-0,45	0,94	-0,23	-0,69	1,95	-1,16	-0,64	0,84
<i>%F_{xs}</i>	-1,21	0,58	1,20	-0,11	0,31	-0,07	-0,64	1,27
<i>P_{estab.}</i>	-0,30	-0,58	-0,43	0,01	-0,52	0,29	-0,08	-1,55

*VP_{curtose}=curtose/erro padrão da curtose

Intervalar – VP _{assimetria} * de cada grupo								
Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
<i>F_{máx.}</i>	1,60	1,97	0,15	0,48	0,83	0,85	-0,35	-0,93
<i>F_{3s}</i>	1,94	1,91	-0,23	0,32	1,41	0,57	-0,27	-0,42
<i>F_{6s}</i>	1,85	1,75	0,01	0,34	1,66	0,63	-0,93	-0,64
<i>F_{9s}</i>	1,75	1,62	0,24	0,32	1,72	0,65	-1,67	-0,78
<i>F_{12s}</i>	1,66	1,54	0,42	0,30	1,70	0,65	-2,16	-0,88
<i>F_{15s}</i>	1,58	1,44	0,52	0,27	1,68	0,64	-2,37	-0,95
<i>F_{30s}</i>	1,31	0,81	0,47	0,02	1,62	0,57	-2,08	-0,86
<i>F_{60s}</i>	0,95	-0,15	-0,06	-0,92	1,80	0,55	-1,55	0,14
<i>F_{90s}</i>	0,57	-0,13	-0,39	-1,28	1,72	0,57	-1,17	0,53
<i>F_{114,33s}</i>	0,24	-0,14	-0,58	-1,26	1,39	0,54	-0,76	0,25
<i>F_{150s}</i>	-0,19	0,23	-0,68	-1,12	1,00	0,45	-0,38	-0,56
<i>F_{180s}</i>	-0,45	0,46	-0,77	-0,92	0,66	0,30	-0,08	-1,53
<i>F_{210s}</i>	-0,62	-0,14	-0,76	-0,72	0,46	0,11	0,14	-2,02
<i>F_{final}</i>	-0,69	1,15	-0,48	0,47	-1,13	-0,80	1,08	-1,95
<i>%F_{3s}</i>	1,29	2,04	-0,95	0,34	2,72	0,16	1,69	1,91
<i>%F_{6s}</i>	-0,10	-0,88	0,28	-0,14	1,03	0,38	-0,78	1,21
<i>%F_{9s}</i>	-0,88	-1,44	0,50	0,51	0,86	0,38	0,00	0,76
<i>%F_{12s}</i>	-0,47	-1,52	0,44	0,85	0,56	0,41	0,34	0,42
<i>%F_{15s}</i>	-0,28	-1,51	0,37	1,02	0,22	0,44	0,40	0,14
<i>%F_{30s}</i>	-0,36	-0,71	0,18	0,26	-0,76	0,53	0,34	-0,03
<i>%F_{60s}</i>	-0,86	0,21	0,04	1,27	-0,15	0,45	0,05	0,14
<i>%F_{90s}</i>	0,14	0,90	0,12	1,84	1,10	0,36	-0,43	-0,54
<i>%F_{114,33s}</i>	-0,02	1,27	0,51	1,96	1,75	0,38	-0,99	-1,27
<i>%F_{150s}</i>	-0,18	1,32	0,89	1,99	1,72	0,48	-1,46	-1,78
<i>%F_{180s}</i>	-0,26	1,24	0,77	1,96	1,25	0,62	-1,76	-2,04
<i>%F_{210s}</i>	-0,33	0,94	0,47	1,86	0,52	0,72	-1,92	-2,08
<i>%F_{xs}</i>	-0,39	0,81	0,94	-0,65	-0,52	1,10	-2,38	-1,57
<i>P_{estab.}</i>	1,05	1,12	-0,32	-0,26	3,42	-2,83	1,58	-0,14

