

unesp  **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA**
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ

EDUARDO YOSHINORI NAGATA

**IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DA TÉCNICA
DE JUDÔ *OSOTOGARI* UTILIZANDO *DUMMY* NA REALIZAÇÃO DO *UCHIKOMI***

Guaratinguetá

2015

EDUARDO YOSHINORI NAGATA

IMPLEMENTAÇÃO DE UM SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DA TÉCNICA DE
JUDÔ *OSOTOGARI* UTILIZANDO *DUMMY* NA REALIZAÇÃO DO *UCHIKOMI*

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia do
Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual
Paulista, para a obtenção do título de Doutor em
Engenharia Mecânica na área de Projetos.

Orientador: Prof. Dr. Tamotsu Hirata

Guaratinguetá

2015


N147i	<p>Nagata, Eduardo Yoshinori Implementação de um sistema de aquisição de dados da técnica de judô Osotogari utilizando dummy na realização do uchikomi / Eduardo Yoshinori Nagata - Guaratinguetá, 2015 104 f. : il. Bibliografia: f. 86-89</p> <p>Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, 2015. Orientador: Prof. Dr. Tamotsu Hirata</p> <p>1. Biomecânica 2. Judô I. Título</p> <p style="text-align: right;">CDU 612.766(043)</p>
-------	---

EDUARDO YOSHINORI NAGATA

**ESTA TESE FOI JULGADA ADEQUADA PARA A OBTENÇÃO DO TÍTULO DE
"DOUTOR EM CIÊNCIAS"**

**PROGRAMA: ENGENHARIA MECÂNICA
ÁREA: PROJETOS**

APROVADA EM SUA FORMA FINAL PELO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO


Prof. Dr. Edson Cocchiéri Botelho
Coordenador

BANCA EXAMINADORA:


Prof. Dr. TAMOTSU HIRATA
Orientador / UNESP-FEG


Prof. Dr. JOSÉ ELIAS TOMAZINI
UNESP-FEG


Prof. Dr. MARCELO SAMPAIO MARTINS
UNESP-FEG


Prof. Dr. CESAR FERREIRA AMORIM
UNICID


Prof. Dr. LUIZ HELENO MOREIRA DUQUE
UFF

Janeiro de 2015

DADOS CURRICULARES

EDUARDO YOSHINORI NAGATA

NASCIMENTO	11.01.1976 – SÃO PAULO/SP
FILIAÇÃO	Mario Kuniyoshi Nagata Keiko Nagata
2003/2006	Curso de Graduação Educação Física - Escola Superior de Cruzeiro/SP - ESC.
2006/2007	Curso de Especialização em Treinamento Desportivo e Fisiologia na Escola Superior de Cruzeiro/SP - ESC.
2007/2008	Curso de Especialização em Fisiologia do Exercício na Universidade Federal de São Paulo - UNIFESP.
2010/2011	Curso de Especialização em Aprendizagem Motora na Universidade de São Paulo - USP.
2008/2010	Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Mestrado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista - UNESP.
2010/2014	Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica, nível de Doutorado, na Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá da Universidade Estadual Paulista - UNESP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter permitido que eu concluísse mais esta etapa da minha vida, me dando forças nos momentos mais difíceis.

Aos meus pais que mesmo distantes, muito presentes, que são os alicerces da minha vida, responsáveis por tudo que conquistei.

Ao meu orientador professor Dr. Tamotsu Hirata, por acreditar em meu potencial e pelo auxílio na realização deste trabalho.

A minha companheira Walquiria Rodrigues Livramento, pelo apoio e ajuda em todos os momentos dessa jornada.

Ao meu amigo Walter pela dedicação na realização dos trabalhos técnicos.

Aos atletas que participaram do estudo.

Aos professores da FEG, João Alberto (*in memoriam*), Brandão, Tomazini, pelos ensinamentos, apoio e por toda contribuição com a minha pesquisa.

Ao Suny e Miguel pela colaboração nos ensaios e no trabalho.

Aos amigos da república pelo apoio e ajuda, especialmente ao Juan, Koji e Daniel.

Aos funcionários do Departamento da Mecânica, por todo auxílio e pela convivência muito agradável.

E, de modo geral, a todos os meus amigos que contribuíram, direta ou indiretamente, para que eu superasse todas as dificuldades.

“A caminhada foi dura, mas graças a Deus, tive pessoas maravilhosas que permitiram a honra de caminhar junto comigo. Muito obrigado a todos!”

“Somente se aproxima da perfeição quem a procura com constância, sabedoria e, sobretudo, humildade”.

Jigoro Kano

de modo especial, aos meus pais, que se desdobraram para dar o melhor para os filhos, uma excelente educação, grande companheirismo, apoio, amor; e a minha companheira, amiga, meu grande amor Walquiria, por toda a ajuda, compreensão, paciência, e sempre presente em todos os momentos ruins e bons nessa longa jornada...

NAGATA, E. Y. **Implementação de um sistema de aquisição de dados da técnica de judô *Osotogari* utilizando *dummy* na realização do *uchikomi***. 2015. 104 f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

RESUMO

O judô é um esporte muito praticado no mundo todo, sendo uma modalidade que exige boa condição física para a melhor performance. Para a execução dos golpes é necessária a coordenação das ações dos membros superiores e inferiores, assim como a força exercida pelos membros ser sincronizada para atingir eficiência no gesto motor. O presente estudo teve por objetivo construir um equipamento de avaliação de desempenho para verificar o comportamento dos sinais de força na execução da técnica de judô *Osotogari* no treinamento de *uchikomi*. O equipamento de avaliação de desempenho confeccionado com 4 células de carga que foram posicionados nos 4 contatos do *uke* (pessoa que recebe o golpe) no *tori* (pessoa que executa o golpe) ao realizar o golpe. O equipamento foi construído num *dummy* com uma célula de carga acoplada no peito esquerdo, outra célula de carga posicionada na parte posterior da coxa direita. O *dummy* foi vestido com um kimono adaptado, e nele foram colocados uma célula de carga na manga direita e outra célula de carga na gola esquerda. Participaram da pesquisa 12 sujeitos com dominância lateral direita, sendo 5 experientes e 7 iniciantes. Os sujeitos realizaram 1 série de 10 repetições do *Osotogari*. Verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sujeitos experientes e iniciantes nos valores de força da célula de manga e célula de gola. Os valores de força da célula da perna e célula do peito não apresentaram diferença significativa. Foi observado média correlação linear entre os valores de pico da força da célula de manga e de gola, que pode ser explicado pelo sincronismo temporal e ritmo que é empregado pelas duas mãos. Foi verificado que há um instante ideal para aplicar a força para se obter um melhor desempenho na execução do golpe. A utilização do *dummy* tem o intuito de suprir a necessidade de verificar de forma mais prática as características de desempenho, contribuindo para avanços no treinamento dos atletas.

PALAVRAS-CHAVE: Judô. Biomecânica. *Osotogari*. *Dummy*.

NAGATA, E. Y. **Implementation of a data acquisition system for judo technique *Osotogari* on *uchikomi*, applying *dummy***. 2015. 104 f. Thesis (Doctorate in Mechanical Engineering) – Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.

ABSTRACT

Judo is a worldwide practiced sport which requires physical fitness for better performance. For the fulfilment of the techniques, it is necessary the coordination of lower and inferior limbs, as well as the synchronization of power delivered by the limbs to achieve efficiency on the gesture. The objective of the present study was to develop an equipment for the performance evaluation of the judo technique *Osotogari* during *uchikomi* training, through the behavior of strength signals. The device had 4 load cells placed on four locations of the *uke*'s body (one who receives the technique) on the *tori* (one who performs the technique) while applying the technique. The device as built based on a dummy, with one load cell placed on the left side of the chest, other on the back side of the right thigh. The dummy was dressed in a adapted kimono, that received a load cell on the right sleeve and another one on the left side collar. 12 subjects of right side dominance took part on the survey, 7 of them were beginners and 5 were experienced. Each of these subjects performed 1 serie of 10 repetitions of *Osotogari*. A significant difference was observed between experienced subjects and beginners for the sleeve and the collar load cells data. In the other hand, no significant difference was observed on the chest and thigh load cells. Moderate linear correlation was observed between peak force data of the sleeve and collar load cells, which can be explained by the hands' temporal synchronization and rhythm. It was observed that there is an ideal moment to apply strength when performing the technique, in order to achieve better performance. The dummy is intended to meet the need for more practical performance analysis methods, contributing this way to the advance in athletes training.

KEYWORDS: Judo. Sports Biomechanics. *Osotogari*. *Dummy*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Sequência do movimento de entrada e projeção do <i>Osotogari</i>	21
Figura 2 – Sequência dos movimentos do <i>kuzushi</i> (desequilíbrio).....	22
Figura 3 – Sequência dos movimentos do <i>tsukuri</i> (preparação do golpe).....	23
Figura 4 – Sequência dos movimentos do <i>kake</i> (finalização do golpe).....	23
Figura 5 – Sequência dos movimentos do <i>zempo kaiten ukemi</i> (rolamento para a frente).....	24
Figura 6 – Sequência dos movimentos de uma repetição da técnica <i>Osotogari</i> no <i>uchikomi</i> ..	25
Figura 7 – Sequência dos movimentos de uma repetição do treinamento de <i>nagekomi</i>	25
Figura 8 – Sequência dos movimentos do <i>randori</i>	26
Figura 9 – Sequência dos movimentos do <i>shiai</i>	26
Figura 10 – Pegada realizada pelo <i>tori</i>	28
Figura 11 – Imagem das células de carga de 5000 N e 2500 N utilizados no experimento.....	35
Figura 12 – Imagem da célula de carga de 700N confeccionado para o experimento.....	36
Figura 13 – Imagem da estrutura metálica para suporte do instrumento.....	36
Figura 14 – Imagem do condicionador de sinais Spider 8 para a captação da força exercida pelos atletas e transdução do sinal para o computador.....	37
Figura 15 – Imagem do <i>dummy</i>	38
Figura 16 – Imagem da montagem realizada para a calibração da célula de carga de 5000N..	39
Figura 17 – Imagem do procedimento de calibração da célula de carga de 5000N.....	40
Figura 18 – Imagem da montagem para a calibração da célula de carga de 2500 N.....	41
Figura 19 – Imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 2500 N. Fase de carregamento (2º ponto).....	41
Figura 20 – Imagem da montagem para a calibração da célula de carga de 700 N.....	42
Figura 21 – Imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 700 N. Fase de carregamento (10º ponto).....	43
Figura 22 – Gráficos das curvas de calibração ascendente das células de carga e suas respectivas equações.....	44
Figura 23 – Imagem da parte superior do tórax do <i>dummy</i>	47
Figura 24 – Imagem da estrutura interna da parte superior do tórax do <i>dummy</i>	47
Figura 25 – Imagem da parte posterior da coxa do <i>dummy</i>	48
Figura 26 – Imagem da estrutura interna da parte posterior da coxa do <i>dummy</i>	49
Figura 27 – Imagem da estrutura do ombro direito do <i>dummy</i>	50
Figura 28 – Imagem da estrutura do cotovelo direito do <i>dummy</i>	50

Figura 29 – Imagem da estrutura interna para fixação do pé direito na superfície.....	51
Figura 30 – Imagem da parte interna superior da gola esquerda do kimono adaptado.....	52
Figura 31 – Imagem da parte interna da manga direita do kimono adaptado.....	53
Figura 32 – Imagem do espaço experimental.....	55
Figura 33 – Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para o ensaio.....	56
Figura 34 – Sequência da execução do golpe <i>Osotogari</i>	58
Figura 35 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga da manga do kimono adaptado executado pelo sujeito 1.....	59
Figura 36 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga da gola do kimono adaptado executado pelo sujeito 1.....	60
Figura 37 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga da perna do <i>dummy</i> executado pelo sujeito 1.....	60
Figura 38 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga do peito do <i>dummy</i> executado pelo sujeito 1.....	61
Figura 39 – Força (N) em relação ao tempo normalizado de uma repetição da técnica <i>Osotogari</i> referente as 4 células de carga executado pelo sujeito 1.....	62
Figura 40 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica <i>Osotogari</i> referente as 4 células de carga executado pelo sujeito 1.....	62
Figura 41 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes.....	63
Figura 42 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes.....	64
Figura 43 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.....	65
Figura 44 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna.....	66
Figura 45 – Força normalizada das células de cargas da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos experientes.....	67

Figura 46 – Força normalizada das células de cargas da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos iniciantes.....	67
Figura 47 – Valor médio da força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos experientes e iniciantes.....	68
Figura 48 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes.....	69
Figura 49 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes.....	69
Figura 50 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.....	70
Figura 51 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da manga e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da gola.....	71
Figura 52 – Força normalizada das células de cargas da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos experientes.....	72
Figura 53 – Força normalizada das células de cargas da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos iniciantes.....	72
Figura 54 – Valores médios da força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos experientes e iniciantes.....	73
Figura 55 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes.....	74
Figura 56 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes.....	74
Figura 57 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os	

valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.....	75
Figura 58 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da gola.....	76
Figura 59 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e valores mínimos de força (N) da célula de carga da gola dos sujeitos experientes.....	77
Figura 60 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e valores mínimos de força (N) da célula de carga da gola dos sujeitos iniciantes..	77
Figura 61 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e da célula de carga da gola dos sujeitos experientes e iniciantes.....	78
Figura 62 – Tempo de execução do kuzushi, tsukuri e o tempo total do golpe Osotogari dos sujeitos experientes.....	79
Figura 63 – Tempo de execução do kuzushi, tsukuri e o tempo total do golpe Osotogari dos sujeitos iniciantes.....	79
Figura 64 – Médias do tempo de execução do kuzushi, tsukuri e o tempo total do golpe Osotogari dos sujeitos experientes e iniciantes.....	80
Figura 65 – Verificação da correlação linear entre os valores da força da célula de carga da manga e o tempo normalizado da execução da mesma do sujeito 2 (experiente).....	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Divisão dos atletas pelas classes Junior e Senior nas categorias de pesos utilizados em competições para homens e mulheres.....	27
Tabela 2 – Características da amostra: idade, massa corporal, estatura, tempo de experiência e posição dos sujeitos.....	34

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DP	Desvio Padrão
EVA	Ethil Vinil Acetat (Etileno Acetato de Vinila)
FPJ	Federação Paulista de Judô
fps	frame por segundo
GL	Grau de Liberdade
MMA	Mixed Martial Arts (Artes Marciais Mista)
mV/V	Relação de tensão elétrica de saída em mV com tensão de entrada em V

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
1.1	POSIÇÃO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA.....	17
1.2	OBJETIVO GERAL.....	18
1.2.1	Objetivos específicos	18
1.3	DELIMITAÇÃO DO ESTUDO.....	18
1.4	ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO.....	18
2	REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1	JUDÔ.....	20
2.1.1	Classificação das técnicas de judô	20
2.1.1.1	<i>Oсотogari</i>	21
2.1.2	Fases da projeção	22
2.1.2.1	<i>Kuzushi</i>	22
2.1.2.2	<i>Tsukuri</i>	23
2.1.2.3	<i>Kake</i>	23
2.1.3	Treinamento de Judô	24
2.1.3.1	<i>Ukemi</i>	24
2.1.3.2	<i>Uchikomi</i>	24
2.1.3.3	<i>Nagekomi</i>	25
2.1.3.4	<i>Randori</i>	25
2.1.3.5	<i>Shiai</i>	26
2.1.4	Divisão dos atletas pelas classes e categorias de pesos	26
2.1.5	Biomecânica no Judô	27
2.1.5.1	Pegada.....	27
2.1.5.2	Técnicas de pernas (<i>ashi waza</i>).....	28
2.2	FORÇA MUSCULAR.....	29
2.2.1	Força de impacto	30
2.2.2	Força de preensão manual	30
2.3	HABILIDADE MOTORA.....	30
2.3.1	Classificação das habilidades motoras	30
2.3.2	Estágios de aprendizagem	31
2.4	AVALIAÇÃO FÍSICA.....	31
2.4.1	Subdivisões da avaliação física	32

2.5	INSTRUMENTAÇÃO.....	32
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
3.1	AMOSTRA.....	33
3.2	EQUIPAMENTOS.....	34
3.3	PROCEDIMENTOS.....	37
3.3.1	Procedimento da calibração das células de carga	38
3.3.1.1	Procedimento da calibração da célula de carga de 5000 N.....	39
3.3.1.2	Procedimento da calibração da célula de carga de 2500 N.....	40
3.3.1.3	Procedimento da calibração da célula de carga de 700 N.....	42
3.3.2	Montagem do <i>dummy</i>.....	46
3.3.2.1	Montagem da parte superior do <i>dummy</i>	46
3.3.2.2	Montagem da parte inferior do <i>dummy</i>	48
3.3.2.3	Montagem da estrutura do ombro direito do <i>dummy</i>	49
3.3.2.4	Montagem da estrutura do cotovelo direito do <i>dummy</i>	50
3.3.2.5	Montagem da estrutura para fixação do pé direito na superfície.....	51
3.3.2.6	Preenchimento da parte interna do <i>dummy</i>	52
3.3.2.7	Confecção do kimono adaptado.....	52
3.3.3	Montagem da estrutura metálica.....	53
3.3.4	Montagem do espaço experimental.....	54
3.3.5	Procedimento da coleta de dados.....	56
3.3.5.1	Dinamometria para ensaio do <i>Osotogari</i> no <i>uchikomi</i>	56
3.3.5.2	Preparação dos sujeitos para o experimento.....	57
3.3.5.3	Procedimento experimental.....	57
4	RESULTADOS.....	59
5	DISCUSSÃO.....	82
6	CONCLUSÃO.....	85
	REFERÊNCIAS.....	86
	GLOSSÁRIO.....	90
	APÊNDICE A – Questionário.....	93
	APÊNDICE B – Termo de Autorização.....	94
	APÊNDICE C – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	95
	APÊNDICE D – Certificado de Aprovação do Comitê de Ética.....	96
	APÊNDICE E – Dados da célula de carga de 2500 N e 5000 N.....	97

APÊNDICE F – Gráficos dos sinais de força em relação ao tempo de cada	
sujeito.....	98

1 INTRODUÇÃO

1.1 POSIÇÃO E RELEVÂNCIA DO PROBLEMA

O judô é um esporte popular com milhares de praticantes em todo o mundo. Por ser um esporte acíclico, os gestos motores envolvendo as técnicas de judô são difíceis de serem analisadas biomecanicamente para uma situação real de luta e estudos na área são escassos (FRANCHINI, 2010). Por isso, são necessários mais estudos na área de biomecânica que promovam o desenvolvimento do esporte.

Há a necessidade de verificar de forma mais prática as características de desempenho, e verificar o estágio de aprendizagem das técnicas de judô para os praticantes de diversos níveis de habilidade.

O presente estudo teve o propósito de verificar se o *dummy* com as células de carga instaladas servem ou não para avaliar sujeitos experientes e iniciantes na execução da técnica *Osotogari*. O *dummy* foi instrumentado para verificar a força executada nos quatro contatos do *tori* (atleta que executa o golpe) em relação ao *uke* (atleta que recebe o golpe) na execução do golpe *Osotogari*. Dois contatos do golpe foram na parte posterior da coxa do *uke* e na região do peito do *uke* (as células de carga foram utilizadas para captar os sinais referentes a força executada (magnitude) e diferença de tempo entre uma força e outra). Os outros dois contatos foram acoplados no kimono do *uke* uma na gola e outra na manga do *uke* para obter a força de prensão manual. Além disso, foi realizada a cinemetria para verificar a relação temporal dos valores de pico das forças do gesto motor.

O golpe de judô *Osotogari* é uma técnica de perna denominada *ashi waza* que consiste em derrubar o adversário com a alavanca efetuada pela perna. É geralmente o primeiro golpe a ser ensinado, pois os passos iniciais são de fácil execução. O *Osotogari* se torna mais complexo quando implementado com a execução do desequilíbrio (*kuzushi*), devido à necessidade de sincronização do movimento das pernas e braços (DAIGO, 1970).

A proposta da pesquisa foi a utilização de um equipamento desenvolvido pelo autor, que tem como função analisar variáveis biomecânicas que interferem no resultado final do desempenho na execução da técnica de judô *Osotogari*. Envolve análise temporal que está relacionada a coordenação motora e relacionada aos princípios físicos de somatório de forças (CARPENTER, 2005). Esses valores quantitativos, podem verificar a melhor maneira de executar o golpe com eficácia mecânica e consequente economia energética, utilizando um

dos princípios definidos por Jigoro Kano, da máxima eficiência com menor esforço (KANO, 2008).

1.2 OBJETIVO GERAL

Implementar um sistema de aquisição de dados de uma técnica de judô chamada *Oсотogari* utilizando *dummy*, para avaliar o gesto motor de praticantes de todos os níveis de experiência no *uchikomi*.

1.2.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a relação temporal das forças aplicadas no *uke* entre os praticantes de Judô experientes e iniciantes.

- Verificar a magnitude das forças aplicadas nas quatro células de carga instaladas no instrumento de avaliação.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo delimita-se ao estudo em aspecto biomecânico de uma técnica de judô chamada *Oсотogari* no *uchikomi* utilizando uma instrumentação biomecânica desenvolvida para a mesma.

1.4 ESTRUTURA DE DISSERTAÇÃO

No capítulo 2, é feita uma revisão bibliográfica relacionada ao treinamento no judô e a importância da avaliação dos parâmetros biomecânicos.

No capítulo 3, são apresentados os materiais e métodos empregados no presente estudo, com a descrição dos procedimentos e equipamentos e instrumentação utilizados.

No capítulo 4, são apresentados os resultados e discussões, relacionando aos resultados de outros autores.

No capítulo 5, são apresentadas as conclusões e considerações finais conforme os objetivos propostos.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 JUDÔ

O judô foi criado em 1882 por Jigoro Kano no Japão através da fundação da Kodokan (KANO, 2008). Surgiu a partir do *jujutsu*, retirando as técnicas violentas da mesma, preservando a integridade do ser humano (ROZA, 2010).

"Os principais objetivos do judô são fortalecer o físico, a mente e o espírito, de forma integrada, além de desenvolver técnicas de defesa pessoal" (WATSON, 2011, p.17). Em relação ao físico, desenvolve-se qualidades como velocidade, capacidade de resistência anaeróbia, força explosiva, força muscular, flexibilidade, agilidade (DELIBERADOR, 1996). Além disso o judô possui alguns princípios básicos como: princípio do equilíbrio e desequilíbrio, princípio do sistema de alavancas humanas (ROCHA, 1967, apud BOTELHO, 1998).

2.1.1 Classificação das técnicas de judô

Segundo Wilson (2008), existem dois grandes grupos de técnicas de judô. Um é o *nage waza* (técnicas de projeção), que se subdivide em: *tê waza* (técnicas de mão), *koshi waza* (técnicas de quadril) e *ashi waza* (técnicas de pé e perna), os três compõem o *tachi waza* (técnicas em pé), além do *sutemi waza* (técnicas de sacrifício), que se subdivide em *ma sutemi waza* (técnica de sacrifício projetado pela frente) e *yoko sutemi waza* (técnica de sacrifício projetado pela lateral).

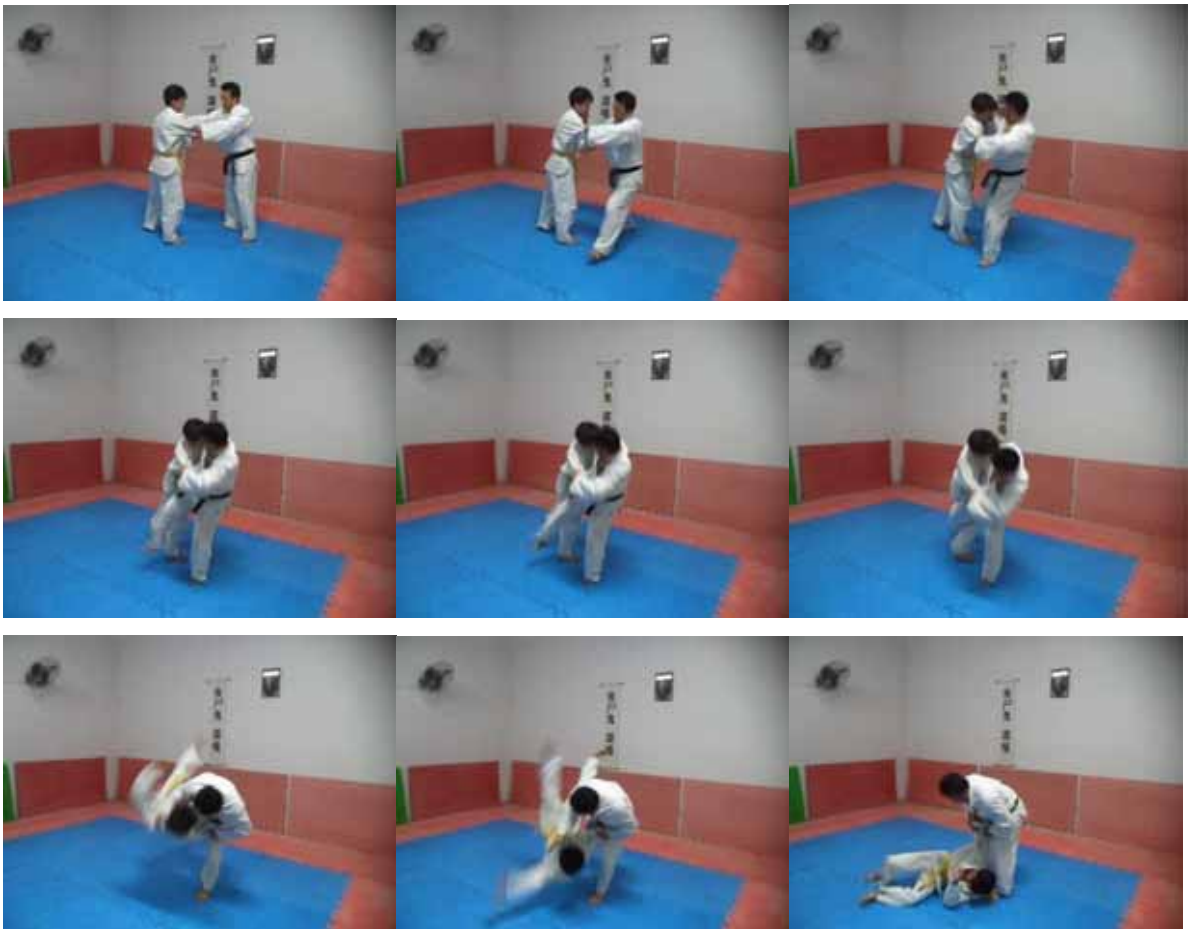
O outro grande grupo é o *katame waza* (técnicas de controle), que se subdivide em *osaekomi waza* (técnicas de imobilização), *shime waza* (técnicas de estrangulamento) e *kansetsu waza* (técnicas de chave articular).

O *Osotogari* que é a técnica envolvida no presente estudo, é classificada em *nage waza*, pois envolve projeção, *tachi waza* por ser realizada de pé e *ashi waza* pois é uma técnica com a utilização da perna. É o primeiro golpe que o iniciante aprende, devido a facilidade na entrada, considerando apenas a movimentação das pernas sem a ação dos braços com *kuzushi*.

2.1.1.1 *Osotogari*

Para a aplicação do golpe, primeiramente o *tori* avança com o pé esquerdo e simultaneamente é aplicada uma força com os braços de forma que o *uke* seja deslocado para sua direita e o *tori* possa encaixar sua perna direita na parte posterior da perna direita do *uke* (DAIGO, 1970). Desequilibra-se o *uke* para trás, em direção à diagonal direita dele, fazendo com que ele transfira todo o peso para o calcanhar direito, ficando na posição unipodal. Segundo Uchida e Motta (2013) o *Osotogari*, que pode ser traduzida como "grande varrida por fora". Pode-se observar na Figura 1 a sequência do movimento de entrada e projeção do *Osotogari*.

Figura 1 – Sequência do movimento de entrada e projeção do *Osotogari*



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.2 Fases da projeção

Para um golpe ser bem aplicado, é necessário que se cumpra com o máximo de precisão três etapas: *kuzushi*, *tsukuri* e *kake*. É importante salientar que essas três ações integradas ocorrem em um pequeno intervalo de tempo e demonstram o alto nível de coordenação necessário para executar as técnicas de judô (FRANCHINI, 2008).

2.1.2.1 *Kuzushi*

Segundo Uchida e Motta (2013) o *kuzushi* é o desequilíbrio, que é um dos aspectos técnicos mais importantes do judô. Ao todo, existem oito formas de desequilíbrio básicas (para a frente, para trás, para a direita, para a esquerda, para trás e para a direita, para trás e para a esquerda, para a frente e para a direita, para a frente e para esquerda). Sem um bom *kuzushi*, dificilmente a aplicação de uma técnica será eficiente. A sequência dos movimentos do *kuzushi* é ilustrada na Figura 2.

A base do *kuzushi* consiste em empurrar e puxar, movimentos que são feitos não só com os braços, mas com todo o corpo e consistem em deslocar o adversário de seu centro de gravidade até desequilibrá-lo e posteriormente derrubá-lo (SOUZA; MOURÃO, 2011). Uma pessoa está equilibrada se a linha vertical de gravidade passar pelo meio da base formada por suas pernas e quadris (KANO, 2008). A lei do menor esforço representa bem o *kuzushi* para o judô. A terceira lei de Newton, ação e reação representa a ação do *kuzushi*, caso o oponente empurre, é necessário ceder e utilizar a força do mesmo para puxar, criando uma única força para realizar a técnica ou, se o oponente puxar, é necessário empurrar (ROZA, 2010).

Figura 2 - Sequência dos movimentos do *kuzushi* (desequilíbrio)



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.2.2 *Tsukuri*

Tsukuri é o deslocamento executado para romper o equilíbrio do oponente e se colocar em uma posição favorável para aplicação do golpe. O gasto energético é muito maior e a eficiência reduzida, se não realizar um *tsukuri* correto (WILSON, 2008). Pode-se observar a sequência dos movimentos do *tsukuri* na Figura 3.

Figura 3 - Sequência dos movimentos do *tsukuri* (preparação do golpe)



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.2.3 *Kake*

E o *kake* (Figura 4) é a parte que finaliza a execução da técnica, projetando o oponente (KANO, 2008).

Figura 4 - Sequência dos movimentos do *kake* (finalização do golpe)



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.3 Treinamento no judô

O treinamento pode ser dividido em aquecimento, *ukemi*, *uchikomi*, *nagekomi*, *randori* e *shiai*. A seguir tem-se uma breve explanação de cada etapa do treinamento.

2.1.3.1 *Ukemi*

Depois do aquecimento os judocas realizam as técnicas de amortecimento de quedas (*ukemi*). São realizados *ushiro ukemi* (rolamento para trás), *yoko ukemi* (queda lateral) e *zempô kaiten ukemi* (rolamento para a frente) (KANO, 2008). Na Figura 5 é demonstrada a sequência dos movimentos do *zempô kaiten ukemi*.

Figura 5 - Sequência dos movimentos do *zempô kaiten ukemi* (rolamento para a frente)

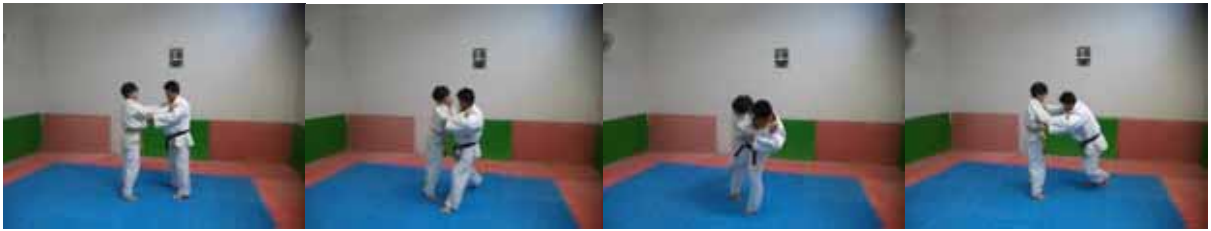


Fonte: Produção do próprio autor

2.1.3.2 *Uchikomi*

O *uchikomi* é a fase de treinamento onde o judoca repete diversas vezes os golpes, buscando aprimorar a rapidez de execução dos movimentos, aumentando sua eficiência e plasticidade (SHINOHARA, 1982). A sequência dos movimentos de uma repetição da técnica *Oсотogari* no *uchikomi* é demonstrada na Figura 6.

Figura 6 - Sequência dos movimentos de uma repetição da técnica *Osotogari* no *uchikomi*



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.3.3 *Nagekomi*

O *nagekomi* (Figura 7) é a parte do treino em que é realizada a entrada de golpe e arremesso que é um ponto fundamental para o aprendizado das técnicas de judô (FRANCHINI, 2001).

Figura 7 - Sequência dos movimentos de uma repetição do treinamento de *nagekomi*



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.3.4 *Randori*

O *randori* (Figura 8) é um treino livre de combate, onde são colocadas em prática as técnicas aprendidas com um parceiro que também ataca e defende (WILSON, 2008). Muitas vezes ele é dividido em treinamento em pé (*tachi waza*) e de solo (*nê waza*), embora seja mais interessante quando praticado de forma completa (FRANCHINI, 2008).

Figura 8 - Sequência dos movimentos do *randori*

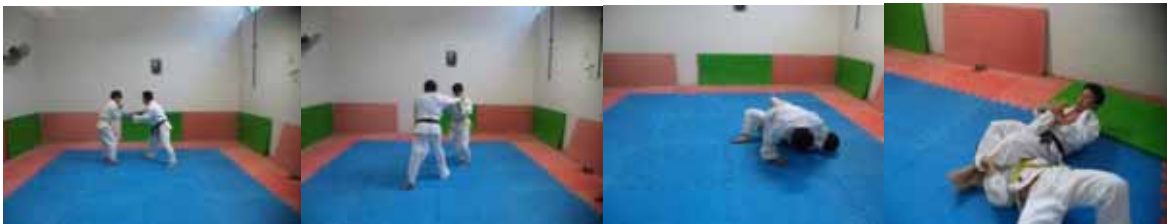


Fonte: Produção do próprio autor

2.1.3.5 *Shiai*

O *shiai* (Figura 9) é a parte do treinamento onde é realizado uma simulação de campeonato, onde aproxima-se ao máximo da realidade de uma competição (SHINOHARA, 1982).

Figura 9 - Sequência dos movimentos do *shiai*



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.4 Divisão dos atletas pelas classes e categorias de pesos

As competições no judô são divididas em faixa de idades, categoria de pesos e por gênero, pois são três variáveis que interferem no desempenho dos indivíduos. Na Tabela 1 foram colocadas a divisão por categoria dos pesos dos atletas da classe Junior (18 à 21 anos) e da classe Senior (21 a 30 anos) do sexo masculino e feminino.

Tabela 1 – Divisão dos atletas pelas classes Junior e Senior nas categorias de pesos utilizados em competições para homens e mulheres

Junior e Senior (acima de 18 anos)		
Categorias	Masculino	Feminino
Super ligeiro	até 55 kg	até 44 kg
Ligeiro	55 a 60 kg	44 a 48 kg
Meio leve	60 a 66 kg	48 a 52 kg
Leve	66 a 73 kg	52 a 57 kg
Meio médio	73 a 81 kg	57 a 63 kg
Médio	81 a 90 kg	63 a 70 kg
Meio pesado	90 a 100 kg	70 a 78 kg
Pesado	mais de 100 kg	mais de 78 kg

Fonte: Federação Paulista de Judô - FPJ (2014)

2.1.5 Biomecânica no judô

As ciências básicas do judô são, sucessivamente, as seguintes: mecânica; biologia - anatomia e fisiologia; psicologia. A mecânica é a base fundamental e principal do judô (ROZA, 2010). Fornece os conhecimentos necessários à exploração do equilíbrio e das forças naturais exteriores; força adversária, movimentos, inércia (DUNCAN, 1979).

2.1.5.1 Pegada

A pegada é feita em geral com uma mão na gola e a outra na manga. O domínio da pegada é considerado um ponto muito importante para o bom desempenho na luta (FRANCHINI, 2008). A pegada básica é sempre a mesma, não importando a postura do oponente (KANO, 2008).

No caso do *tori* destro, o *tori* segura com a mão direita na parte superior da gola esquerda do kimono do *uke* e com a mão esquerda na manga direita, próximo ao cotovelo do *uke* como pode ser observado na Figura 10.

Figura 10 – Pegada realizada pelo *tori*



Fonte: Produção do próprio autor

2.1.5.2 Técnicas de pernas (*ashi waza*)

Segundo Franchini (2010) nas técnicas de perna, o *tori* pode projetar o *uke* por dois mecanismos, conforme a característica da técnica a ser aplicada. São eles: bloqueio do membro inferior, exemplificado por *Hiza guruma* e *Ashi guruma* ou aplicação do impacto ("varredura") contra o membro inferior do *uke*, como no *Osotogari*. Em ambos os casos a projeção do oponente acontece com a perda do apoio dos membros inferiores, fazendo-o rodar próximo ao solo. Para executar o *Osotogari*, o *tori* ao fazer sua pegada, desloca um de seus membros inferiores com grande velocidade angular contra a base de sustentação do oponente. Essa colisão é resultante de um momento angular dependente do produto de três fatores: velocidade angular, massa e comprimento dos membros inferiores do *tori*, cuja transferência de momento contra o *uke* é dado pela quantidade de movimento dependendo da velocidade tangencial, que produz um impacto resultante do momento linear do segmento corporal.

2.2 FORÇA MUSCULAR

Força muscular é a quantidade de força ou torque que um grupo muscular pode exercer contra uma resistência em um esforço máximo (ACKLAND; ELLIOT; BLOOMFIELD, 2011).

Para Hall (2013) o músculo ativado produz esforço mecânico, o total de esforço mecânico presente é constante ao longo do comprimento do músculo, bem como nos tendões e nos locais de junção musculotendínea no osso. A força produzida pelo músculo traciona os ossos associados e gera um torque nas articulação que o músculo cruza. A ação resultante pode ser concêntrica, excêntrica ou isométrica.

Segundo Heyward (2013), se a resistência é fixa, a contração muscular é estática ou isométrica, assim não há movimento visível da articulação. As contrações dinâmicas em que há movimento articular visível, são concêntricas ou excêntricas.

A ação muscular concêntrica ocorre quando o músculo gera tensão com um encurtamento visível na extensão da musculatura, gerando o encurtamento do músculo. Na ação muscular excêntrica, o torque gerado pela força externa vence o torque gerado pela força muscular, promovendo um alongamento do músculo (HAMILL; KNUTZEN, 1999).

Existem várias razões para verificar a força muscular: detectar possíveis causas de deficiências posturais, melhorar a qualidade de vida e melhorar o rendimento e performance nas modalidades esportivas (CHARRO et al., 2010).

A avaliação é um processo pelo qual, utilizando as medidas, pode-se subjetiva ou objetivamente, exprimir e comparar critérios. Ela determina a importância ou o valor da informação coletada e classifica os avaliados (FONTOURA; FORMENTIN; ABECH, 2008). Para a avaliação da força estática ou dinâmica são realizadas medidas inicialmente antes do treinamento e monitora-se o progresso durante o treinamento, avaliando a efetividade geral de programas de treinamento de força (HEYWARD, 2013).

A mensuração da força muscular não é feita no músculo propriamente dito, mas em instrumentos que medem a força aplicada sobre eles. Uma das formas é utilizando a plataforma de força e células de cargas (TEIXEIRA, 2006).

2.2.1 Força de impacto

Existem várias técnicas para verificar as situações de impacto sobre o ser humano e suas implicações como: medida da força de reação no alvo, medida das acelerações dos segmentos, dinâmica inversa, simulação através de modelos matemáticos (SOUZA, 2002). Na presente pesquisa foi utilizada a medida da força de reação no alvo utilizando a técnica de extensometria. Foi verificada na forma dinâmica obtendo as medidas de variação rápida.

2.2.2 Força de preensão manual

A força de preensão manual envolve segurar um objeto entre os dedos parcialmente flexionados em oposição à contrapressão gerada pela palma, a eminência tenar e o segmento distal do polegar. Como o nome sugere, ela é utilizada quando força total é necessária (DURWARD; BAER; ROWE, 2001).

Os instrumentos de avaliação mais conhecidos e utilizados da força de preensão manual funcionam através de acionamento por molas de aço e verificam as forças estáticas ou isométrica dos músculos da mãos (GUEDES; GUEDES, 2006). Para o presente estudo foram confeccionados equipamento de avaliação da força de preensão manual que verifica o gesto motor na forma dinâmica através de células de carga.

2.3 HABILIDADE MOTORA

Habilidade motora é o conjunto de movimentos voluntários do corpo e/ou dos membros para atingir o objetivo. Pode ser classificada considerando as dimensões da musculatura envolvida, a distinguibilidade de movimentos e em relação a estabilidade do ambiente (MAGILL, 2000).

2.3.1 Classificação das habilidades motora

Em relação a estabilidade do ambiente pode ser classificada em habilidade motora fechada e aberta. A habilidade fechada trata-se quando a habilidade executada em ambiente

previsível ou parado e que permite que as pessoas planejem seus movimentos com antecedência. Em relação a habilidade aberta é uma habilidade executada em um ambiente imprevisível ou que está em movimento e que requer que as pessoas adaptem seus movimentos em resposta às propriedades dinâmicas do ambiente (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

2.3.2 Estágios de aprendizagem

Em relação ao nível de aprendizagem, Schmidt & Wrisberg (2001), afirmam que o nível aumenta com a prática e é frequentemente inferido pela observação de níveis relativamente estáveis da performance motora da pessoa. Existem vários modelos que dividem o nível de aprendizagem em estágios como os modelos de Gentile, de Fitts e Posner, e Adams.

No modelo de Fitts e Posner criado em 1967, observa-se que o primeiro estágio é chamado de cognitivo onde há falta de consistência (há muita variação entre as tentativas), realizam de forma mais lenta e apresentam grande quantidade de erros e; no segundo estágio o indivíduo comete menos erros, há uma maior consistência, nessa fase já consegue detectar erros; no terceiro estágio chamado de autônomo é o estágio final onde a habilidade se torna praticamente automática, a variabilidade do desempenho é muito pequena (MAGILL, 2002). No modelo de Gentile criado em 1972, o primeiro estágio é caracterizado pela captação do movimento e o segundo estágio pelo aperfeiçoamento através da diversificação, conseguindo maior economia de energia e maior consistência.

2.4 AVALIAÇÃO FÍSICA

A avaliação constitui uma das principais fases do processo de treinamento do judoca (FRANCHINI, 2010).

Os objetivos da avaliação física são verificar o estado do aluno antes, durante e após um programa de treinamento, criar motivação para superar novos desafios, acompanhar o progresso do indivíduo perante o programa de atividade física, detectar falhas no programa de treinamento e como superá-las com o treinamento, sugerir renovação do programa de treinamento, demonstrar por valores quantitativos os resultados alcançados (ROCHA, GUEDES JUNIOR, 2013).

2.4.1 Subdivisões da avaliação física

A avaliação pode ser dividida em quatro grandes etapas: fase de delineamento ou planejamento da avaliação (fase em que é planejada a avaliação), fase de obtenção das medidas (fase da coleta onde é necessário cuidado para que não haja erros), fase de interpretação dos resultados (são realizadas análises aprofundadas dos dados) e fase de aplicação das informações obtidas (definição e implementação dos procedimentos diante dos resultados das avaliações).

Como o indivíduo passa por um processo de desenvolvimento humano a avaliação deve ser permanente para que o professor possa mudar o rumo, caso se verifique erros de planejamento ou metodológicos (DELIBERADOR, 1996).

2.5 INSTRUMENTAÇÃO

Existem poucos estudos em biomecânica envolvendo a modalidade judô. Não foi encontrado nenhum estudo envolvendo *dummy* instrumentado com a finalidade de avaliar atletas na modalidade. Blais e Trilles (2006) desenvolveram um equipamento com a finalidade de melhorar o desempenho, mas sem instrumentá-lo. O equipamento era semelhante a um aparelho de musculação com cabos, polias e cargas, adaptado para realizar algumas técnicas de judô como o *Osotogari*, utilizado para o treinamento de força.

Dias et al. (2011) realizaram um estudo com um equipamento para avaliar força de preensão manual em judocas. Esse dinamômetro foi fixado em um pedestal ajustado de acordo com a altura do ombro do atleta. A avaliação da força de preensão manual foi somente com contração isométrica, sem realizar nenhuma técnica de judô.

Para outras modalidades verificou-se a utilização de *dummy* instrumentado. No estudo de Lima (2014), o *dummy* foi instrumentado com acelerômetro para verificar a aceleração do chute frontal de lutadores de MMA (Artes Marciais Mista).

Estudos envolvendo *dummy* foram realizados no setor automobilístico. No estudo de Jorge (2006) foi desenvolvido *dummy* instrumentado para realizar ensaios de impacto na simulação de colisão de carro. Em outro estudo, Gouvea (2012) utilizou um *dummy* com acelerômetro e célula de carga para verificar o comportamento do mesmo em um teste dinâmico com dispositivo de retenção de criança.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 AMOSTRA

Participaram do estudo 12 praticantes de judô de vários níveis de experiência com idade entre 19 a 38 anos do sexo masculino, todos destros que não apresentaram nenhum problema de saúde e nenhum histórico de lesões. Todos assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da FAPI (Faculdade de Pindamonhangaba) sob o nº 303/2014 (Apêndice C), após os esclarecimentos sobre as finalidades e procedimentos da pesquisa.

A coleta constou das seguintes etapas:

a) Os participantes responderam a um questionário referente aos dados pessoais, tempo de experiência na prática da modalidade judô, dominância lateral e se possuíam lesões anteriores, para que fosse possível administrar o critério de inclusão considerando apenas aqueles com ausência de disfunções musculoesqueléticas nos últimos seis meses.

b) Os sujeitos foram submetidos à avaliação antropométrica e, especificamente, realizaram-se as seguintes medidas: massa corporal, estatura, comprimento tronco cefálico, perimetria (tórax, cintura, abdomen, quadril, antebraço (direito e esquerdo), braço (direito e esquerdo), coxa (direita e esquerda) e panturrilha (direita e esquerda)). Foi verificado a antropometria da mão direita e esquerda (largura, comprimento e circunferência). Além disso, verificou-se o percentual de gordura através do protocolo de sete dobras cutâneas de Pollock e Jackson (tríceps, subescapular, tórax, axilar média, supra ilíaca, abdomen e coxa) (FERNANDES FILHO, 2003). Na Tabela 2 são apresentadas as características dos atletas.

c) Na coleta de dados, os atletas inicialmente foram submetidos a uma familiarização do ensaio no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP de Guaratinguetá. O teste foi realizado em um único dia, no período da manhã e a tarde.

Os sujeitos apresentaram média de $16,45 \pm 6,72$ % de gordura, média do comprimento tronco-cefálico de $0,90 \pm 0,04$ m. Em relação a antropometria das mãos, a média do comprimento da mão direita foi de $18,65 \pm 1,08$ cm e comprimento da mão esquerda de $18,73 \pm 0,9$ cm, em relação a média da largura da mão direita foi de $9,33 \pm 0,35$ cm e largura da mão esquerda de $9,31 \pm 0,32$ cm. A média da circunferência da mão direita foi de $22,32 \pm 1,22$ cm e da mão esquerda foi de $22,13 \pm 1,11$ cm.

Os sujeitos foram divididos em experientes e iniciantes. Foram 5 sujeitos experientes e 7 sujeitos iniciantes. A média do tempo de experiência dos sujeitos experientes foi de $13,00 \pm 11,58$ anos e dos sujeitos iniciantes foi de $1,36 \pm 0,83$ anos. A média de idade dos experientes foi de $27,2 \pm 6,42$ anos e dos iniciantes foi de $22,14 \pm 2,41$ anos.

Tabela 2 – Características da amostra: idade, massa corporal, estatura, tempo de experiência e posição dos sujeitos

Amostra	Idade (anos)	Massa corporal (kg)	Estatura (m)	Tempo de experiência (anos)
1	24	94,9	1,80	20,00
2	38	79,2	1,68	30,00
3	24	83,1	1,79	6,00
4	28	96,9	1,82	6,00
5	22	60,7	1,66	17,00
6	24	84,4	1,85	1,00
7	22	62,5	1,73	2,00
8	19	78,0	1,72	1,00
9	25	120,1	1,75	1,00
10	19	76,6	1,72	2,00
11	24	72,3	1,81	0,50
12	22	71,6	1,71	2,00
Média	24,25	81,53	1,75	6,21
DP	4,99	16,56	0,06	9,21

Fonte: Produção do próprio autor

3.2 EQUIPAMENTOS

Foram utilizados uma célula de carga de 5000 N e outra célula de carga de 2500 N da Alfa Instrumentos (Figura 11), duas células de cargas de 700 N construídas com aço 4340 (Figura 12), quatro cabos de extensão de 6 m, um kimono branco trançado adaptado, um *dummy*, uma estrutura metálica para suporte (Figura 13), duas estruturas metálicas para suporte da célula de carga, molas, cabo de aço, borracha, material de enchimento, marcadores, um condicionador de sinais *Spider 8* da marca HBM, um computador, software Catman AP versão 2.2, duas câmeras digitais da marca Sony Cyber-shot modelo DSC-W710 com 16.1 megapixels e 30 fps, dois tripés, um sincronizador de câmeras, um garrote e dois tatames de EVA.