*VP assimetria = assimetria/erro padrão da assimetria

Intervalar – VP _{curtose} * de cada grupo								
Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
<i>F_{máx.}</i>	1,59	1,43	-0,53	-0,60	0,29	-0,43	-0,37	0,06
<i>F_{3s}</i>	1,25	1,93	-0,43	-0,74	1,05	-0,31	-0,95	-0,96
<i>F_{6s}</i>	1,10	1,76	-0,89	-0,93	1,44	-0,15	-0,45	-0,78
<i>F_{9s}</i>	0,87	1,57	-1,19	-1,06	1,49	-0,07	0,71	-0,64
<i>F_{12s}</i>	0,71	1,40	-1,35	-1,16	1,47	-0,03	1,81	-0,53
<i>F_{15s}</i>	0,54	1,25	-1,42	-1,24	1,44	0,00	2,42	-0,44
<i>F_{30s}</i>	-0,35	0,76	-1,43	-1,30	1,36	0,14	1,96	-0,32
<i>F_{60s}</i>	-1,47	0,45	-1,18	-0,27	1,26	0,40	1,44	-0,72
<i>F_{90s}</i>	-1,25	0,38	-1,07	0,19	0,95	0,66	1,52	-0,63
<i>F_{114,33s}</i>	-1,01	0,08	-1,14	0,16	0,47	0,85	1,29	-0,68
<i>F_{150s}</i>	-0,58	-1,09	-1,20	0,01	-0,09	0,87	0,85	-0,75
<i>F_{180s}</i>	0,02	-1,39	-1,18	-0,14	-0,66	0,69	0,42	0,19
<i>F_{210s}</i>	-0,46	-0,95	-1,14	-0,28	-1,14	0,33	0,10	1,57
<i>F_{final}</i>	-0,26	-0,45	-0,61	-1,05	0,28	-0,24	0,94	1,50
<i>%F_{3s}</i>	1,82	-0,21	-0,64	-0,67	3,15	-1,32	1,54	1,76
<i>%F_{6s}</i>	-0,11	-0,79	0,44	-0,93	-0,23	-1,00	-0,27	0,01
<i>%F_{9s}</i>	0,65	-0,59	0,66	-0,14	0,42	-0,57	-1,27	-0,87
<i>%F_{12s}</i>	0,76	-1,10	0,08	0,33	0,55	-0,34	-1,47	-0,84
<i>%F_{15s}</i>	0,81	-1,37	-0,40	0,67	0,48	-0,21	-1,52	-0,69
<i>%F_{30s}</i>	0,08	-1,48	-1,13	-0,24	0,18	0,05	-1,50	-0,68
<i>%F_{60s}</i>	-0,93	-1,14	-0,57	0,53	-0,31	0,06	-1,13	-0,92
<i>%F_{90s}</i>	-0,47	0,06	-0,20	1,62	-0,19	-0,06	-0,41	-0,36
<i>%F_{114,33s}</i>	-0,01	-0,32	-0,51	1,80	0,06	-0,25	0,41	0,51
<i>%F_{150s}</i>	0,11	-0,66	-0,78	1,78	0,08	-0,53	1,07	1,36
<i>%F_{180s}</i>	0,07	-0,72	-0,89	1,68	-0,01	-0,85	1,49	1,98
<i>%F_{210s}</i>	-0,05	-0,71	-0,92	1,53	0,02	-1,12	1,71	2,29
<i>%F_{xs}</i>	-0,64	-0,67	-0,81	-0,80	-0,29	-0,94	2,22	1,31
<i>P_{estab.}</i>	-0,21	-0,19	-1,41	-0,79	4,68	3,38	0,40	-0,31

*VP_{curtose}=curtose/erro padrão da curtose

ANEXO 4

VALORES DE MÉDIA E DESVIO PADRÃO EM kgf DAS VARIÁVEIS ANALISADAS NO TESTE CONTÍNUO E INTERVALAR PARA OS GRUPOS DE ATLETAS E NÃO ATLETAS