Para o registro das medidas antropométricas, foram utilizadas uma balança da marca Welmy, capacidade de 1500 N e precisão de 1 N, um estadiômetro com precisão de 1,0 mm, uma fita antropométrica da marca Sanny, um adipômetro científico da marca Sanny, fitas métricas e uma cadeira.

Para a calibração das células de carga, foram utilizadas chapas metálicas, presilhas, barra metálica, base de aço, anilhas, cabo de extensão de 6 m, condicionador de sinais Spider 8 da marca HBM (Figura 14), dois computadores, software Catman, equipamento Shimadzu modelo Autograph AG-X capacidade de 50 kN, software Trapezium X e balança da marca Welmy com capacidade de 1500 N e precisão de 1 N.

Figura 11 – Imagem das células de carga de 5000 N e 2500 N utilizados no experimento



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 12 – Imagem da célula de carga de 700 N confeccionado para o experimento



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 13 – Imagem da estrutura metálica para suporte do instrumento



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 14 – Imagem do condicionador de sinais Spider 8 para a captação da força exercida pelos atletas e transdução do sinal para o computador



Fonte: Laboratório de Biomecânica da UNESP - Guaratinguetá

3.3 PROCEDIMENTOS

O experimento foi realizado através de um equipamento construído em um *dummy* (Figura 15), que é vendido comercialmente (altura de 1,80 m; massa de 5 kg e material de resina plástica) instalando as células de carga em seu interior para verificação da força de impacto (uma célula de carga na parte posterior da coxa do *dummy* e a outra célula de carga na região do peito do *dummy*). Essas células foram posicionadas em locais determinados onde há contato do *tori* (sujeito que realiza o golpe), com o *uke* (boneco que recebe o golpe) durante a realização do *uchikomi* (treinamento técnico de entrada de golpes no judô). Além disso, o *dummy* foi vestido com um kimono adaptado que tinha duas células de carga acopladas (uma na gola e outra na manga), para verificação da força de prensão manual durante a entrada de golpes.

Figura 15 – Imagem do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.1 Procedimento da calibração das células de carga

Inicialmente as células de cargas A (5000 N), B (2500 N), C (700 N) foram devidamente calibradas em equipamentos disponibilizados pela instituição UNESP do Câmpus de Guaratinguetá.

3.3.1.1 Procedimento da calibração da célula de carga de 5000 N

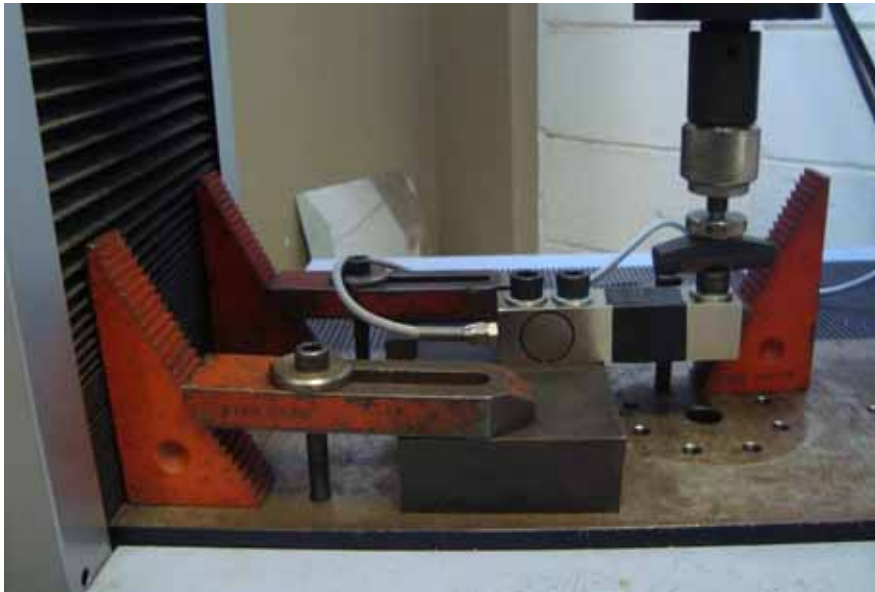
Para calibração da célula de carga de 5000 N, foi utilizado o equipamento da marca Shimadzu, modelo Autograph AG-X capacidade de 50000 N do Laboratório de Ensaios Mecânicos do Departamento de Engenharia de Materiais da UNESP de Guaratinguetá. Inicialmente foi realizada uma montagem para o ensaio no equipamento com estrutura de aço, presilhas e parafuso com ranhura apropriada como observado na Figura 16 e 17. Em seguida utilizou-se uma célula de carga tipo SPL de 10000 N no equipamento Shimadzu e posicionou-se a estrutura e a célula de carga de 5000 N para a calibração. A célula de carga foi conectada ao condicionador de sinais Spider 8 da marca HBM e ligado ao notebook com o programa Catman AP versão 2.2 para aquisição dos sinais, além disso, foi utilizado o programa Trapezium X versão 1.1.4 no computador do laboratório conectado ao equipamento Shimadzu para monitorar as cargas aplicadas a célula de carga testada. Após a preparação da montagem com todos os cabos conectados, iniciou-se o ensaio da calibração. Foram colocadas 21 cargas do valor zero ao valor de 5010 N, com acréscimo de 250 N para cada ponto mensurado (fase ascendente), além disso para cada carga obteve-se um valor em mV/V. No final deste procedimento foi repetido para a fase descendente que iniciou-se do valor de 5010 N ao valor zero.

Figura 16 – Imagem da montagem realizada para a calibração da célula de carga de 5000 N



Fonte: Laboratório de Ensaios Mecânicos do Departamento de Engenharia de Materiais da UNESP - Guaratinguetá

Figura 17 – Imagem do procedimento de calibração da célula de carga de 5000 N



Fonte: Laboratório de Ensaios Mecânicos do Departamento de Engenharia de Materiais da UNESP - Guaratinguetá.

3.3.1.2 Procedimento da calibração da célula de carga de 2500 N

Para a calibração da célula de carga de 2500 N, foram utilizadas a estrutura de aço como base de apoio, anilhas para fazer o contrapeso, uma estrutura metálica que fixou-se entre a estrutura de aço e a célula de carga, e uma chapa de aço que foi fixada sobre a célula de carga como observado na Figura 18.

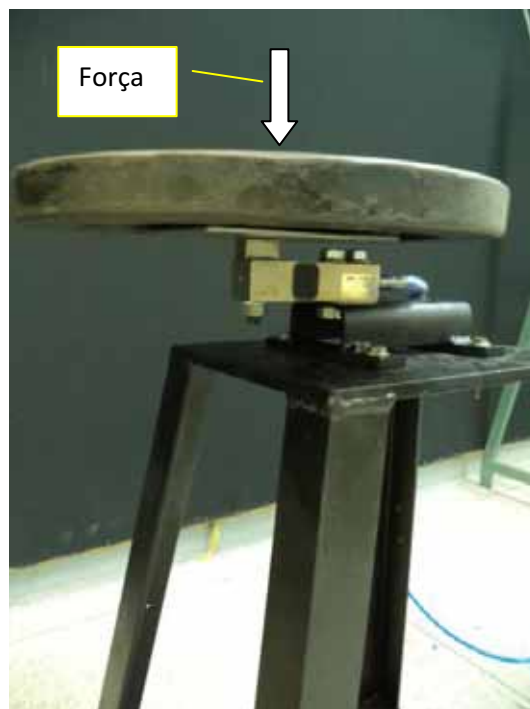
Após a montagem, a célula de carga foi conectada ao condicionador de sinais Spider 8 e este ao computador. Para o ensaio da calibração foram utilizadas anilhas com massa conhecida, representando assim a carga a ser medida na forma de carregamento (fase ascendente) e descarregamento (fase descendente) verificando assim, sua linearidade, totalizando 11 cargas, de 0 à 2160,71 N. As anilhas foram posicionadas no centro da placa para evitar desequilíbrio. Na Figura 19 pode-se observar a imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 2500 N na fase de carregamento (2º ponto).

Figura 18 – Imagem da montagem para a calibração da célula de carga de 2500 N



Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

Figura 19 – Imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 2500 N. Fase de carregamento (2º ponto)



Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá.

3.3.1.3 Procedimento da calibração das células de carga de 700 N

Inicialmente, foi realizada a montagem para a calibração da célula de carga de 700 N, com uma chapa de aço de 13 cm x 13 cm com 1 cm de espessura que foi furada para fixação da célula de carga com parafuso. Foi utilizada uma estrutura de aço como base de apoio para a calibração. Utilizou-se 3 presilhas em C e uma barra metálica de aço como observado na Figura 20 para a fixação da célula de carga na base. Após a montagem, foi conectada ao condicionador de sinais Spider 8 e este ao computador. Para o ensaio da calibração foram utilizadas anilhas com massa conhecida, representando assim a carga a ser medida na forma de carregamento (fase ascendente) e descarregamento (fase descendente) verificando assim, sua linearidade, totalizando 11 cargas, de 0 à 630,82 N. As anilhas foram posicionadas no centro da placa para evitar desequilíbrio. Na Figura 21 pode-se observar a imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 700 N na fase de carregamento (10º ponto).

Figura 20 – Imagem da montagem para a calibração da célula de carga de 700 N



Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

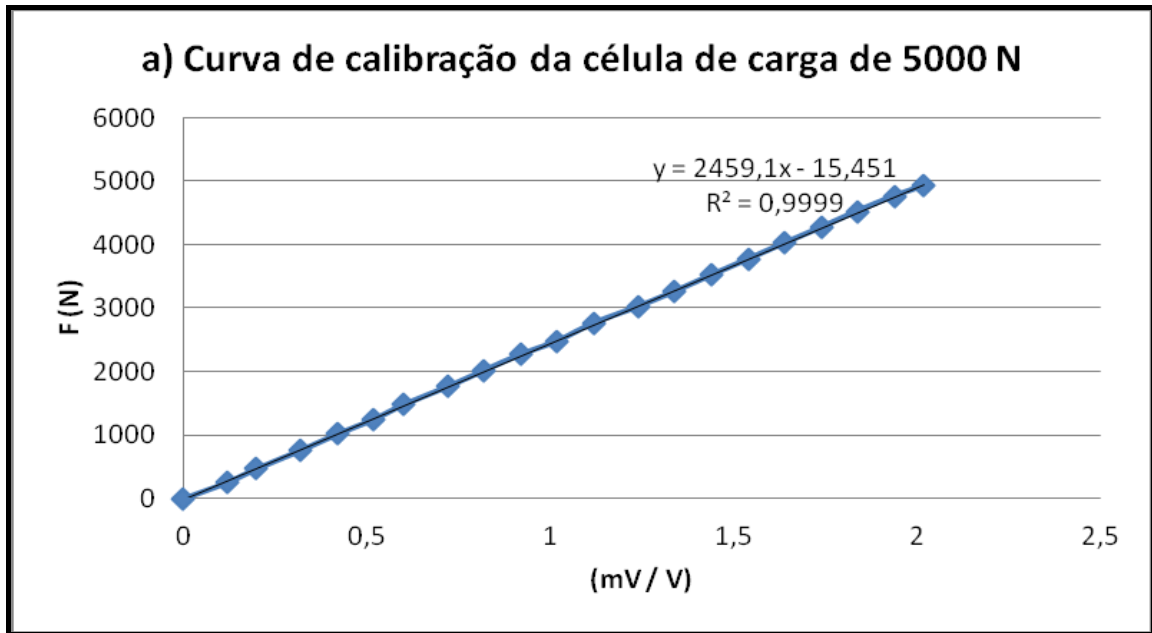
Figura 21 – Imagem do procedimento da calibração da célula de carga de 700 N. Fase de carregamento (10º ponto)



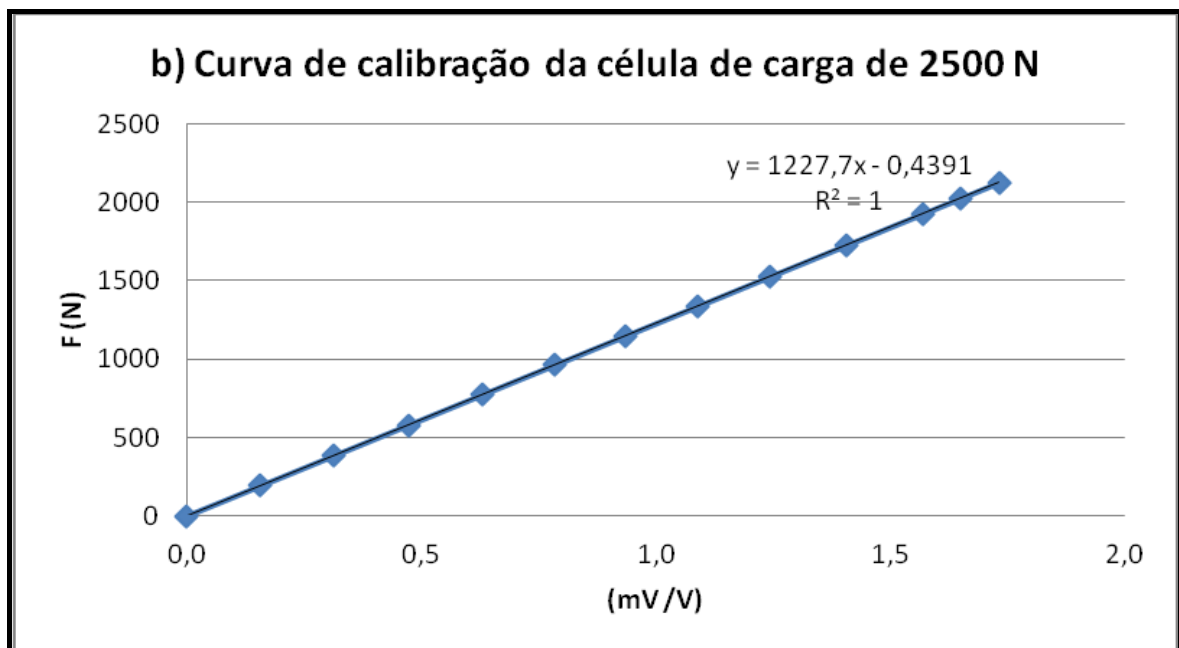
Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

De acordo com os sinais obtidos, onde cada carga aplicada representava um ponto, foi possível construir as curvas através do programa Microsoft Excel (versão 2003), as quais estão representadas em forma de gráfico e apresentadas na Figura 22 com suas respectivas equações de tendência. O tratamento estatístico realizado foi o teste de correlação linear de Pearson. Verificou-se excelente correlação nas quatro células de carga ($R^2 = 0,9999$; 1; 0,9999; 0,9997).

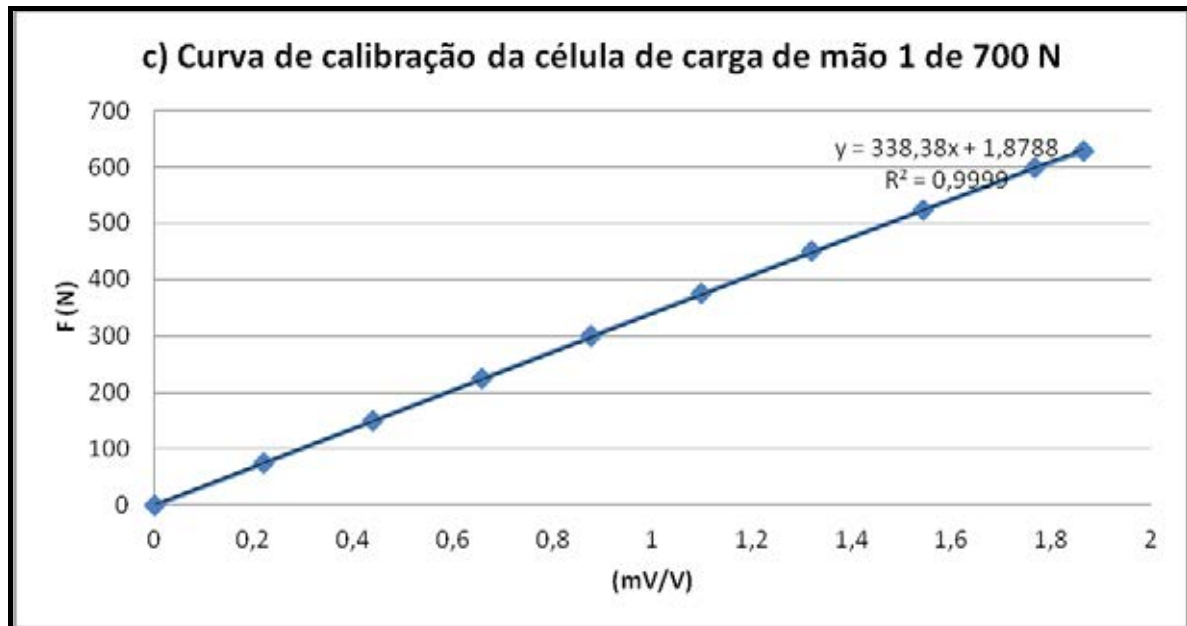
Figura 22 – Gráficos das curvas de calibração ascendente das células de carga e suas respectivas equações



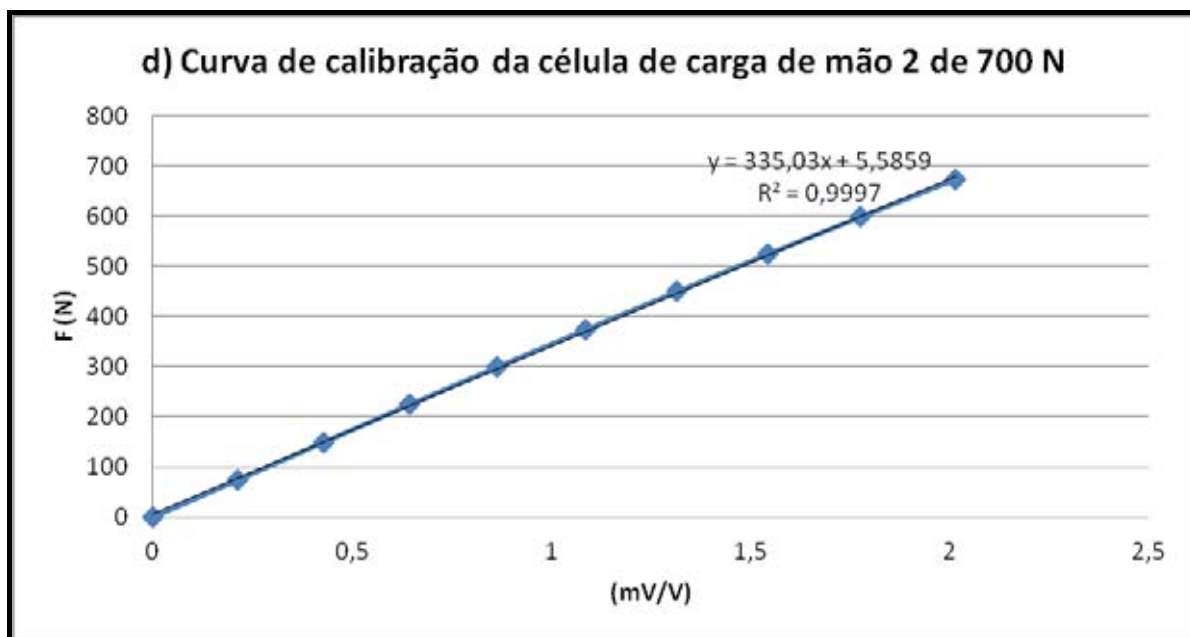
Fonte: Produção do próprio autor



Fonte: Produção do próprio autor



Fonte: Produção do próprio autor



Fonte: Produção do próprio autor

Antes da coleta de dados, a calibração das células de carga foram realizadas objetivando a determinação da relação entre as forças aplicadas nas células de carga e as tensões elétricas oriundas de deformações dos extensômetros, buscando analisar sua linearidade.

3.3.2 Montagem do *dummy*

Inicialmente, verificou-se em ensaios com vários praticantes de judô, com dominância lateral direita e experiência de no mínimo 1 ano, a posição e a área dos contatos na execução do golpe *Osotogari* no *uke*. São dois contatos: na parte superior do tórax do *uke*, sobre o músculo peitoral maior esquerdo e na parte posterior da coxa direita do *uke*, logo abaixo da prega glútea.

O instrumento de avaliação foi confeccionado de forma que não oferecesse nenhum perigo aos indivíduos. Foram colocadas 4 células de carga no instrumento, 2 no *dummy* e 2 no kimono adaptado. As células de carga do boneco, foram acopladas no peito esquerdo do *dummy* (célula de carga do peito) e na parte posterior da coxa direita (célula de carga da perna). As células de carga do kimono, foram colocadas na manga direita e a outra na gola esquerda, parte superior, sobre o peito esquerdo do *dummy*, como observado na Figura 15.

3.3.2.1 Montagem da parte superior do *dummy*

Para a parte superior do tórax foi definida uma área de 182 cm^2 com 14 cm de comprimento e 13 cm de largura, posicionando nesse espaço uma placa de aço com área de $137,5 \text{ cm}^2$ com 12,5 cm de comprimento e 11 cm de largura. A placa foi posicionada de forma que evitasse o contato da placa com a estrutura do *dummy* para que não houvesse interferência no sinal coletado, como observado na Figura 23.

A placa de aço foi revestida com uma borracha de espessura de 8 mm para segurança dos sujeitos executantes e sobre a mesma colada uma camada de EVA como acabamento e segurança.

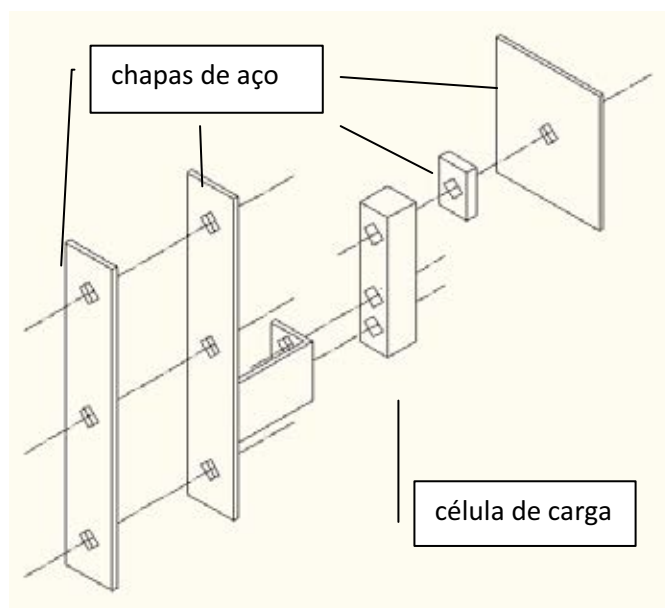
Figura 23 – Imagem da parte superior do tórax do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

A placa de aço foi fixada a uma peça de aço e esta a célula de carga. Na parte interna foi construída uma estrutura metálica para fixar a estrutura do *dummy* de um lado (Figura 24) e de outro para fixar a célula de carga. A estrutura metálica foi fixada na superfície do *dummy* por um lado e pelo outro por uma chapa metálica fazendo um "sanduíche" ambos presos com 3 parafusos sextavados de 3/4".

Figura 24 – Imagem da estrutura interna da parte superior do tórax do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.2.2 Montagem da parte inferior do *dummy*

Para a parte posterior da coxa foi recortada uma área de 308 cm² equivalente a forma geométrica de um trapézio com 28 cm de altura, 10 cm de base menor e 12 cm de base maior, posicionando nesse espaço uma placa de aço com área de 239,6 cm² com 24,7 cm de altura, 8,7 cm de base menor e 10,7 cm de base maior. A placa foi posicionada de forma que evitasse o contato da placa com a estrutura do *dummy* para que não houvesse interferência no sinal coletado como observado na Figura 25.

A placa de aço foi revestida com uma borracha de espessura de 8 mm para segurança dos sujeitos executantes e sobre a mesma colada uma camada de EVA como acabamento e segurança.

Na parte externa da coxa direita e da panturrilha direita foi colocado um reforço com placa de borracha em torno de sua perimetria, para suportar a carga de impacto sobre sua estrutura.

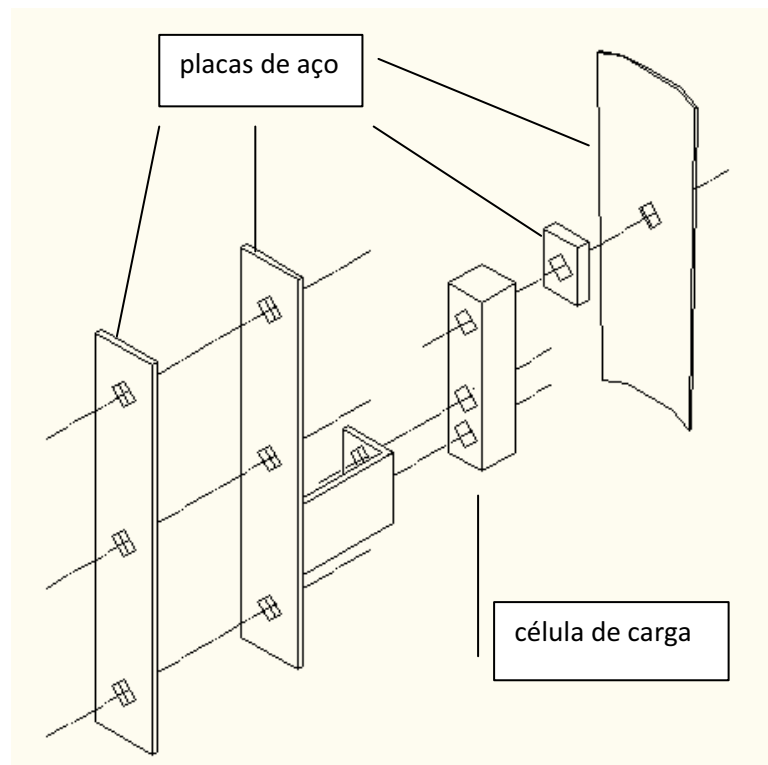
Figura 25 – Imagem da parte posterior da coxa do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

A placa de aço foi fixada a uma peça de aço e esta a célula de carga (Figura 26). Na parte interna foi construída uma estrutura metálica para fixar a estrutura do *dummy* de um lado e de outro fixar a célula de carga.

Figura 26 – Imagem da estrutura interna da parte posterior da coxa do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.2.3 Montagem da estrutura do ombro direito do *dummy*

O ombro direito do *dummy* (Figura 27) precisou de adaptações para simular os movimentos articulares reais para a execução do golpe. Inicialmente cortou-se uma parte do braço para posicionar a estrutura flexível para confecção da articulação. Para isso montou-se um mecanismo com pano lonita no ombro e enchimento feito de manta acrílica. Em uma das extremidades foi fixada com uma peça de plástico costurada com o pano e a mesma fixada com grampos em torno do ombro. Na outra extremidade foram fixados no braço do *dummy* com grampos. Foi feito um acabamento com camada de PVC.

As mobilidades do ombro e cotovelo foram confeccionados somente do lado direito do *dummy*, devido a necessidade no movimento do *Osotogari* para executantes destros.

Figura 27 – Imagem da estrutura do ombro direito do *dummy*



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.2.4 Montagem da estrutura do cotovelo direito do *dummy*

O cotovelo direito do *dummy* (Figura 28) precisou de adaptações para simular os movimentos articulares reais para a execução do golpe. Para a montagem da estrutura do cotovelo foi realizado o mesmo procedimento utilizado para confecção do ombro.

Figura 28 – Imagem da estrutura do cotovelo direito do *dummy*

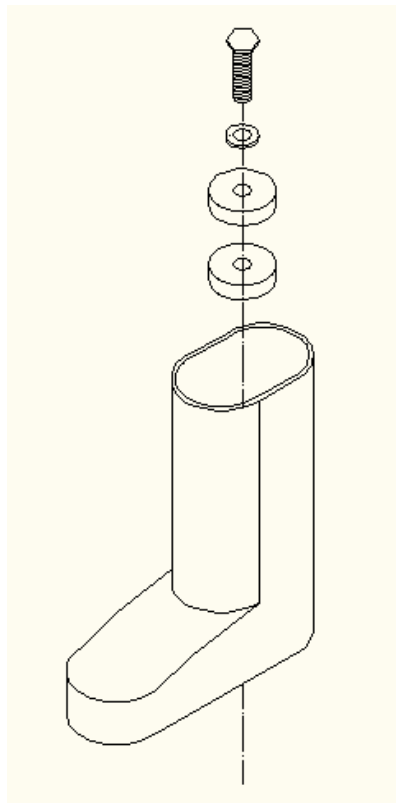


Fonte: Produção do próprio autor

3.3.2.5 Montagem da estrutura para fixação do pé direito na superfície

Para a montagem da estrutura para fixação do pé direito na superfície (Figura 29) foi necessário furar a sola do pé para colocar parafuso que foi fixado em um chumbador posicionado na superfície do piso. Na sola do pé foi colocado uma placa de borracha de 1 cm de espessura. Na parte interna colocou-se dois pedaços de borracha de EVA em formato de disco entre a cabeça do parafuso e a superfície da sola do *dummy*. Esse sistema permitiu a movimentação do *dummy* no grau de liberdade necessário para a execução do golpe (inclinação de 20° em relação a posição inicial), e o sistema permitiu o movimento com atrito menor e maior preservação do material.

Figura 29 – Imagem da estrutura interna para fixação do pé direito na superfície



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.2.6 Preenchimento da parte interna do *dummy*

O *dummy* foi construído de forma a possuir uma massa de 32 kg. Em que os espaços não preenchidos foram colocados enchimento que continham pedras embaladas com manta acrílica e adesivos. Na parte interna foram colocados em determinadas regiões, suporte construído com arames para apoiar o enchimento. Esses arames foram revestidos com material de EVA para proteção e segurança dos sujeitos.

3.3.2.7 Confecção do kimono adaptado

Foi utilizado um kimono trançado branco, tamanho A2 adequado ao *dummy* do experimento. Esse kimono foi adaptado com costura na parte interna em dois locais onde o *tori* destro posiciona as mãos para executar os golpes. Foi costurado um bolso com fechamento de velcro, na parte superior da gola esquerda com tamanho de 13 cm de comprimento e 7 cm de largura para acomodar a célula de carga de 700 N em seu interior (Figura 30). O outro bolso foi costurado a 9 cm da borda da manga direita com o fechamento de velcro e tamanho idêntico a costura citada anteriormente para acomodar em seu interior a outra célula de carga de 700 N (Figura 31).

Figura 30 – Imagem da parte interna superior da gola esquerda do kimono adaptado



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 31 – Imagem da parte interna da manga direita do kimono adaptado



Fonte: Produção do próprio autor

3.3.3 Montagem da estrutura metálica

Para a montagem da estrutura metálica foram utilizados 9 tubos retangulares de metalon de 2 m de comprimento com 30 mm de largura e 30 mm de espessura que compuseram a parte lateral da estrutura e as colunas além de um tubo colocado na parte superior para apoiar o *dummy*. Foram utilizados 4 tubos de metalon de 3 m de comprimento com 30 mm de largura e 30 mm de espessura que compuseram a base frontal e a base traseira superior e inferior. Além disso para reforçar a estrutura foram utilizadas 16 barras de aço de 300 mm de comprimento, 15 mm de largura e 5 mm de espessura colocadas 2 em cada vértice. Foram utilizados 16 parafusos sextavados de 1/2 polegada e 16 porcas e arruelas para a montagem com as barras maiores e 16 parafusos de 1/4 de polegada e 16 arruelas. Foram feitos soldas e furos para a montagem e finalizado com uma pintura preta.

3.3.4 Montagem do espaço experimental

Para a preparação do espaço experimental foi necessário inicialmente montar a estrutura metálica e posicionou-se no melhor local para coleta dos dados como observa-se na Figura 32. Em seguida fixou-se a estrutura do pé direito na superfície do laboratório e posteriormente a estrutura do *dummy* fixado ao pé direito. O *dummy* ficou em pé próximo a uma das laterais da estrutura metálica sobre uma superfície de borracha de 1 cm de espessura. Na parte superior da estrutura metálica foi fixado um cabo de aço e este conectado ao *dummy*. Para a limitação do movimento do *dummy* foram colocadas cordas elásticas em dois pontos. A primeira colocada na cintura do *dummy* em uma extremidade e a outra fixada na estrutura metálica. E a outra corda fixada na perna esquerda do *dummy* em uma extremidade e a outra fixada na estrutura metálica. Além disso, a corda elástica reproduziu uma situação real em que há o retorno do *uke* à posição inicial (sem o *kuzushi*).

O *dummy* foi vestido com o kimono trançado adaptado com as 2 células de carga acoplado à parte interna do kimono. O kimono foi amarrado por uma faixa branca. Os cabos das células de carga foram fixados de forma a não atrapalhar o gesto motor, posicionados e fixados com fita adesiva e fora do alcance do *tori*.

Foram colocados tatames de EVA de 4 cm de espessura, no chão, dentro da estrutura metálica, preenchendo todo o espaço de 12 m². Os sujeitos realizaram todo o experimento sobre o tatame que é a superfície própria de treinamento para aproximar de uma situação real de treino e para segurança do avaliado.

Foi utilizado um sincronizador de câmeras do lado direito da estrutura metálica, colocado na posição para melhor visualização das duas câmeras e de forma a não atrapalhar o gesto motor.

No punho direito do *dummy* foi colocado um garrote que foi fixado e com um laço foi posicionado no pescoço do *tori*. Desta maneira aproximou da situação real em que a mão do *uke* fica posicionado na gola do *tori*.

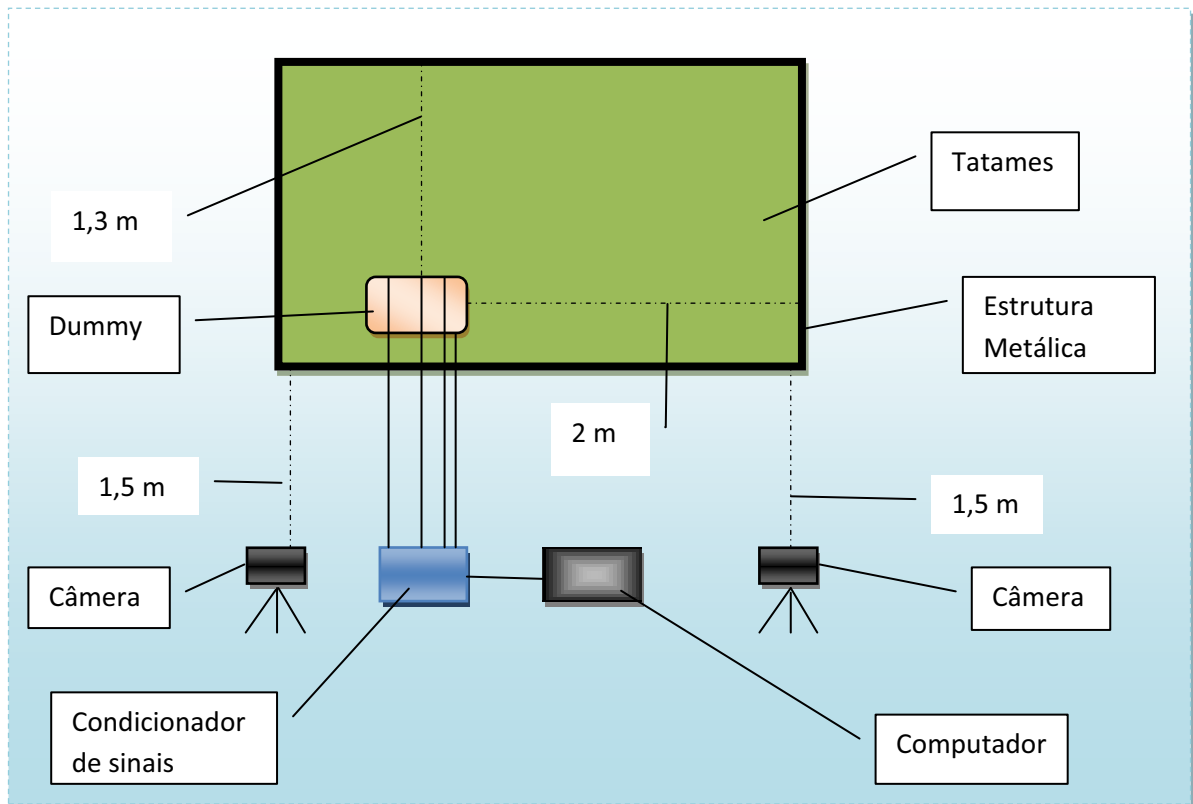
Figura 32 – Imagem do espaço experimental



Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

Foram colocadas duas câmeras sobre dois tripés e posicionados para melhor visualização do *tori* na execução dos golpes (Figura 33). Os pés dos tripés foram marcados no chão e fixados para o não deslocamento do equipamento. A câmera ficou a uma altura de 1,1m e a uma distância de 2 m do avaliado.

Figura 33 – Esquema representativo com vista superior do posicionamento dos equipamentos para o ensaio



Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

3.3.5 Procedimento da coleta de dados

3.3.5.1 Dinamometria para ensaio do *Oсотogari* no *uchikomi*

Para a dinamometria foram utilizadas 4 células de carga devidamente calibradas e testadas em ensaios prévios observando o comportamento do sinal. As células de carga foram confeccionadas de modo que protegesse a fiação no atrito com a superfície de contato.

3.3.5.2 Preparação dos sujeitos para o experimento

Os sujeitos foram inicialmente orientados sobre todo o procedimento, esclarecendo todas as dúvidas. Em seguida ficaram somente com um shorts que não cobrisse os joelhos, ficaram sem camiseta e descalço para o ensaio. Foram colocados marcadores em pontos articulares para facilitar e melhorar a precisão das análises de imagens. Foram colocados em 14 pontos do lado direito e esquerdo do *tori*. Posicionou-se um garrote sobre o pescoço do sujeito. Todos os indivíduos fizeram uma familiarização com o espaço e com o equipamento de avaliação.

3.3.5.3 Procedimento experimental

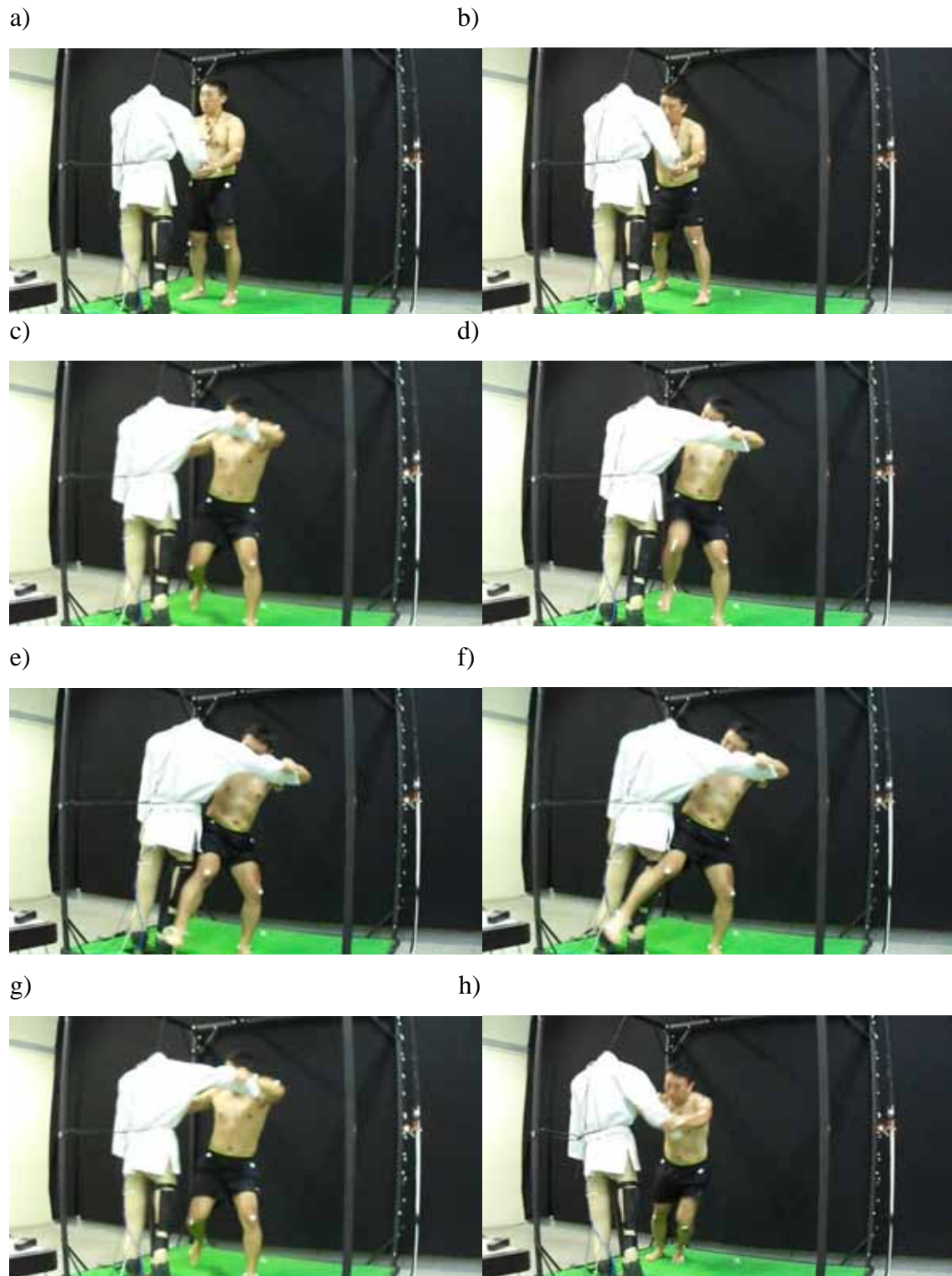
Os sujeitos realizaram 1 série de 10 repetições sem intervalo entre as mesmas. Foram orientados a realizar o gesto motor mais correto possível sem se preocupar com a velocidade da execução. Fizeram da forma como estão acostumados a realizar o *uchikomi* no treinamento. O experimento foi realizado em forma de *uchikomi*, ou seja, não houve projeções e quedas em relação a entrada de golpes. Foram orientados a realizar o gesto com *kuzushi* realizando força nas células de carga do peito e na perna do *dummy* e nas células de carga da gola e da manga. A duração da série foi em torno de 18 segundos.

A técnica de judô analisada é uma das primeiras técnicas ensinadas ao judoca, ou seja é uma técnica bem conhecida e familiarizada pelos avaliados. E o procedimento da execução do golpe também é similar ao realizado em treinos.

O indivíduo segurou o *dummy* na manga com uma das mãos e na gola com a outra mão, posicionado a frente do *dummy*. Realizou um passo com uma perna esquerda e com a outra realizou o encaixe com a parte posterior da coxa em contato com a parte posterior da coxa do *dummy* (Figura 34). Todos foram orientados a realizar os movimentos na máxima capacidade de força. Todo o procedimento foi realizado com um sujeito por vez no *dummy*, escolhido de forma aleatória.

Todo o procedimento foi realizado no mesmo dia no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP de Guaratinguetá.

Figura 34 – Sequência da execução do golpe *Oso togari* (a - h)



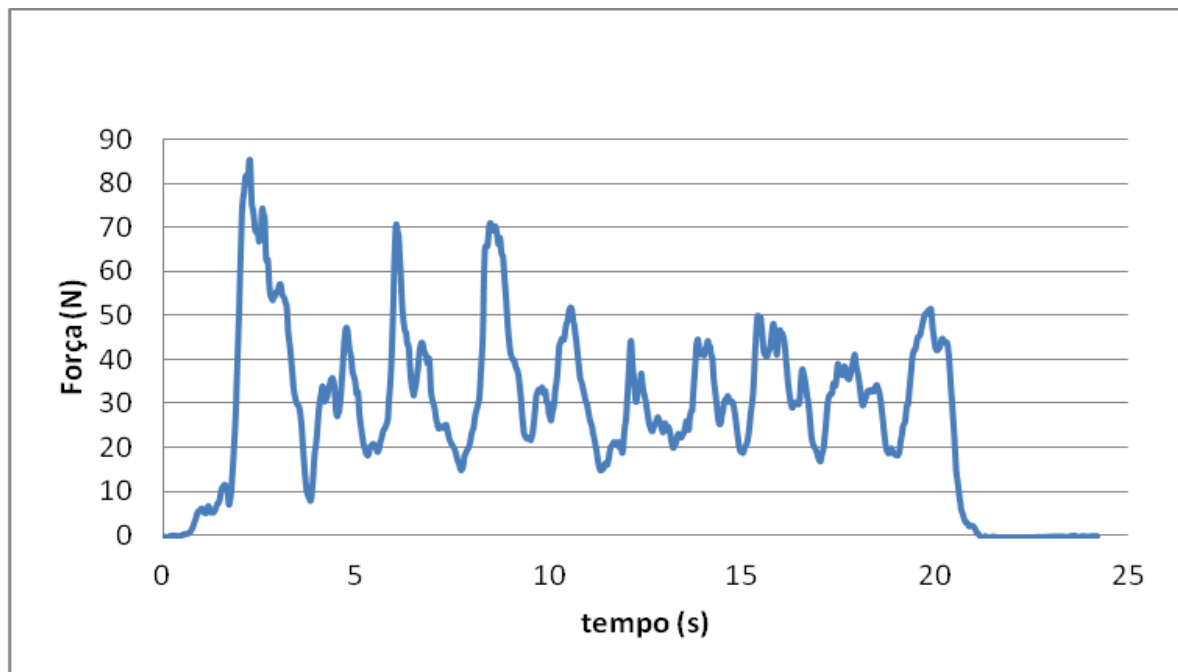
Fonte: Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da UNESP - Guaratinguetá

4 RESULTADOS

A seguir são apresentados os resultados dos dados obtidos pelas quatro células de carga instrumentadas no *dummy*.

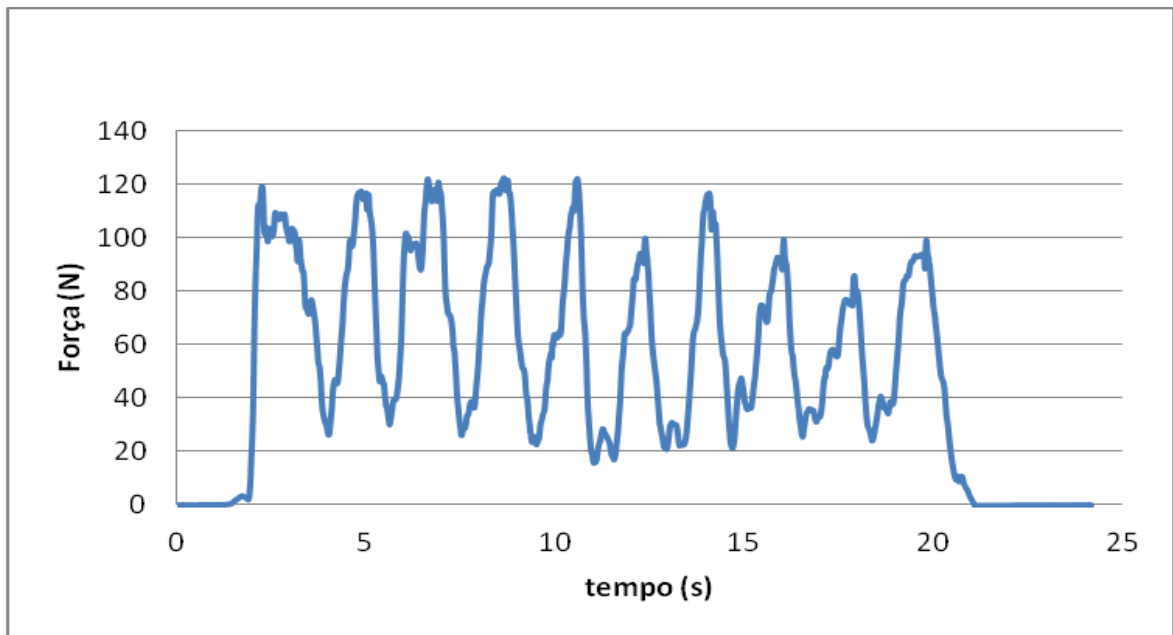
Em relação aos gráficos referentes as Figuras 35, 36 e 38 apresentaram sinais de força com valores de pico e entre eles valores mínimos diferentes de zero, ou seja, há força atuando durante as 10 repetições. Já para o gráfico referente a Figura 37, observou-se valores de pico e entre eles valores iguais a zero, apresentando outra configuração, há uma força de impacto com um intervalo de contato pequeno.