Variáveis	Teste Contínuo							
	Não atletas				Atletas			
	Média		DP		Média		DP	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	45,9	41,8	8,2	8,1	51,8	48,2	7,0	9,0
F_{3s}	38,0	33,3	9,5	7,6	44,5	40,3	6,8	8,0
F_{6s}	33,8	29,4	9,1	6,8	40,7	36,1	6,4	7,6
F_{9s}	31,0	26,9	8,2	6,2	37,9	33,2	6,1	7,3
F_{12s}	28,8	25,1	7,5	5,8	35,6	31,0	5,8	7,1
F_{15s}	27,0	23,8	6,8	5,4	33,7	29,2	5,5	6,9
F_{30s}	21,2	19,7	4,9	4,7	27,0	23,5	4,4	6,1
F_{60s}	15,4	15,5	3,6	4,1	19,5	17,6	3,5	5,3
F_{90s}	12,3	12,6	3,2	3,9	15,0	13,7	3,1	4,9
F_{final}	10,5	10,9	3,3	4,1	12,5	11,8	3,2	4,5
$\%F_{3s}$	18,0	20,6	9,9	5,8	14,2	17,2	7,2	8,0
$\%F_{6s}$	27,1	30,0	10,7	6,7	21,5	25,9	7,7	9,1
$\%F_{9s}$	33,1	35,8	10,0	7,1	26,8	32,4	7,8	9,3
$\%F_{12s}$	37,8	39,9	9,2	7,4	31,1	36,5	7,8	9,2
$\%F_{15s}$	41,5	43,0	8,6	7,7	34,8	39,9	7,7	9,4
$\%F_{30s}$	53,9	52,5	7,5	9,0	47,5	52,4	7,5	7,8
$\%F_{60s}$	66,2	62,5	7,1	9,7	62,0	64,7	7,3	7,3
$\%F_{90s}$	72,9	69,2	7,2	9,6	70,6	72,3	6,8	7,5
$\%F_{total}$	76,6	73,4	7,7	10,4	75,6	76,5	6,6	7,0
$P_{estab.}$	27,4	22,9	10,4	8,3	31,1	27,7	11,3	10,0

Teste Intervalar

Variáveis	Não atletas				Atletas			
	Média		DP		Média		DP	
	D	ND	D	ND	D	ND	D	ND
$F_{máx.}$	48,0	43,7	9,9	8,4	54,4	50,5	8,6	9,0
F_{3s}	45,3	40,7	9,7	8,3	51,3	46,2	8,5	8,5
F_{6s}	43,1	38,5	8,9	7,2	49,0	44,0	8,3	8,1
F_{9s}	41,2	36,7	8,4	6,4	47,0	42,1	8,1	7,8
F_{12s}	39,5	35,1	7,9	5,9	45,4	40,6	8,0	7,7
F_{15s}	38,1	33,9	7,6	5,6	43,9	39,3	7,9	7,5
F_{30s}	32,6	29,5	6,3	5,2	38,5	34,4	7,6	7,2
F_{60s}	26,5	25,2	5,4	5,0	32,6	29,1	6,9	6,8
F_{90s}	23,1	22,7	5,2	4,8	29,4	26,1	6,2	6,6
$F_{114,33s}$	21,4	21,4	5,2	4,7	27,3	24,2	5,9	6,4
F_{150s}	19,6	19,8	5,3	4,7	25,9	22,9	5,6	6,2
F_{180s}	18,6	18,8	5,4	4,7	24,7	21,9	5,4	6,1
F_{210s}	17,8	17,9	5,6	4,8	23,8	21,1	5,3	6,1
F_{final}	17,2	17,2	5,7	4,8	22,5	19,2	6,4	6,4
$\%F_{3s}$	5,9	6,8	3,5	3,3	5,8	8,4	3,0	4,8
$\%F_{6s}$	10,3	11,6	4,6	3,6	10,0	12,8	3,4	4,6
$\%F_{9s}$	14,1	15,6	5,1	5,1	13,6	16,4	4,5	5,1
$\%F_{12s}$	17,4	18,9	5,6	6,5	16,7	19,5	5,4	5,7
$\%F_{15s}$	20,3	21,7	6,1	7,6	19,4	22,1	6,2	6,1
$\%F_{30s}$	31,4	31,4	8,0	10,3	29,3	31,7	8,2	7,6
$\%F_{60s}$	48,0	43,7	9,9	8,4	54,4	50,5	8,6	9,0
$\%F_{90s}$	45,3	40,7	9,7	8,3	51,3	46,2	8,5	8,5
$\%F_{114,33s}$	43,1	38,5	8,9	7,2	49,0	44,0	8,3	8,1
$\%F_{150s}$	41,2	36,7	8,4	6,4	47,0	42,1	8,1	7,8
$\%F_{180s}$	39,5	35,1	7,9	5,9	45,4	40,6	8,0	7,7
$\%F_{210s}$	38,1	33,9	7,6	5,6	43,9	39,3	7,9	7,5
$\%F_{total}$	32,6	29,5	6,3	5,2	38,5	34,4	7,6	7,2
$P_{estab.}$	26,5	25,2	5,4	5,0	32,6	29,1	6,9	6,8