Figura 35 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente à célula de carga da manga do kimono adaptado executado pelo sujeito 1



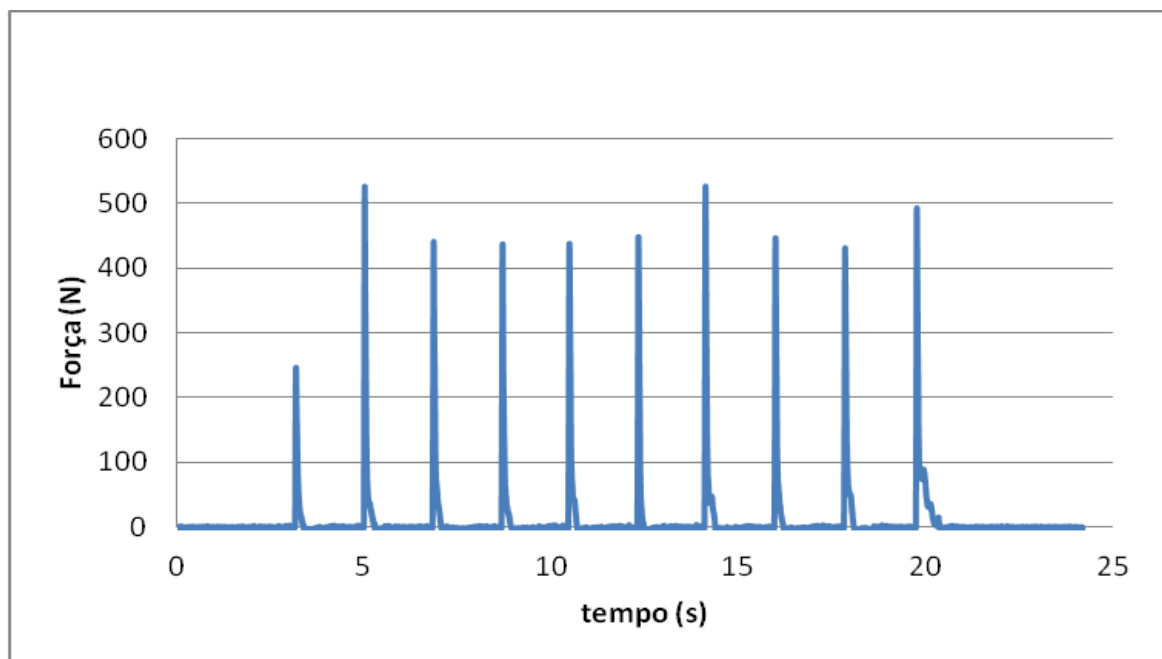
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 36 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga da gola do kimono adaptado executado pelo sujeito 1



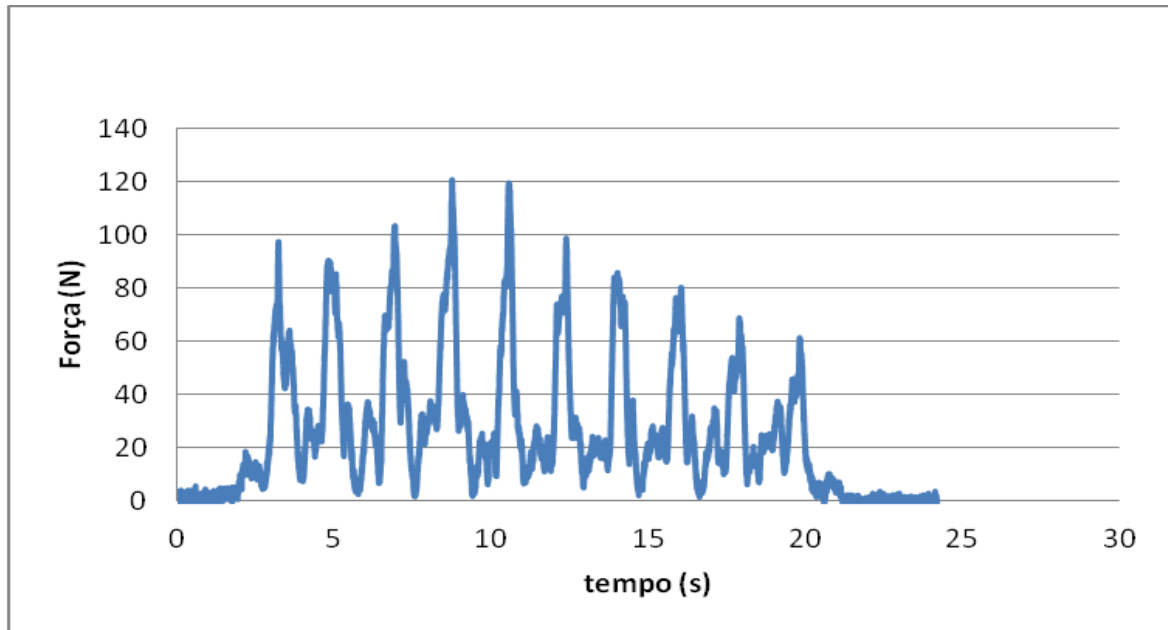
Fonte: Produção do próprio autor

Figura 37 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga da perna do *dummy* executado pelo sujeito 1



Fonte: Produção do próprio autor

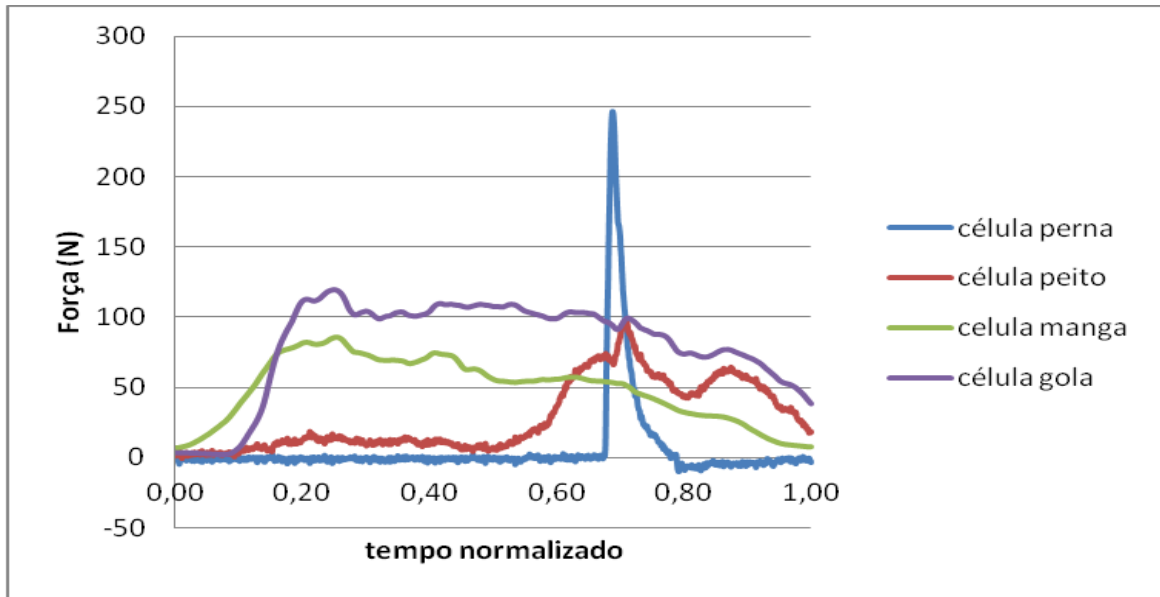
Figura 38 – Força (N) em relação ao tempo (s) referente a célula de carga do peito do *dummy* executado pelo sujeito 1



Fonte: Produção do próprio autor

A Figura 39 apresenta o sinal da força (N) em relação ao tempo normalizado de uma repetição da técnica *Osotogari* referente as 4 células de carga executado pelo sujeito 1. Pode-se observar que os valores de pico da força na célula de carga de manga e da gola ocorrem em instante próximo ao tempo de 0,25 s, já para os valores de pico da perna e peito ocorrem em instante próximo a 0,7 s.

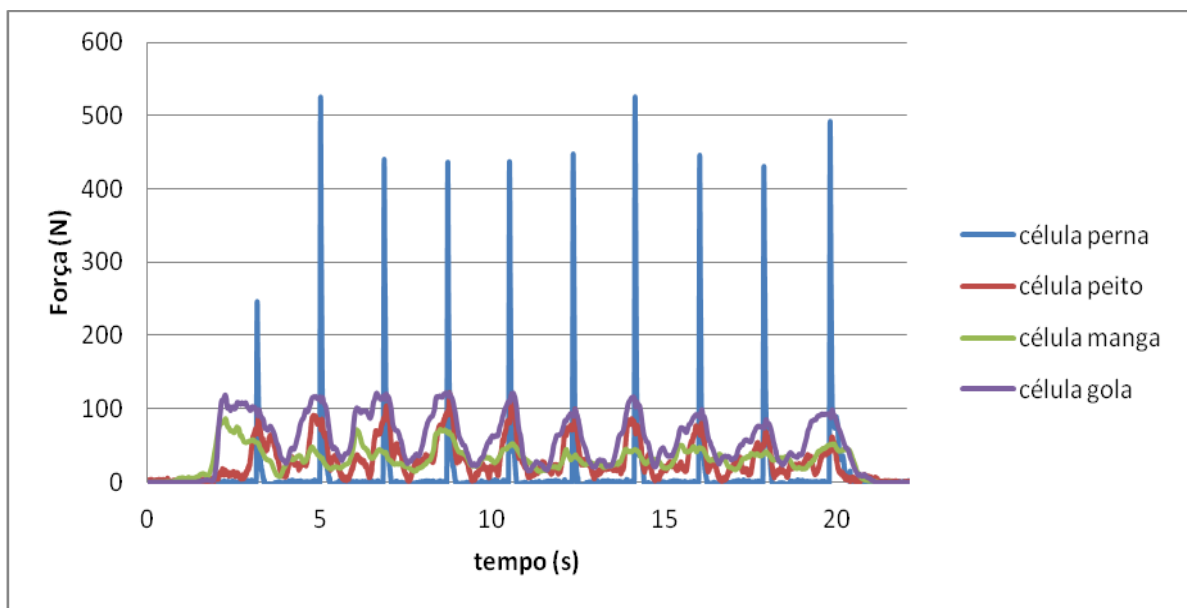
Figura 39 – Força (N) em relação ao tempo normalizado de uma repetição da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado pelo sujeito 1



Fonte: Produção do próprio autor

Na Figura 40, observa-se o gráfico das forças em (N) em relação ao tempo das 4 células de carga realizado pelo sujeito 1 na execução da técnica *Oсотogari*.

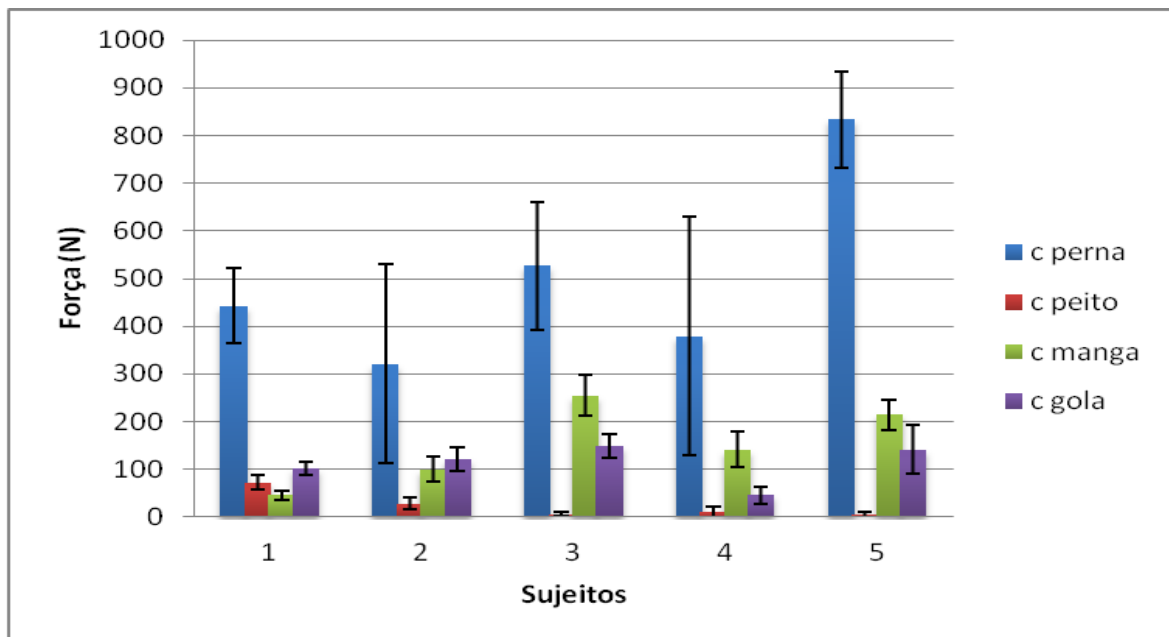
Figura 40 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado pelo sujeito 1



Fonte: Produção do próprio autor

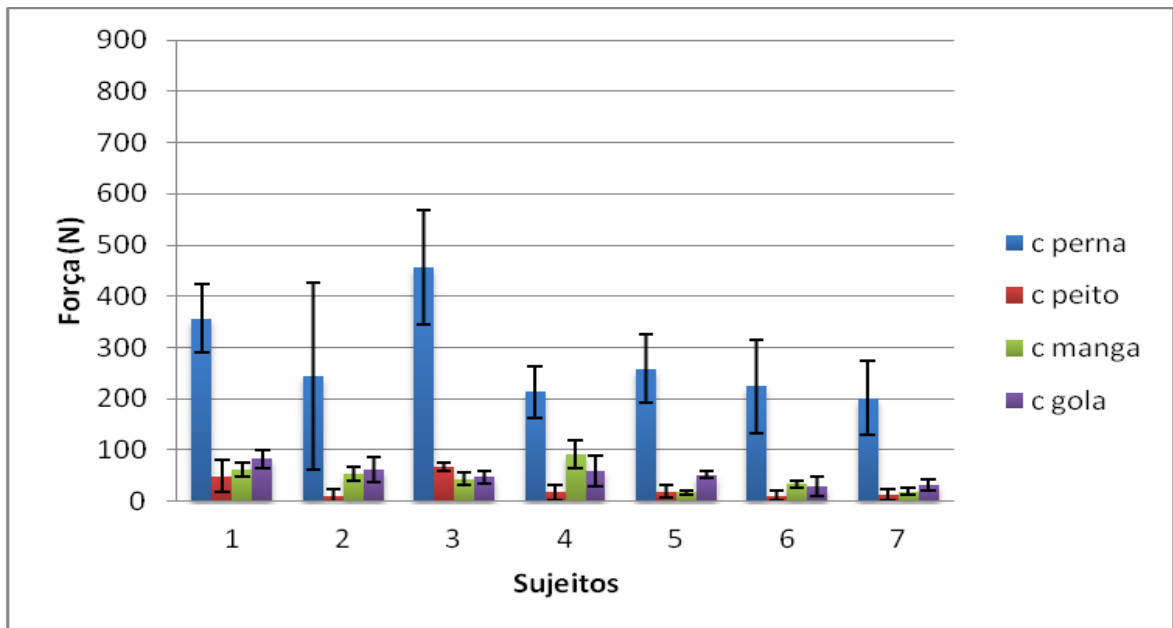
Nas Figuras 41 e 42, estão representadas as médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 41 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 42 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes

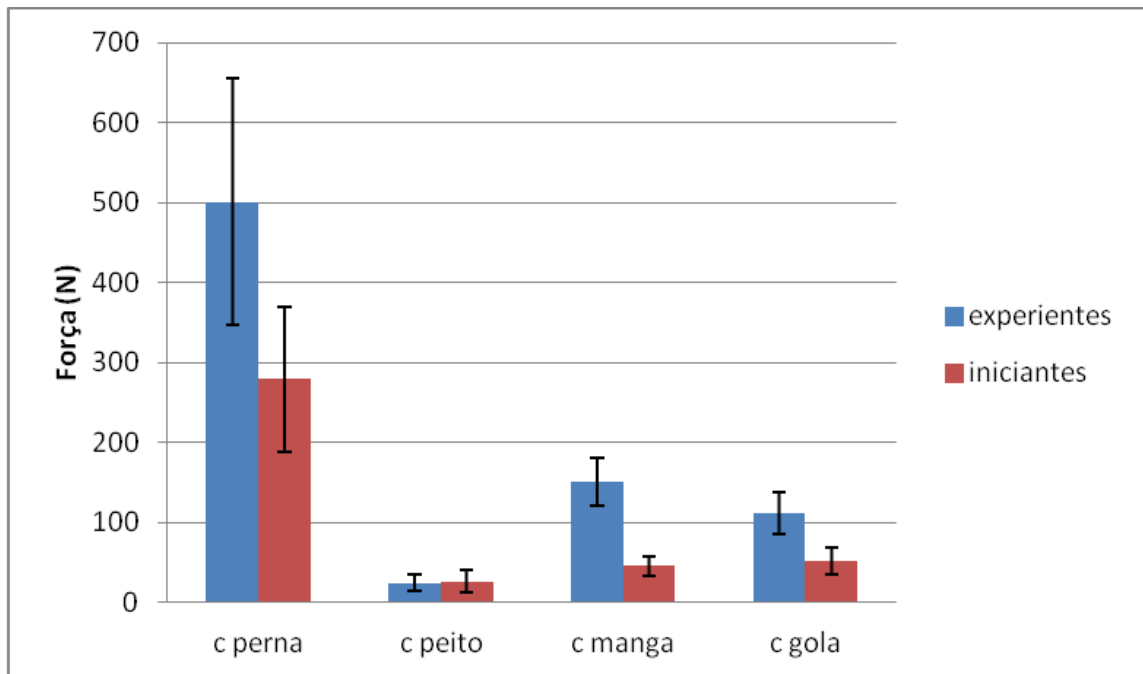


Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que houve diferença significativa entre a execução do *Osotogari* entre os experientes e iniciantes na célula de carga de perna no instante do valor de pico da mesma para $p < 0,05$. Para a célula de peito também não houve diferença significativa para $p < 0,05$.

Já para a célula de carga da manga e célula de carga da gola verificou-se diferença significativa na execução, entre os experientes e iniciantes (Figura 43).

Figura 43 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da perna e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Verificou-se correlação média de 0,5867 em relação aos valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna (Figura 44).

Para os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, houve uma baixa correlação de $R^2 = 0,5277$.

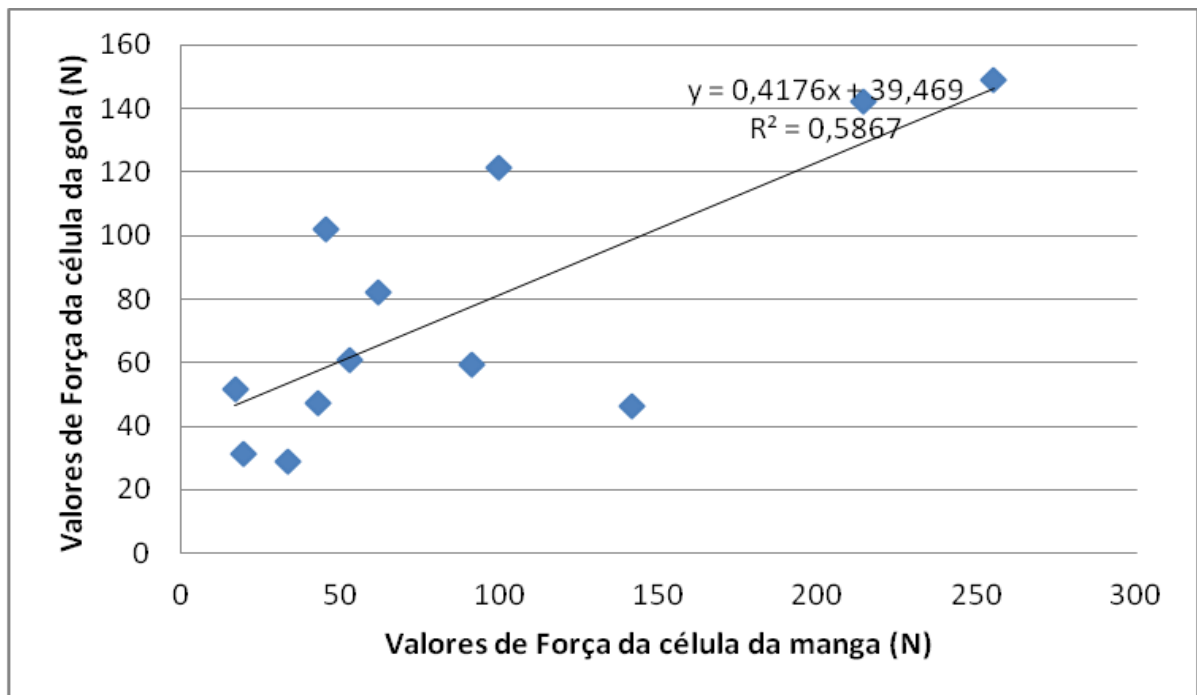
Em relação aos valores de força da célula de carga da manga e os valores de força da célula de carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, também houve baixa correlação com valor de $R^2 = 0,512$.

Já para os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga do peito no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, não houve correlação linear com $R^2 = 0,003$.

Em relação aos valores de força da célula de carga do peito e os valores de força da célula de carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, obteve-se nenhuma correlação linear com $R^2 = 0,0031$.

Para os valores de força da célula de carga da manga e os valores de força da célula de carga do peito no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, a correlação foi baixa de $R^2 = 0,1683$.

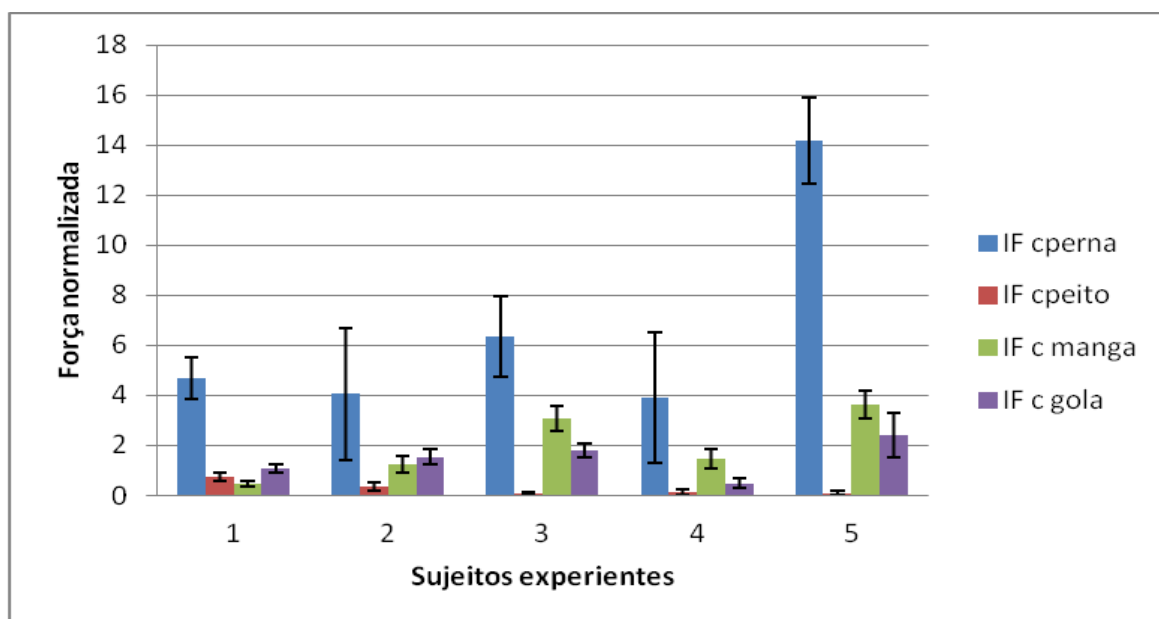
Figura 44 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna



Fonte: Produção do próprio autor

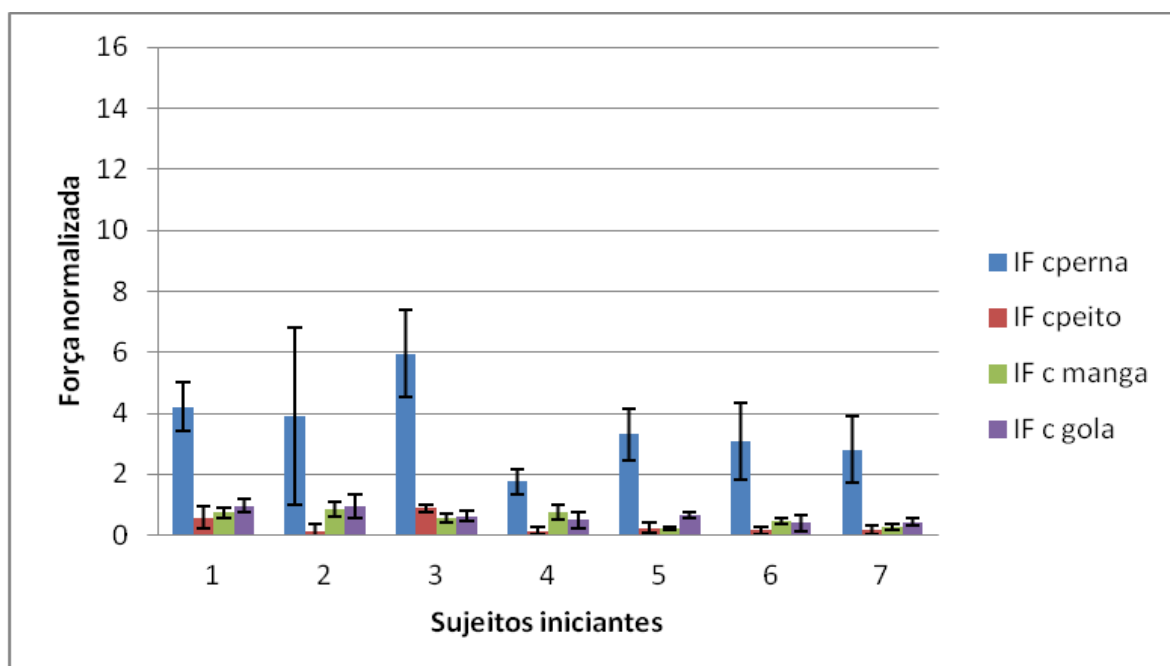
Nas Figuras 45 e 46, observa-se os gráficos da força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos experientes e iniciantes. A força normalizada foi obtida através da divisão do valor de força pela massa corporal do sujeito.

Figura 45 – Força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 46 – Força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos iniciantes

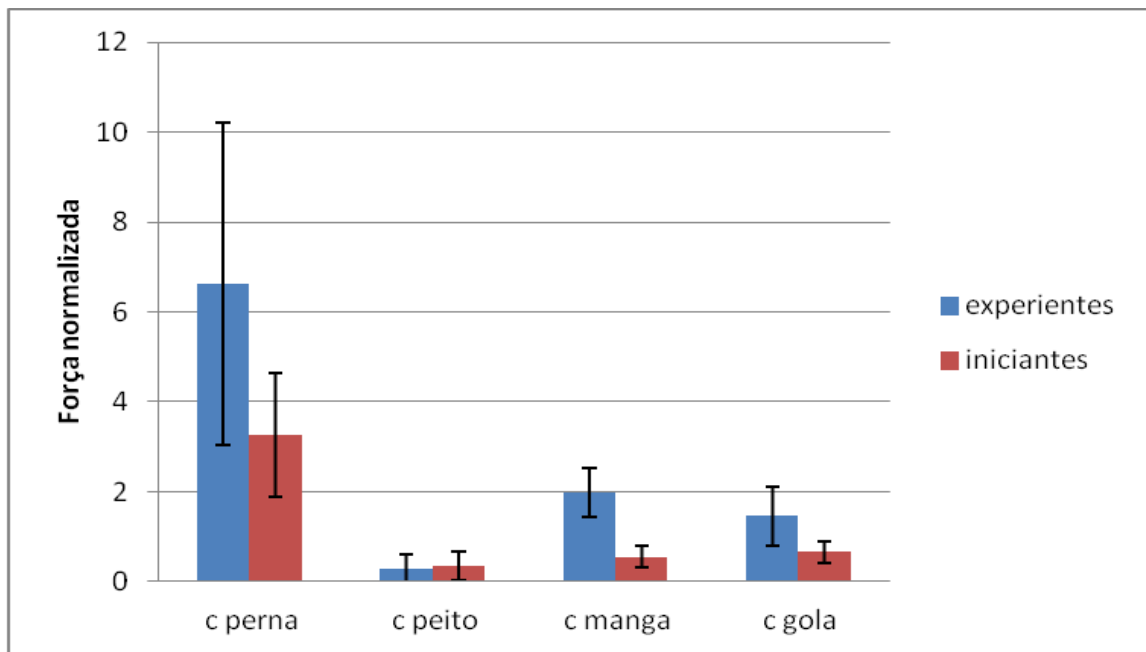


Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que não houve diferença significativa entre a execução do *Osotogari* entre os experientes e iniciantes na força normalizada da célula de carga de perna no instante do valor de pico da mesma para $p < 0,05$. Para a força normalizada da célula de peito também não houve diferença significativa para $p < 0,05$.

Já para a força normalizada da célula de carga da manga e a força normalizada da célula de carga da gola verificou-se diferença significativa na execução, entre os experientes e iniciantes com $p < 0,05$ (Figura 47).

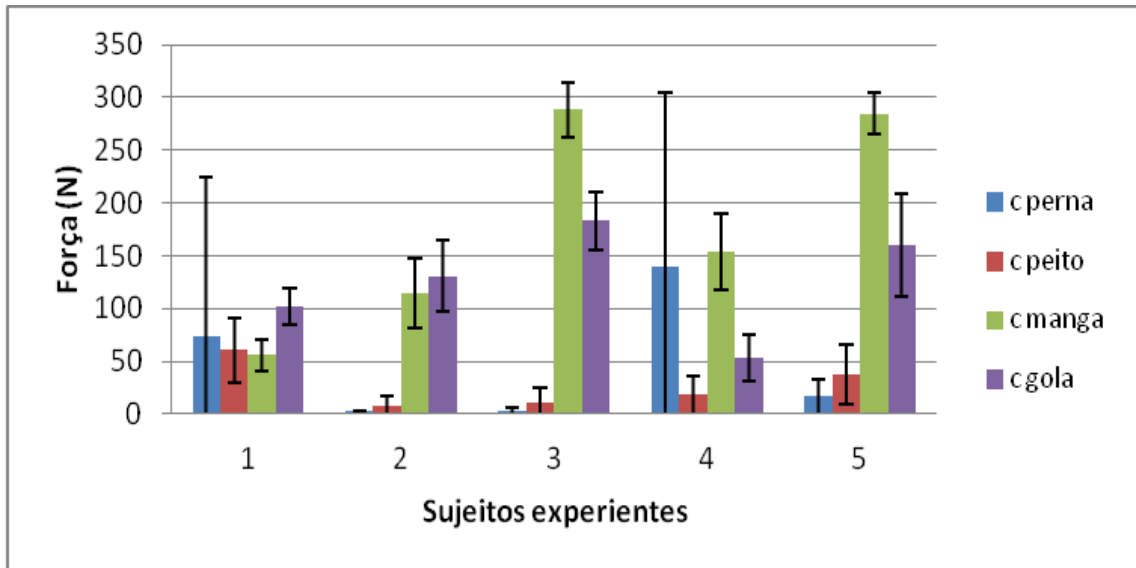
Figura 47 – Valor médio da força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

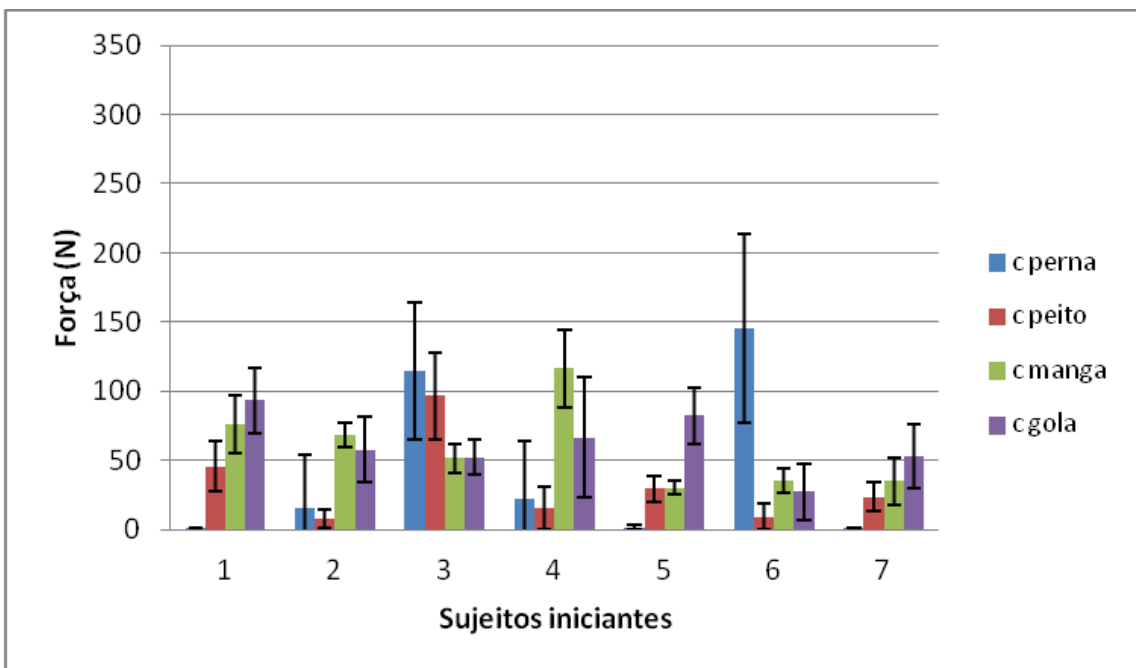
Nas Figuras 48 e 49, observa-se os gráficos das médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 48 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 49 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes



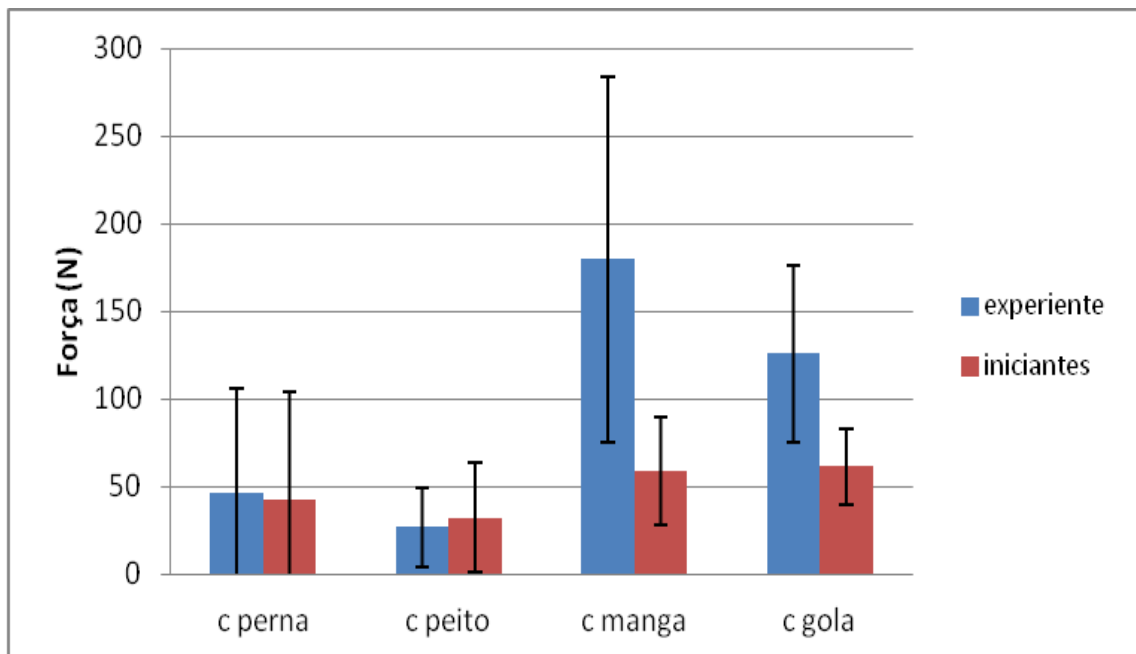
Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que não houve diferença significativa entre a execução do *Oso togari* entre os

experientes e iniciantes na célula de carga da perna no instante do valor de pico da célula de carga da manga para $p < 0,05$. Para a célula de peito também não houve diferença significativa para $p < 0,05$.

Já para a célula de carga da manga e célula de carga da gola verificou-se diferença significativa na execução, entre os experientes e iniciantes para $p < 0,05$ (Figura 50).

Figura 50 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da manga e as médias dos valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Verificou-se correlação média de $R^2 = 0,6332$, entre os valores de força da célula de carga da gola e manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna (Figura 51).

Em relação aos valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga do peito no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, não houve correlação linear com $R^2 = 0,0053$.

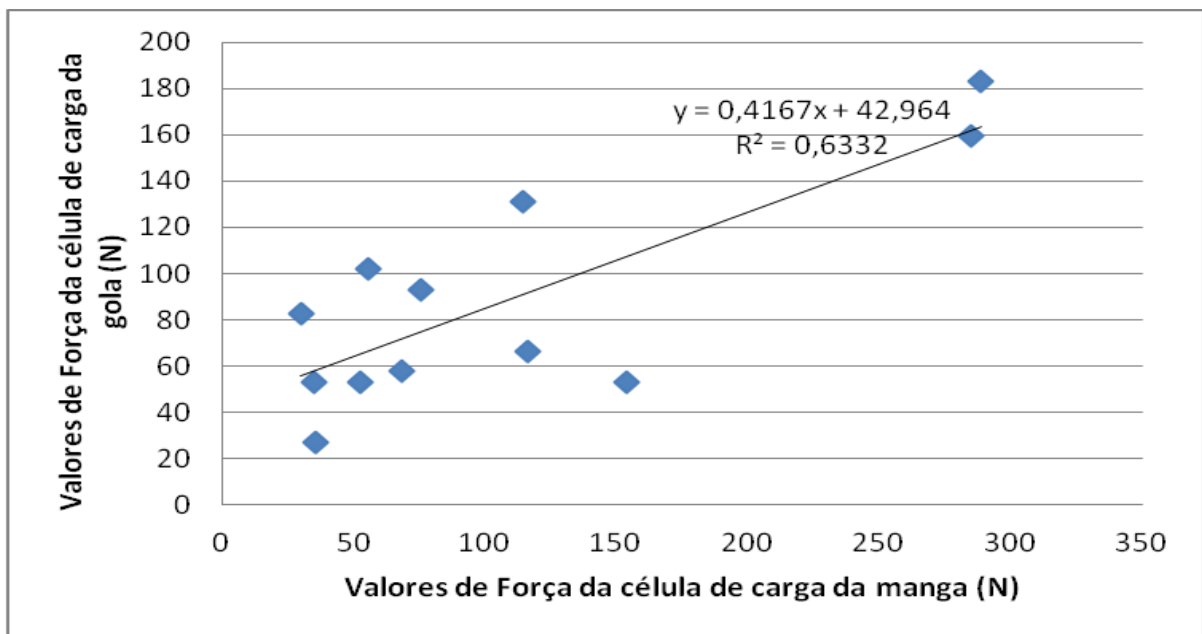
Para os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, houve uma baixa correlação de $R^2 = 0,2944$.

Já para os valores de força da célula de carga da manga e os valores de força da célula de carga da carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, também houve baixa correlação com valor de $R^2 = 0,0427$.

Em relação aos valores de força da célula de carga do peito e os valores de força da célula de carga da perna no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, obteve-se nenhuma correlação linear com $R^2 = 0,0473$.

Para os valores de força da célula de carga da manga e os valores de força da célula de carga do peito no instante do valor de pico da força da célula de carga da perna, a correlação foi baixa de $R^2 = 0,0458$.

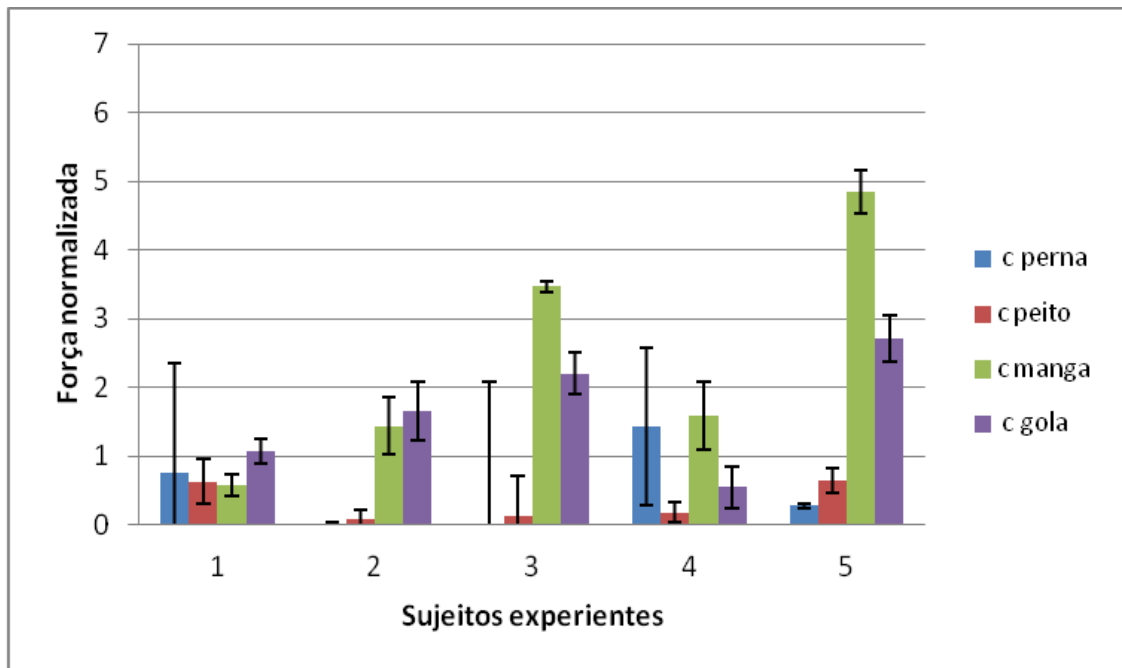
Figura 51 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga



Fonte: Produção do próprio autor

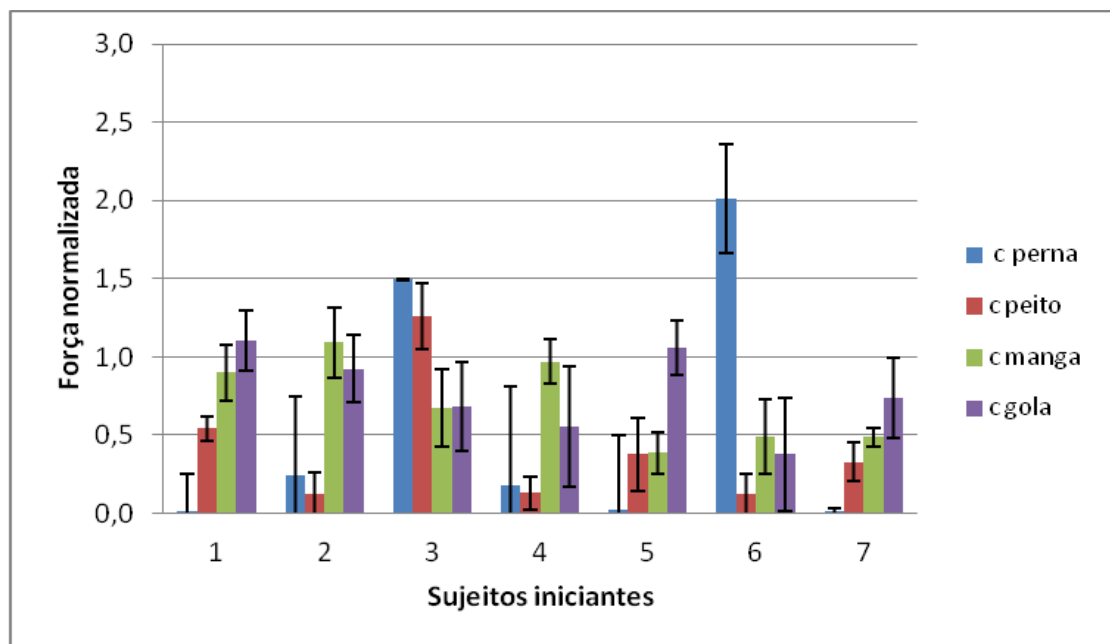
Nas Figuras 52 e 53, observa-se a força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 52 – Força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 53 – Força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos iniciantes

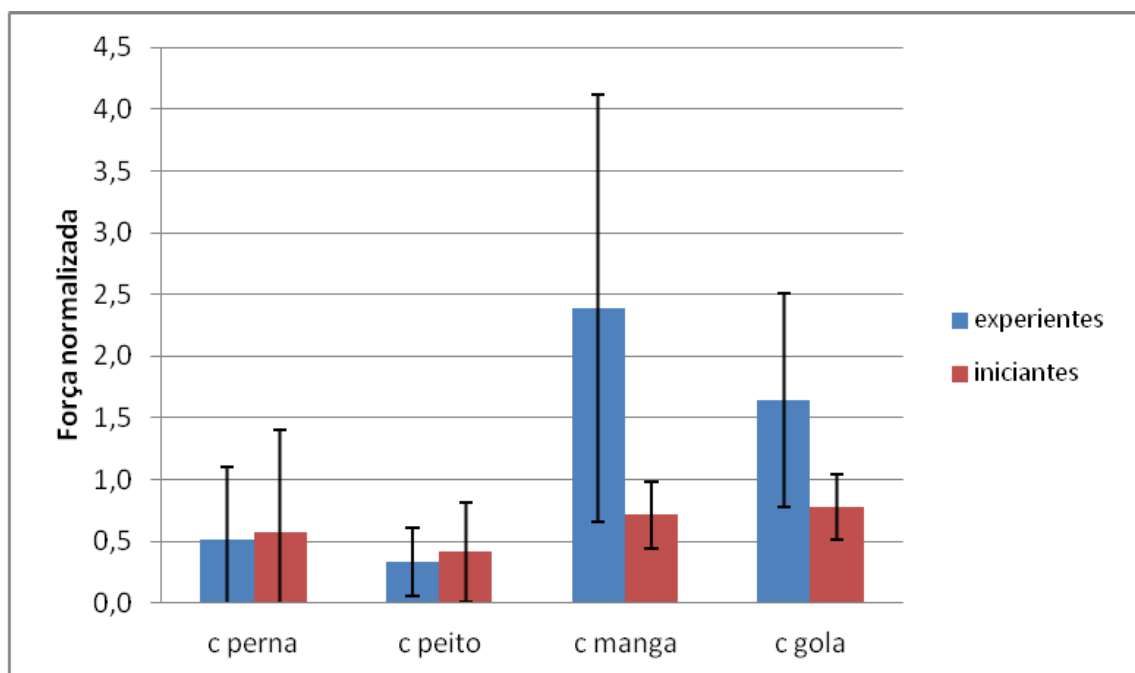


Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente, utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que não houve diferença significativa entre a execução do *Osotogari* entre os experientes e iniciantes na força normalizada da célula de carga de perna no instante do valor de pico da célula de carga da manga para $p < 0,05$. Para o força normalizada da célula de peito também não houve diferença significativa com $p < 0,05$.

Já para a força normalizada da célula de carga da manga e a força normalizada da célula de carga da gola verificou-se diferença significativa na execução, entre os experientes e iniciantes com $p < 0,05$ (Figura 54).