		Contínuo							
Variáveis		Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
		Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Contínuo	$F_{máx.}$	46,1	8,1	57,6	5,1	50,4	5,0	47,6	7,4
	F_{3s}	39,1	9,6	48,3	5,6	43,4	4,6	41,8	8,9
	F_{6s}	34,8	9,5	43,4	6,6	40,3	4,4	38,3	7,9
	F_{9s}	31,6	9,2	40,0	7,0	37,8	4,3	35,8	7,1
	F_{12s}	29,2	8,9	37,3	7,1	35,8	4,2	33,7	6,4
	F_{15s}	27,3	8,6	35,1	7,0	34,0	4,0	32,0	5,8
	F_{30s}	21,8	6,8	27,5	6,4	27,4	3,2	26,0	3,8
	F_{60s}	16,2	4,1	19,6	5,1	19,5	2,5	19,3	3,0
	F_{90s}	12,4	2,3	15,2	4,0	14,8	2,9	15,1	2,7
	F_{final}	9,8	1,5	12,6	3,9	12,2	3,5	12,6	2,2
	$\%F_{3s}$	15,8	11,3	16,2	5,4	13,7	5,7	12,8	10,4
	$\%F_{6s}$	25,3	13,9	24,8	7,6	20,0	6,2	19,8	9,1
	$\%F_{9s}$	32,1	14,8	30,8	8,6	24,9	6,0	25,1	8,3
	$\%F_{12s}$	37,3	15,2	35,4	9,0	28,9	5,7	29,4	7,7
	$\%F_{15s}$	41,3	15,2	39,2	9,1	32,5	5,4	32,9	7,3
	$\%F_{30s}$	53,0	13,0	52,3	9,2	45,6	4,4	45,0	7,0
	$\%F_{60s}$	64,6	8,2	66,1	8,0	61,1	4,7	58,8	8,1
	$\%F_{90s}$	72,7	5,5	73,8	6,5	70,4	5,5	67,6	7,8
	$\%F_{xs}$	78,1	5,2	78,2	6,5	75,7	6,4	72,9	6,9
	$P_{estab.}$	30,2	12,9	30,4	12,2	35,0	8,5	27,4	13,3
Intervalar	$F_{máx.}$	33,9	7,4	53,2	6,8	45,1	9,7	46,6	9,0
	F_{3s}	28,7	6,2	44,8	6,9	36,8	7,8	39,8	8,0
	F_{6s}	26,4	5,2	40,2	6,6	32,8	7,3	35,8	8,0
	F_{9s}	24,6	4,5	36,7	6,6	30,2	6,8	33,0	8,0
	F_{12s}	23,2	4,0	34,0	6,6	28,4	6,4	30,9	8,0
	F_{15s}	22,1	3,7	31,8	6,6	27,0	6,3	29,3	7,9
	F_{30s}	18,0	2,5	24,8	5,8	21,9	5,7	24,0	7,3
	F_{60s}	12,9	1,9	18,0	4,2	16,6	5,5	18,2	6,6
	F_{90s}	9,5	1,8	14,1	3,9	12,7	5,3	14,5	5,8
	F_{final}	7,4	1,8	11,7	4,2	11,4	4,9	12,2	5,0
	$\%F_{3s}$	14,2	13,0	16,0	4,8	20,7	11,3	14,5	5,0
	$\%F_{6s}$	20,8	13,6	24,6	6,5	29,3	12,3	23,4	7,0
	$\%F_{9s}$	25,8	14,0	31,1	7,7	36,1	11,3	29,6	8,1
	$\%F_{12s}$	29,9	14,1	36,3	8,4	38,7	10,9	34,3	8,6
	$\%F_{15s}$	33,3	14,0	40,5	8,7	41,0	11,3	37,9	8,8
	$\%F_{30s}$	45,3	12,2	53,7	7,8	53,9	7,5	49,3	8,5
	$\%F_{60s}$	60,7	8,8	66,4	5,2	65,6	7,3	61,8	9,1
	$\%F_{90s}$	71,2	6,3	73,9	5,2	73,1	8,5	69,7	8,6
	$\%F_{xs}$	77,7	5,5	78,4	6,0	76,8	7,5	74,3	7,6
	$P_{estab.}$	30,6	16,7	29,2	9,9	27,5	11,3	26,4	9,9