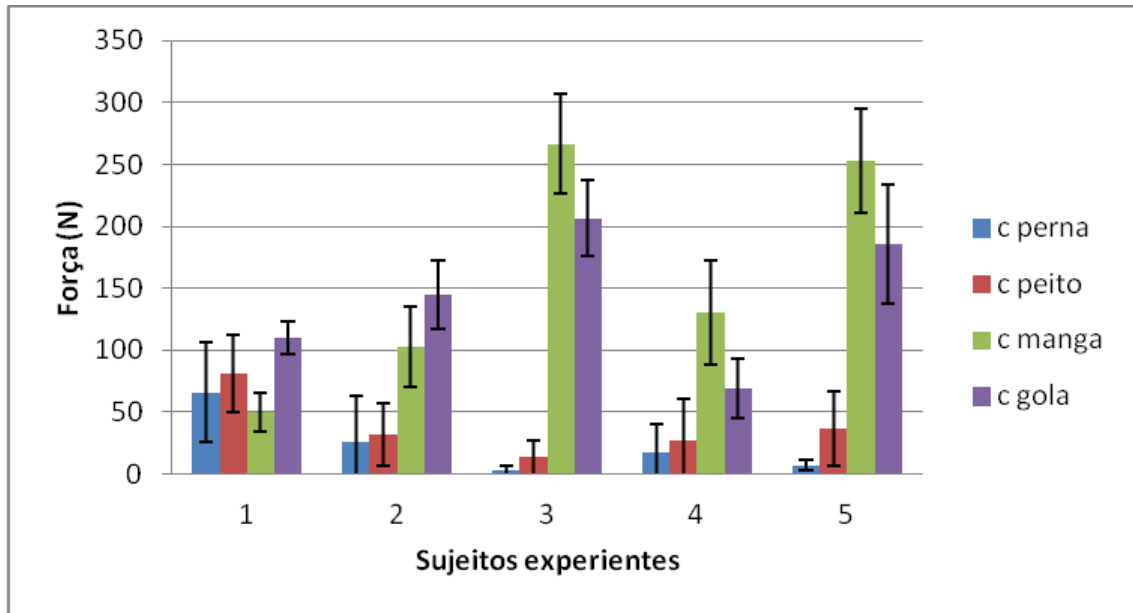
Figura 54 – Valores médios da força normalizada das células de carga da perna, peito, manga e gola no instante do valor de pico da força da célula de carga da manga dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

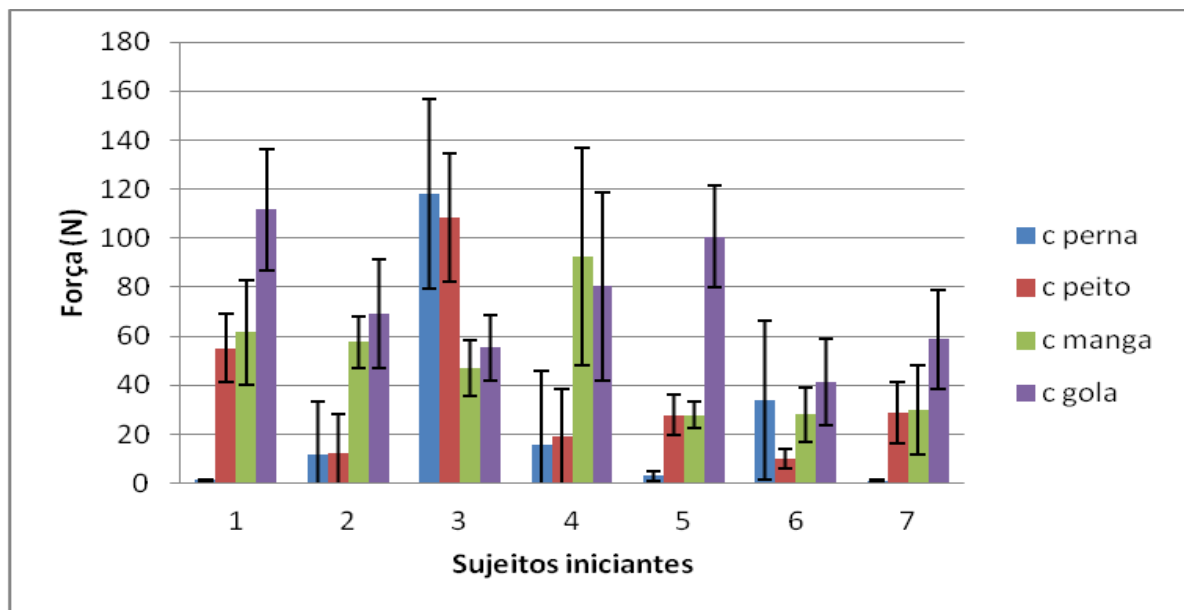
As Figuras 55 e 56 apresentam os gráficos das médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 55 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

Figura 56 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos iniciantes

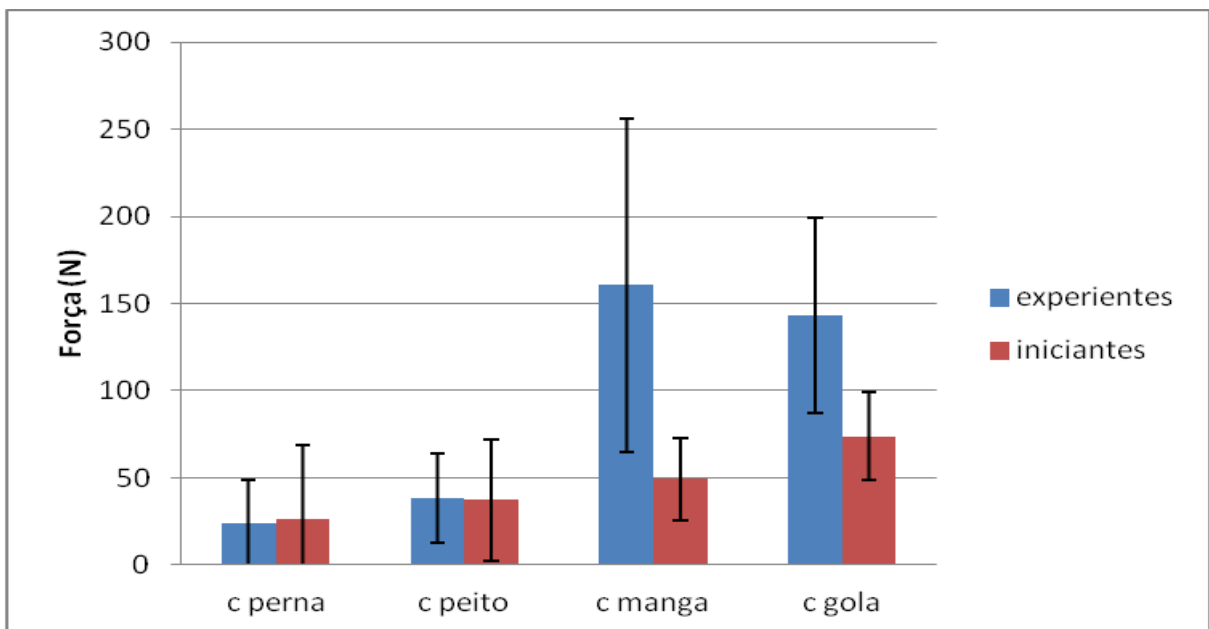


Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente, utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que não houve diferença significativa entre a execução do *Osotogari* entre os experientes e iniciantes na célula de carga da perna no instante do valor de pico da célula de carga da gola para $p < 0,05$. Para a célula de peito também não houve diferença significativa para $p < 0,05$.

Já para a célula de carga da manga e célula de carga da gola verificou-se diferença significativa na execução, entre os experientes e iniciantes (Figura 57).

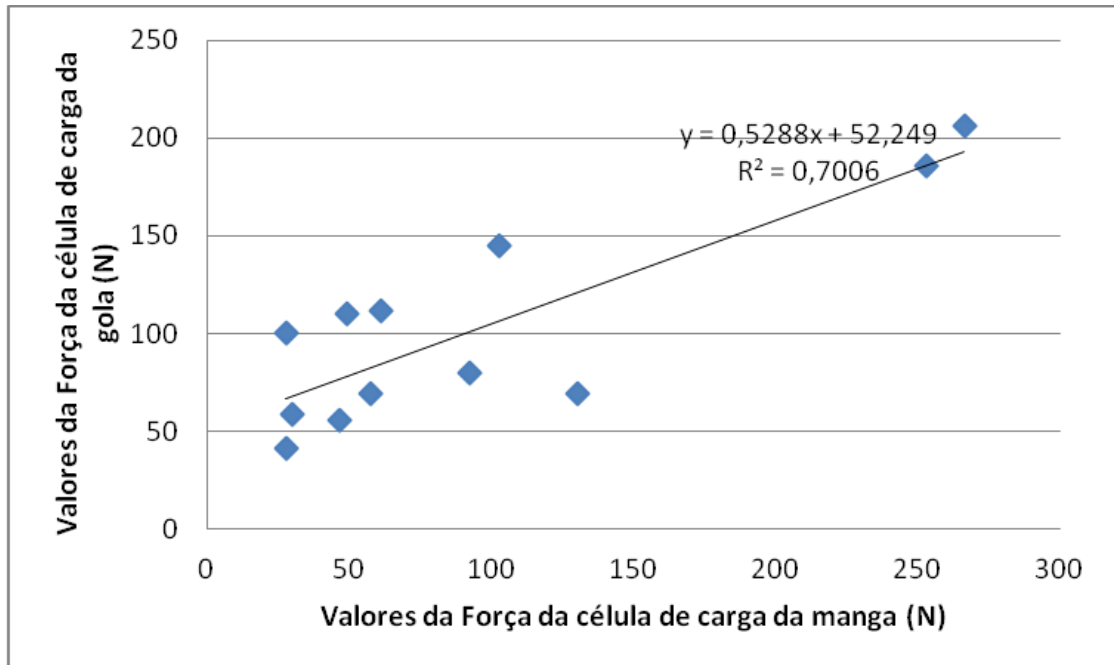
Figura 57 – Médias dos valores de pico de força (N) da célula de carga da gola e os valores de força das outras células de carga no mesmo instante dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Verificou-se na Figura 58, uma correlação linear média $R^2 = 0,7006$ entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da gola.

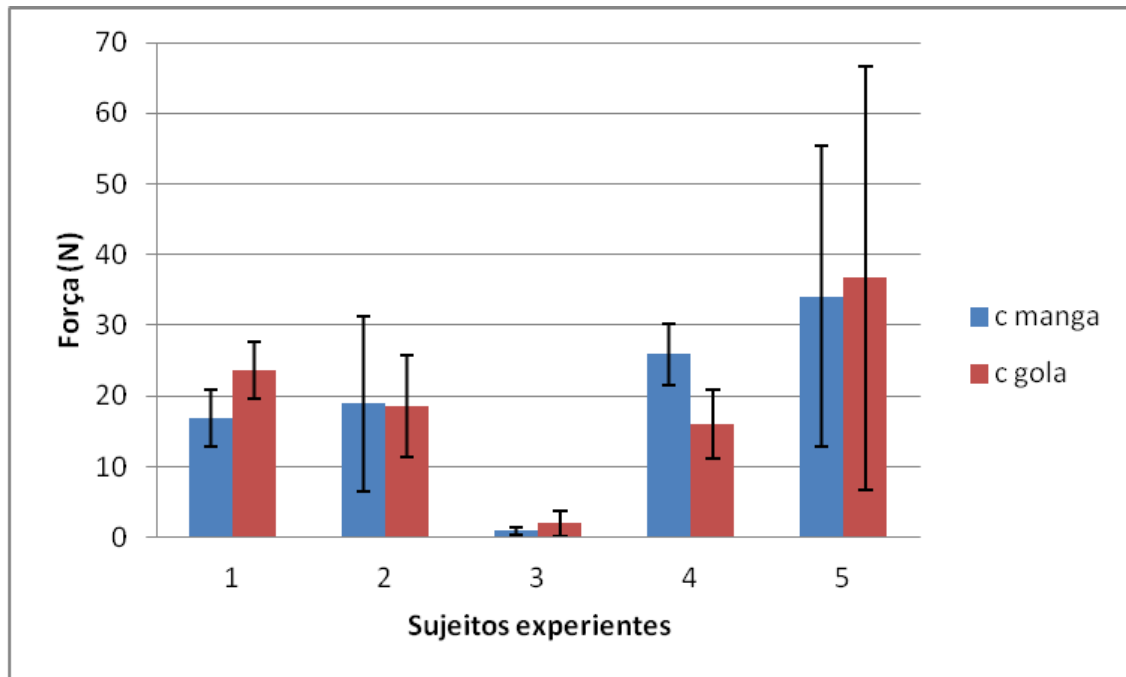
Figura 58 – Verificação da correlação linear entre os valores de força da célula de carga da gola e os valores de força da célula de carga da manga no instante do valor de pico da força da célula de carga da gola



Fonte: Produção do próprio autor

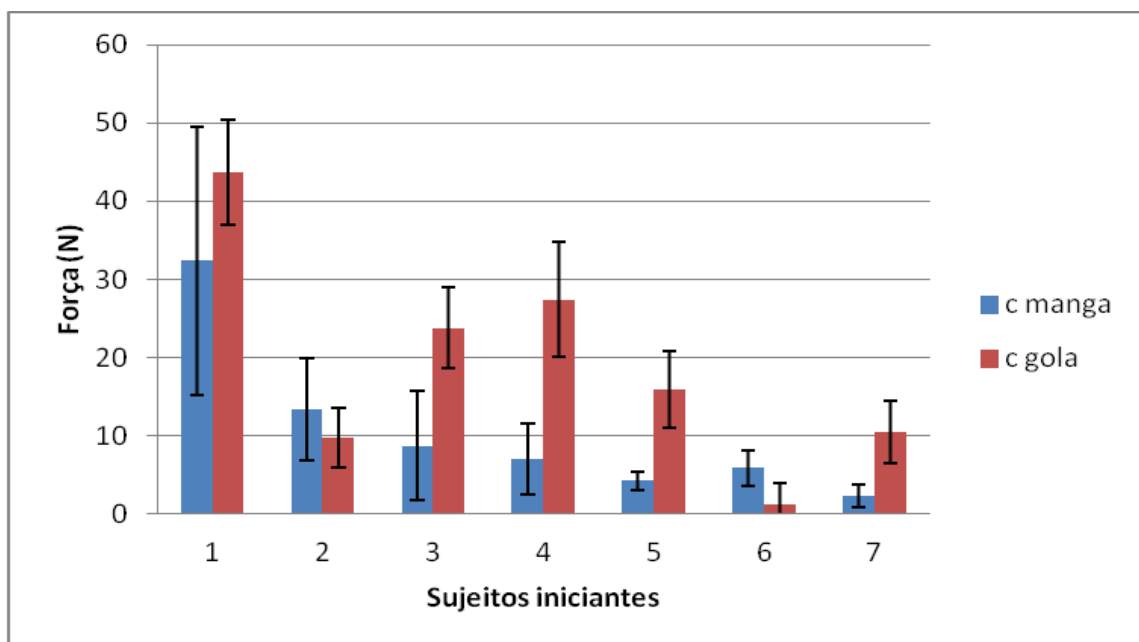
Nas Figuras 59 e 60 estão representadas as médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e os valores mínimos de força (N) da célula de carga da gola dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 59 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e valores mínimos de força (N) da célula de carga da gola dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

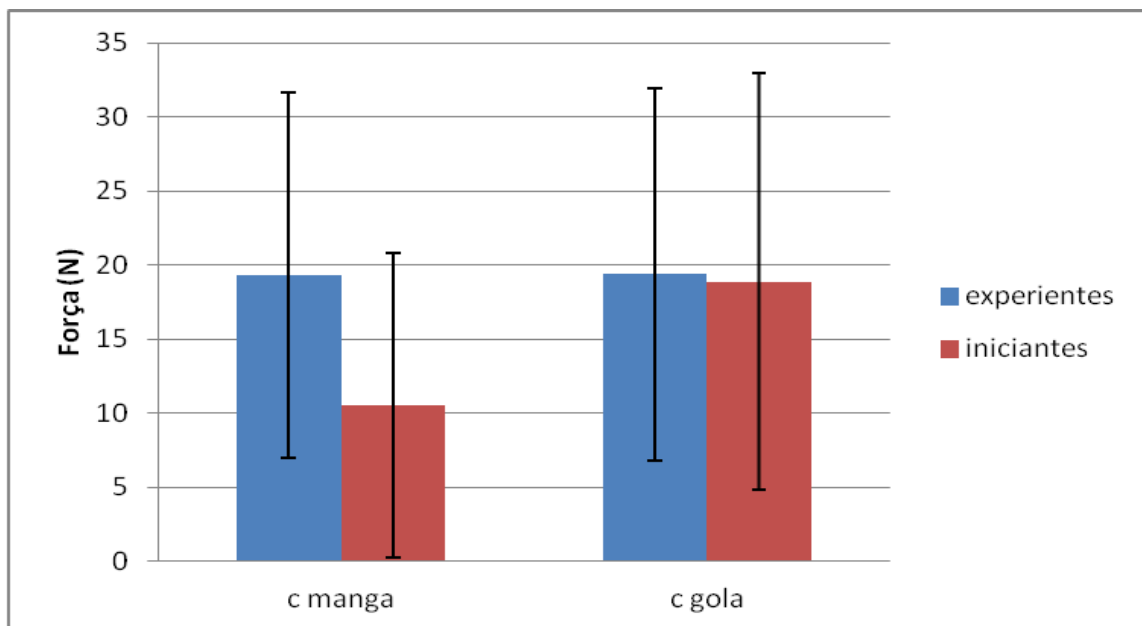
Figura 60 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e valores mínimos de força (N) da célula de carga da gola dos sujeitos iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Ao analisar estatisticamente, utilizando o teste t de observações independentes, verificou-se que não houve diferença significativa entre a execução do *Osotogari* entre os experientes e iniciantes na célula de carga da manga e da célula de carga da gola para $p < 0,05$ (Figura 61).

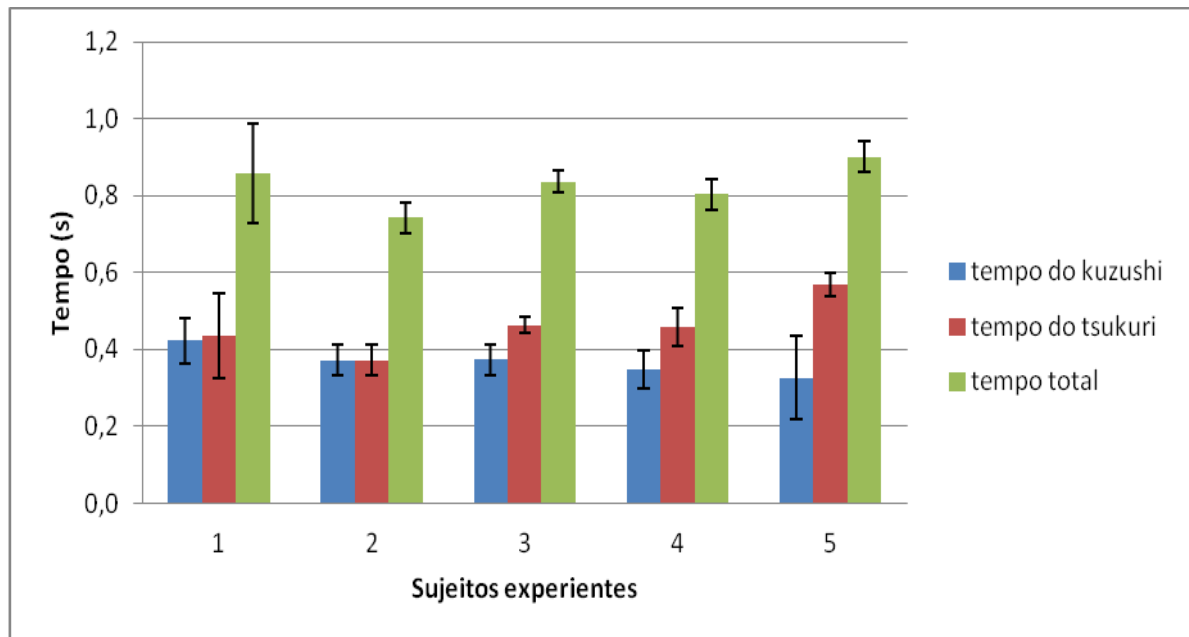
Figura 61 – Médias dos valores mínimos de força (N) da célula de carga da manga e da célula de carga da gola dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

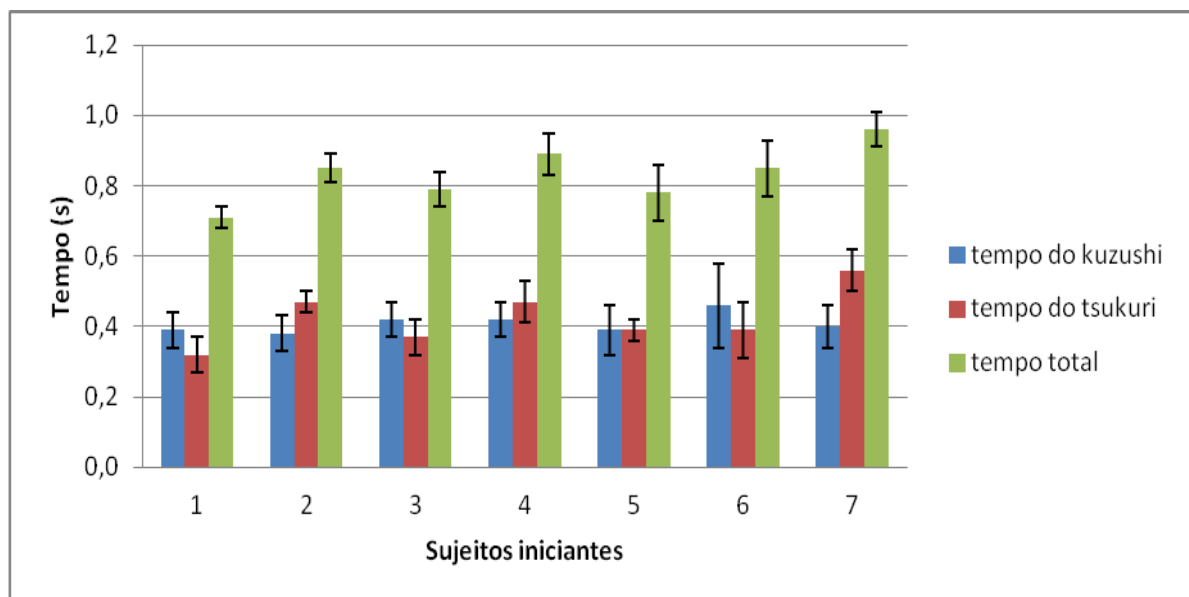
Nas Figuras 62 e 63 são observados gráficos referentes ao tempo de execução do kuzushi, tsukuri e o tempo total do golpe *Osotogari* dos sujeitos experientes e iniciantes.

Figura 62 – Tempo de execução do *kuzushi*, *tsukuri* e o tempo total do golpe *Osotogari* dos sujeitos experientes



Fonte: Produção do próprio autor

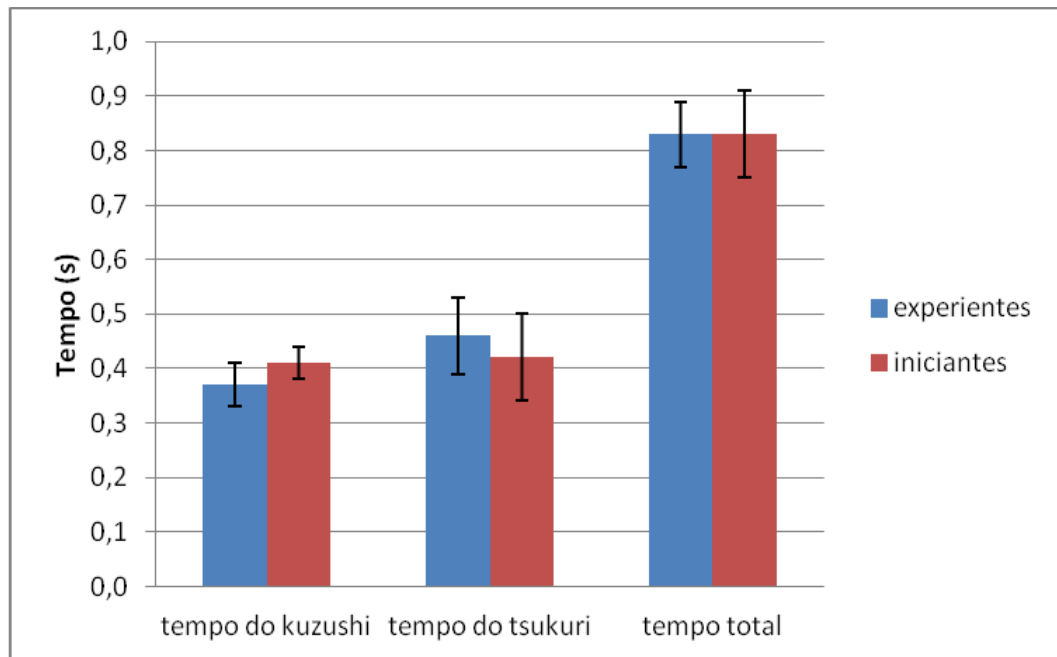
Figura 63 – Tempo de execução do *kuzushi*, *tsukuri* e o tempo total do golpe *Osotogari* dos sujeitos iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Em relação a estrutura temporal foi verificado que não houve diferença significativa entre os sujeitos iniciantes e experientes na fase de *tsukuri*, na fase de *kuzushi* e no tempo total do golpe para $p < 0,05$ (Figura 64).

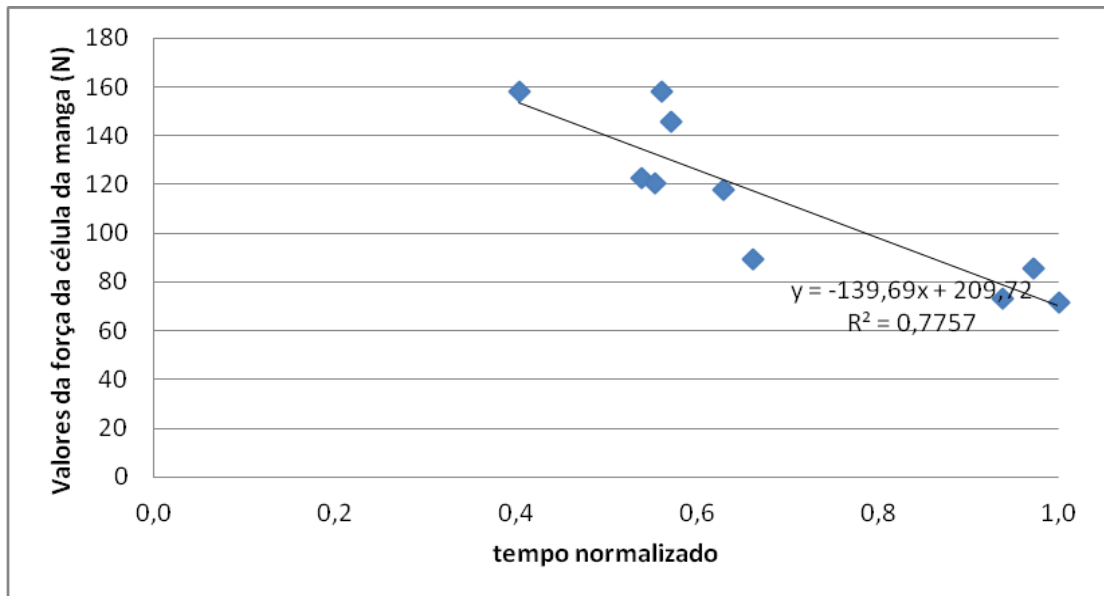
Figura 64 – Médias do tempo de execução do *kuzushi*, *tsukuri* e o tempo total do golpe *Osotogari* dos sujeitos experientes e iniciantes



Fonte: Produção do próprio autor

Verificou-se que houve uma média correlação dos valores das forças de prensão manual da manga e o tempo normalizado para o sujeito 2 (experiente), correlação de $R^2 = 0,7757$ (Figura 65).