Intervalar – Mão dominante

Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
$F_{máx.}$	49,2	14,3	59,3	9,0	52,2	9,7	52,0	5,2
F_{3s}	46,1	12,9	56,0	8,9	49,1	9,4	49,1	5,8
F_{6s}	45,0	12,1	54,0	8,5	46,8	9,1	46,6	5,1
F_{9s}	43,5	11,5	52,1	8,3	44,9	9,0	44,5	4,8
F_{12s}	42,1	11,0	50,4	8,3	43,3	8,9	42,7	4,7
F_{15s}	40,9	10,4	48,8	8,2	42,0	8,8	41,2	4,7
F_{30s}	35,9	8,3	42,6	7,9	37,1	8,4	35,8	5,2
F_{60s}	29,9	5,9	35,7	7,0	31,7	7,7	30,6	5,5
F_{90s}	26,0	4,2	32,0	6,3	28,5	7,0	27,9	5,2
$F_{114,33s}$	23,9	3,2	29,8	6,1	26,1	6,4	26,3	5,0
F_{150s}	22,2	2,6	28,4	6,0	24,3	5,9	25,2	4,9
F_{180s}	21,0	2,1	27,1	5,8	22,9	5,4	24,4	4,8
F_{210s}	19,9	1,3	26,1	5,6	21,6	5,1	23,9	4,8
F_{final}	19,5	1,7	24,3	7,7	20,6	6,2	23,0	5,4
$\%F_{3s}$	6,2	4,7	5,7	3,5	5,9	3,1	5,7	2,9
$\%F_{6s}$	8,3	3,8	9,1	3,7	10,4	4,2	10,6	2,3
$\%F_{9s}$	11,1	4,9	12,2	4,7	14,0	5,3	14,6	3,4
$\%F_{12s}$	13,9	5,5	15,1	5,7	17,0	6,0	17,9	4,7
$\%F_{15s}$	16,4	6,0	17,7	6,6	19,6	6,5	20,9	5,9
$\%F_{30s}$	26,1	8,0	28,0	9,0	29,0	7,6	31,0	9,1
$\%F_{60s}$	37,5	10,8	39,7	8,9	39,3	8,3	41,2	9,9
$\%F_{90s}$	45,3	10,2	46,0	7,8	45,3	8,5	46,4	9,2
$\%F_{114,33s}$	49,5	9,7	49,8	7,0	49,7	8,7	49,6	8,4
$\%F_{150s}$	52,7	9,7	52,3	6,8	53,0	8,7	51,7	8,0
$\%F_{180s}$	55,1	9,3	54,4	6,6	55,8	8,7	53,2	7,7
$\%F_{210s}$	57,5	8,7	56,0	6,7	58,1	8,7	54,2	7,6
$\%F_{xs}$	58,4	9,0	59,3	10,3	60,4	12,2	55,9	9,5
$P_{estab.}$	79,7	14,6	73,8	20,6	57,1	13,5	62,0	17,0

Intervalar – Mão não dominante

Variáveis	Aikidô		Jiu-jitsu		Judô		Remo	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
$F_{máx.}$	44,3	9,8	56,9	9,0	48,5	8,1	46,3	7,3
F_{3s}	42,2	9,4	52,6	7,6	43,1	7,6	43,4	7,7
F_{6s}	40,5	9,5	49,2	7,7	41,7	7,9	41,4	7,0
F_{9s}	38,9	9,5	46,6	7,7	40,4	8,2	39,7	6,5
F_{12s}	37,6	9,5	44,5	7,6	39,2	8,5	38,3	6,2
F_{15s}	36,4	9,4	42,7	7,4	38,2	8,7	37,0	5,9
F_{30s}	32,1	8,5	37,0	6,4	33,8	9,4	32,6	4,8
F_{60s}	27,6	6,1	31,4	6,1	28,1	9,5	27,8	3,6
F_{90s}	25,1	4,2	28,7	6,3	24,5	8,9	25,3	2,9
$F_{114,33s}$	23,6	3,2	27,2	6,4	22,1	8,2	23,7	2,6
F_{150s}	22,0	2,7	26,3	6,5	20,3	7,5	22,5	2,4
F_{180s}	21,0	2,7	25,7	6,5	19,0	6,9	21,5	2,4
F_{210s}	20,2	2,9	25,2	6,5	17,9	6,5	20,7	2,6
F_{final}	19,5	3,1	22,9	7,3	16,5	6,9	18,7	2,8
$\%F_{3s}$	4,6	2,6	7,2	3,1	11,2	5,0	6,3	4,8
$\%F_{6s}$	8,8	1,8	13,3	3,7	14,2	5,4	10,7	4,2
$\%F_{9s}$	12,4	2,2	18,0	4,5	16,9	6,2	14,2	4,2
$\%F_{12s}$	15,5	2,9	21,7	4,9	19,5	7,0	17,3	4,3
$\%F_{15s}$	18,3	3,5	24,8	5,0	21,8	7,8	19,9	4,5
$\%F_{30s}$	28,0	4,2	35,0	4,0	31,0	10,8	29,3	5,7
$\%F_{60s}$	37,6	2,6	44,9	4,8	42,9	13,0	39,2	7,4
$\%F_{90s}$	42,8	3,9	49,8	6,0	50,3	13,2	44,4	8,5
$\%F_{114,33s}$	45,8	5,8	52,5	6,4	55,1	12,7	47,8	9,2
$\%F_{150s}$	49,1	8,1	54,2	6,4	58,6	12,1	50,3	9,9
$\%F_{180s}$	51,2	9,6	55,4	6,3	61,2	11,5	52,3	10,5
$\%F_{210s}$	52,9	10,7	56,2	6,1	63,2	11,1	54,1	11,3
$\%F_{xs}$	54,2	11,7	60,5	7,2	66,3	13,0	58,5	10,7
$P_{estab.}$	66,3	21,8	56,6	14,0	71,9	25,2	61,0	13,0