Figura 65 – Verificação da correlação linear entre os valores da força da célula de carga da manga e o tempo normalizado da execução da mesma do sujeito 2 (experiente)



Fonte: Produção do próprio autor

5 DISCUSSÃO

Pôde-se observar a ação das forças que atuam na execução da técnica de judô *Osotogari*. Na força executada na manga e na gola entre os sujeitos mais experientes foi verificado que os valores de pico ocorreram antes da ocorrência do valor de pico da força da perna. Essas forças são executadas para fazer o *kuzushi*, causando o desequilíbrio do *uke* (posição unipodal) com base de apoio menor e conseqüentemente mais instável facilitando a projeção do golpe (HALL, 2013). Segundo Uchida e Motta (2013) sem um bom *kuzushi*, dificilmente a aplicação de uma técnica será eficiente.

A força realizada no *kuzushi* deve ser mantida numa magnitude para que o *uke* não retorne a posição inicial (posição bipodal) e conseqüentemente não consiga realizar a projeção da técnica. Ou seja, é necessário que no instante do valor de pico da força da perna, haja a força aplicada no peito, força aplicada na manga e na gola para que na composição das forças, consiga êxito na execução do golpe. No *Osotogari* é utilizado o princípio de força dupla, isto é, os membros superiores exercem força em um sentido enquanto os membros inferiores atuam no sentido oposto (FRANCHINI, 2001).

Foi verificado que houve diferença significativa ($p < 0,05$) nos valores de pico da força de preensão da manga entre os sujeitos iniciantes e experientes. Em relação aos valores de pico da força de preensão da gola também houve diferença significativa entre os sujeitos iniciantes e experientes. Para os indivíduos iniciantes a maior dificuldade de executar a técnica é sincronizar os movimentos com o *kuzushi*, e para isso é necessário a ação dos braços direito e esquerdo do *tori* para preparar o golpe, ou seja, uma boa coordenação que é a organização em paralelo dos elementos do sistema motor, atuando de forma cooperativa e sinérgica durante a realização de uma ação (TEIXEIRA, 2006). A experiência com maior quantidade de prática, influencia no melhor desempenho da força de preensão manual (MAGILL, 2002). Outro fator que pode ter interferido nos resultados da força de preensão manual foi a regulação postural do atleta durante a execução do golpe. Segundo Dias et al. (2011), o equilíbrio de judocas pode interferir nos valores de força de preensão manual.

Verificou-se correlação linear média entre os valores da força da célula de carga de manga e os valores da força da célula de carga de gola, em três instantes diferentes, ou seja a ação das mãos na execução do golpe teve correlação. Segundo Schmidt e Wrisberg (2001) movimentos simultâneos das mãos são facilitados se o padrão de movimento é o mesmo. Há uma relação direta da ação das mãos com sincronização temporal e do ritmo.

Em relação a força normalizada, houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sujeitos iniciantes e experientes nos valores de força da célula de manga e nos valores de força da célula de gola. Já para os valores de força da célula de perna e valores de força da célula de peito não houve diferença significativa.

Um atleta de judô que apresenta força normalizada alta têm vantagens em relação a modalidade. Pois, apresenta valores altos de força e massa corporal baixa. O sujeito 5 por exemplo, é o que apresentou alto índice, pois executou as ações com valor alto de força e tem massa corporal mais baixa de todos. O fato de treinar entre pessoas mais pesadas e mais fortes, pode ter desenvolvido esse alto índice nesse atleta.

Houve diferença no padrão motor entre os sujeitos experientes e iniciantes, como é observado nas Figuras. Mesmo entre os sujeitos experientes foi observado diferença dos sinais de força das quatro células de carga com variação entre as tentativas, faltando consistência. Um dos motivos que gerou essa diferença, foi o fato de executar o movimento em um instrumento e não numa pessoa.

Em relação aos valores mínimos das forças de prensão manual da manga e das forças de prensão manual da gola não houve diferença significativa entre os sujeitos experientes e iniciantes. Apesar disso, os experientes executaram força nos intervalos entre as repetições, exceto um sujeito. O controle motor para os mais experientes em relação a essa variável está mais adaptada a condição real de luta, pela atenção que consegue colocar para essa variável (MAGILL, 2002). É necessário manter força de prensão entre as repetições, pois a ideia é, se o golpe falhar, o sujeito ter a possibilidade de fazer a defesa de um contra ataque ou promover um próximo ataque, que ocorre numa situação real de luta de judô (ALVIM, 1975). Para manter a força de prensão é necessário treinamento de isometria, aumentando a resistência muscular, que pode ser feita no próprio *uchikomi*.

Em relação a estrutura temporal foi verificado que não houve diferença significativa entre os sujeitos iniciantes e experientes na fase de *tsukuri* e no tempo total do golpe. Como o ensaio foi realizado sem considerar velocidade, mas enfocando o gesto motor correto, pode ter influenciado no resultado do tempo total do golpe. Já para a fase de *kuzushi* verificou-se diferença significativa ($p < 0,05$) entre os sujeitos iniciantes e experientes. Ou seja, a execução do *kuzushi* foi mais rápido para os mais experientes que possuem mais facilidade para executar o desequilíbrio.

Verificou-se que houve uma média correlação dos valores das forças de prensão manual da manga e o tempo normalizado para o sujeito 2 (experiente), correlação de $R^2 = 0,77$. Há uma relação entre o valor de pico da manga e o instante em que é aplicado, ou seja,

se o golpe for executado com o valor de pico no instante certo, há um melhor desempenho da mesma. Esse instante coincide no final da fase de *kuzushi*.

Em relação a força de impacto, verificou-se estudos em outras modalidades esportivas utilizando célula de carga. Viero (2012) realizou um estudo sobre o soco no karatê com equipamento fixado na parede, instrumentado com célula de carga para verificar a força de impacto do golpe. Nesse estudo obteve-se valores de pico de força de até 3500 N. Outro estudo envolvendo karatê foi de Souza (2002), que analisou o soco *gyaku zuki* executado em um *makiwara* com extensômetro em sua estrutura para captar a força de impacto do golpe e foram obtidos valores próximos a 2000 N. No presente estudo os valores de força de impacto realizado pela perna foram bem menores apesar de envolver grupo muscular maior. Isto pode ser explicado devido a diferença no procedimento adotado. Nos estudos envolvendo o karatê, a célula de carga ficou fixa em uma estrutura rígida, já no estudo do judô a célula de carga ficou fixada no *dummy*, que possuía um grau de liberdade para deslocamento.

Uma outra pesquisa envolvendo a modalidade MMA (Artes Marciais Mista) foi verificada força de impacto do chute frontal em um *dummy* (LIMA, 2014). Esse *dummy* possuía 132 kg e foi instrumentado com um acelerômetro triaxial em seu interior, que apresentou força de impacto médio de 2298,57 N. Houve diferença dos resultados em relação ao presente estudo, pois apesar do ensaio de ambos apresentar o *dummy* com mobilidade, as massas do mesmo apresentavam diferença de 100 kg, além disso houve uma grande diferença do padrão motor.

Uma das limitações do estudo foi a massa do instrumento que mesmo preenchendo os espaços internos de sua estrutura na totalidade, ficou com a massa de 32 kg. Uma outra limitação foi do próprio treinamento de *uchikomi*, pois não há a realização do gesto completo com a projeção (GOMES, 2007). É necessário para a habilidade motora analisada um controle motor para manter o indivíduo de pé e não projetá-lo, ou seja, controle na força da puxada, reduzindo a força máxima de preensão manual. Para a presente pesquisa ficaria difícil realizar o gesto completo, devido ao cabo conectado a célula de carga e está colocada no kimono, que comprometia a segurança dos indivíduos e poderia danificar o equipamento.

6 CONCLUSÃO

Pode-se observar a partir dos resultados que o *dummy* construído é um meio de avaliação útil para verificar melhora do desempenho, em relação aos valores máximos, verificar a coordenação entre os membros inferiores e superiores e a relação temporal entre a sincronização das forças associadas a execução do gesto motor em questão, além de ser uma ferramenta para detecção de erros.

Pode auxiliar tanto iniciantes na melhoria do gesto no processo de aprendizagem motora, assim como melhorar o desempenho de atletas experientes.

A utilização do *dummy* tem o intuito de suprir a necessidade de verificar de forma mais prática as características de desempenho, contribuindo para avanços no treinamento dos atletas.

REFERÊNCIAS

- ACKLAND, T. R.; ELLIOTT B. C.; BLOMFIELD, J. **Anatomia e biomecânica aplicadas no esporte**. 2. ed. Barueri: Manole, 2011.
- ALVIM, J. **Judô: nage-waza**. São Paulo: Campinas, 1975.
- BLAIS, L.; TRILLES, F. The progress achieved by judokas after strength training with a judo-specific machine. **Journal of Sports Science and Medicine**. Bursa, v. 5, p. 132-135, jul. 2006.
- CHARRO, M. A.; BACURAU, R. F. P.; NAVARRO, F.; PONTES JUNIOR, F. L. **Manual de avaliação física**. São Paulo: Phorte, 2010.
- DAIGO, T. **Judo Kyoshitsu**. Tokyo: Oshukan; 1970. 219. Japanese.
- DELIBERADOR, A. P. **Judô - Metodologia da participação**. Londrina: Lido, 1996.
- DIAS, J. A.; KULKAMP, W.; WENTZ, M. D.; OVANDO, A. C.; BORGES JUNIOR, N. G. Efeito da preensão manual sobre o equilíbrio de judocas. **Motriz**. Rio Claro, v. 17, n.2, p. 244-251, abr./jun. 2011.
- DUNCAN, O. **Judô: luta no chão (katame-waza)**. Rio de Janeiro: Ediouro, 1979.
- DURWARD, B. R.; BAER, G. D.; ROWE, P. J. **Movimento funcional humano: mensuração e análise**. 1. ed. Barueri: Manole, 2001.
- FERNANDES FILHO, J. **A prática da avaliação física**. 2. ed. Rio de Janeiro: Shape, 2003.
- FONTOURA, A. S.; FORMENTIN, C. M.; ABECH, E. A. **Guia prático de avaliação física: uma abordagem didática, abrangente e atualizada**. 1. ed. São Paulo: Phorte, 2008.
- FPJ. Federação Paulista de Judô, 2014. Disponível em: <<http://www.fpj.com.br/divisao-especial-2014>>. Acesso em 12 nov. 2014.

FRANCHINI, E. **Judô**. 1. ed. São Paulo: Odysseus, 2008.

FRANCHINI, E. **Judô - desempenho competitivo**. 1. ed. Barueri: Manole, 2001.

FRANCHINI, E. **Judô - desempenho competitivo**. 2. ed. Barueri: Manole, 2010.

GOMES, F. R. F. **Aprendizagem do kuzushi (desequilíbrio) nos golpes de judô Osotogari e Taiotoshi**. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Escola de Esportes e Educação Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

GOUVEA, M. A. **Resposta do manequim instalado em dispositivo de retenção de criança, Grupo I e Grupo II, em teste dinâmico veicular**. 2012. 89 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, 2012.

GUEDES, D. P.; GUEDES, J. E. R. P. **Manual prático para avaliação em Educação Física**. 1. ed. Barueri: Manole, 2006.

HALL, S. J. **Biomecânica básica**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

HAMILL, J.; KNUTZEN, K. M. **Bases biomecânicas do movimento humano**. 1. ed. Barueri: Manole, 1999.

HEYWARD, V. H. **Avaliação física e prescrição de exercício: técnicas avançadas**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

JORGE, A. F. **Projeto, construção e teste de um boneco de ensaio de dispositivo de retenção infantil**. 2006. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Campinas, Campinas, 2006.

KANO, J. **Judô Kodokan**. São Paulo: Cultrix, 2008.

LIMA, M. P. **Análise biomecânica do chute frontal de lutadores de Artes Marciais Mistas**. 2014. 53 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Biomédica) - Universidade Camilo Castelo Branco, São José dos Campos, 2014.

MAGILL, R. A. **Aprendizagem motora: conceitos e aplicações**. 5. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

MONTEIRO, L. B. **O treinador de judô no Brasil**. Rio de Janeiro: Sprint, 1998.

ROCHA, A. C., GUEDES JUNIOR, D. P. **Avaliação física para treinamento personalizado, academias e esportes: uma abordagem didática, prática e atual**. São Paulo: Phorte, 2013.

ROZA, A. F. C. **Judô infantil: uma brincadeira séria!** São Paulo: Phorte, 2010.

SCHIMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2001.

SHINOHARA, M. **Manual de Judô Vila Sonia**. 3. ed. São Paulo. 1982.

SOUZA, V. A. **Análise de impacto e risco de lesões no segmento superior associada a execução da técnica de gyaku tsuki sobre o makiwara por praticantes de karatê do estilo shotokan**. 2002. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica - Mecânica dos sólidos) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SOUZA, G. C.; MOURÃO, L. **Mulheres do tatame: o judô feminino no Brasil**. Rio de Janeiro: Mauad, 2011.

TEIXEIRA, L. A. **Controle motor**. 1. ed. Barueri: Manole, 2006.

UCHIDA, R.; MOTTA, R. **Uruwashi: o espírito do judô**. São Paulo: Évora, 2013.

VIERO, F. T. **Análise cinética do soco no karatê em postura natural e avançada.** 2011. 91 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Movimento) - Centro de Ciências da Saúde e do Esporte, Universidade Estadual de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

WATSON, B. N. **Memórias de Jigoro Kano:** o início da história do judô. São Paulo: Cultrix, 2011.

WILSON, N. **Judô:** o caminho da suavidade. São Paulo: Online, 2008.

GLOSSÁRIO

Ashi guruma. É uma técnica de perna, que é o "giro sobre a perna", consiste basicamente em encaixar, no caso de *tori* destro, a perna direita na altura pouco abaixo do joelho do *uke* e fazer o *kuzushi* frontal, projetando-o à sua frente.

Ashi waza. São técnicas de pé e perna.

Gyaku zuki. É uma técnica de soco do karatê.

Hiza guruma. É uma técnica de perna, que é o "giro sobre os joelhos", também deve ser aplicado com a sola do pé equivalente à mão que segura a manga, de preferência. O *uke* deve ser projetado frontalmente, girando sobre o eixo formado pelo pé esquerdo do *tori*, neste caso, em seu joelho direito.

Jujutsu. Arte marcial que envolvia técnicas violentas. O judô surgiu de um aperfeiçoamento do *jujutsu*.

Kake. É a parte que finaliza a execução da técnica, projetando o oponente.

Kansetsu waza. São técnicas de chave articular.

Katame waza. São técnicas de controle.

Koshi waza. São técnicas de quadril.

Kuzushi. É o desequilíbrio realizado para projetar o oponente.

Makiwara. Instrumento utilizado no karatê para treinar os golpes.

Ma sutemi waza. São técnicas de sacrifício projetado pela frente.

Nage komi. É a parte do treino em que é realizada a entrada de golpes e arremesso que é um ponto fundamental para o aprendizado das técnicas de judô.

Nage waza. São técnicas de projeção.

Nê waza. Treinamento de técnicas de solo.

Osotogari. É uma técnica que envolve projeção, realizada de pé e realizada com as pernas.

Osaekomi waza. São técnicas de imobilização.

Randori. Treino livre de combate, onde são colocadas em prática as técnicas aprendidas com um parceiro que também ataca e defende.

Shiai. É a parte do treinamento onde é realizado uma simulação de campeonato, onde aproxima-se ao máximo da realidade de uma competição.

Shime waza. São técnicas de estrangulamento.

Sutemi waza. São técnicas de sacrifício.

Tachi waza. São técnicas realizadas de pé.

Tê waza. São técnicas de mão.

Tori. Pessoa que executa o golpe.

Tsukuri. É o deslocamento executado para romper o equilíbrio do oponente e se colocar em uma posição favorável para aplicação do golpe.

Uchikomi. É a fase de treinamento onde o judoca repete diversas vezes os golpes, buscando aprimorar a rapidez de execução dos movimentos, aumentando sua eficiência e plasticidade.

Uke. Pessoa que recebe o golpe.

Ukemi. São os amortecimentos de quedas.

Yoko sutemi waza. São técnicas de sacrifício projetado pela lateral.

Yoko ukemi. São amortecimentos de quedas laterais.

Zempô kaiten ukemi. São os amortecimentos de queda realizados com rolamento para frente.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO

FICHA DE DADOS

DATA: _____

Nome Completo: _____

Idade: _____ Data de nascimento: _____

Peso Corporal (kg): _____

Altura (m): _____

Quanto tempo de experiência em judô? _____

_____ Faixa: _____

Data da última lesão articular: Mês: _____ Ano: _____

Sofreu alguma cirurgia ? Sim () Não ()

Quantas? _____ Tipo _____

Data da última cirurgia : Mês _____ Ano: _____

Alguma queixa musculoesquelética **atual** nos membros inferiores ou superiores?

Sim () Não ()

Qual? _____

Sofreu alguma lesão musculoesquelética em outra parte do corpo nos últimos 6

meses? Sim () Não () Qual? _____

Tem alguma problema médico (diabetes, hipertensão arterial, cardíaco, etc)?

() Sim () Não Qual(is)? _____

Atualmente pratica alguma atividade física? () Sim () Não

Qual(is)? _____

Qual a frequência de treino semanal? _____

Quanto tempo pratica? _____

APÊNDICE B - TERMO DE AUTORIZAÇÃO



**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE GUARATINGUETÁ
Faculdade de Engenharia**

Ilmo. Sr. Marcelo dos Santos Pereira
Diretor da UNESP do Câmpus de Guaratinguetá.

Venho por meio desta solicitar a autorização para realizar uma pesquisa experimental no Laboratório de Biomecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da instituição. Esta pesquisa se trata da tese de doutorado realizado pelo aluno Eduardo Yoshinori Nagata sob minha orientação.

A pesquisa tem como tema “Implementação de um sistema de aquisição de dados da técnica de judô Osotogari utilizando dinamometria e cinemetria na realização do uchikomi” e tem como objetivo implementar um sistema de aquisição de dados do Osotogari utilizando dinamometria e cinemetria, para avaliar o gesto motor de praticantes de todos os níveis de experiência no uchikomi. Para isso os sujeitos executarão o golpe em uma série de tentativas e todo o procedimento será filmado. A participação dos sujeitos será voluntária e sigilosa e só ocorrerá após os mesmos assinarem um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido com todos os detalhes da pesquisa. As informações fornecidas serão utilizadas exclusivamente para fins de pesquisa e será permitida a retirada do consentimento a qualquer momento da pesquisa sem prejuízo do participante.

Agradeço antecipadamente a compreensão e aguardo deferimento.

Prof. Dr. Tamotsu Hirata
(Professor responsável)

Tel. xxxxxxxxxxxxxxxx e-mail: xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx

Marcelo dos Santos Pereira, autorizo a realização da pesquisa.

_____ de _____ de 2014.

(carimbo e assinatura)

APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Caro(a) Senhor(a)

Eu, EDUARDO YOSHINORI NAGATA, Aluno de Doutorado do Programa de Pós Graduação – Área de Projetos – Engenharia Biomédica na UNESP - Campus de Guaratinguetá, portador do CPF xxxxxxxxxxxx, estabelecido à Av. Dr. Ariberto Pereira da Cunha, 333 - Pedregulho, na cidade de Guaratinguetá-SP, telefone para contacto nº xxxxxxxxxxxx, vou coordenar uma pesquisa cujo título é Implementação de um sistema de aquisição de dados da técnica de judô Osotogari utilizando dinamometria e cinemetria na realização do uchikomi.

O objetivo deste estudo é obter um protocolo para avaliação na execução da técnica de judô Osotogari, utilizando um equipamento desenvolvido para melhora da performance dos atletas. O Sr.(a) tem a garantia de acesso, em qualquer etapa do estudo, sobre qualquer esclarecimento de eventuais dúvidas e sobre o andamento do trabalho, que terá a supervisão do Professor Dr. Tamotsu Hirata, do Departamento de Engenharia Mecânica da Unesp - Campus de Guaratinguetá.

Informo que será garantida a liberdade da retirada do consentimento a qualquer momento e assim deixar de participar do estudo. Também não haverá custo nem pagamento pela Colaboração.

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Acredito ter sido esclarecido(a) a respeito das informações que leram para mim, descrevendo o estudo a ser realizado e concordo em realizar o experimento no Laboratório de Biomecânica da Unesp - Campus de Guaratinguetá, declaro conhecer quais os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes, e que minha participação não implicará em nenhuma despesa.

Nome/Responsável: _____

RG: _____ CPF: _____

Endereço completo: _____

Assinatura do Responsável

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE D - CERTIFICADO DE APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA



Faculdade de Pindamonhangaba



Recredenciada pela Portaria Ministerial n.º 516, de 12/06/2013 publicada no D.O.U. de 13/06/2013

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA FAPI

CERTIFICADO

Certifico que o protocolo n.º. 303/2014, intitulado *"Implementação de um sistema de aquisição de dados da técnica de judô Osotogari utilizando dinamometria e cinemetria na realização do uchikomi."*, sob a responsabilidade do Prof. Dr. Tamotsu Hirata está de acordo com a Resolução 466/2013 do Ministério da Saúde e suas complementações, a qual versa sobre os princípios éticos em pesquisa envolvendo seres humanos. Sendo assim, o referido protocolo está **Aprovado** por esta Comissão de Ética em Pesquisa.

Pindamonhangaba, 19 de Setembro de 2014.

PROF. DR. MATHEUS DINIZ GONÇALVES COELHO
 Coordenador do Comitê de Ética em Pesquisa
 da FAPI/FUNVIC

APÊNDICE E - DADOS DA CÉLULA DE CARGA DE 250KG E 500KG

I - (Shear Beam)

⊕ Informações Gerais:

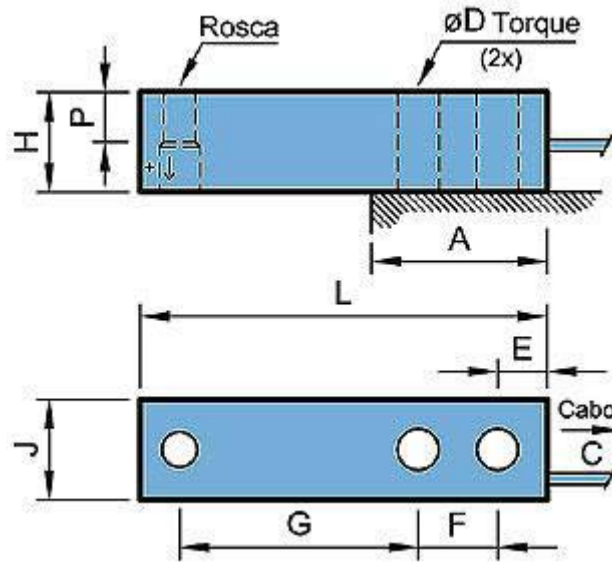
As células de carga Mod. I são robustas, construídas com cabo reforçado, protegidas por resina de alta resistência a agentes químicos e água.



⊕ Especificações:

Capacidade Nominal - kg	250,500
Material	Aço Cr/Ni/Mo Níquel químico ou Aço inox
Sensibilidade - mv/v	2 +/- 0,1%
Erro combinado - % saída nominal	<0,03
Creep à capacidade nominal - % saída nominal	20 min: <0,03 08 hrs: <0,05
Zero inicial - % saída nominal	+/- 1
Temperatura de trabalho útil - °C	- 5 a + 60
Temperatura de trabalho compensada - °C	0 a + 50
Erro excentricidade conforme OIML	> 5.000 divisões
Efeito da temperatura - ppm/°C da saída nominal	no zero: <30 na calibração: <10
Máx. sobrecarga s/ alterações - % cap. nominal	150
Sobrecarga de ruptura - % capacidade nominal	300
Excitação VCC ou VCA	máxima: 15 recomendada: 10
Resistência elétrica entrada - ohms	400 +/- 10
Resistência elétrica saída - ohms	350 +/- 1
Resistência de isolamento (50 VCC máx.) - megaohms	> 5.000
Deflexão máxima - mm a capacidade nominal	< 1
Grau de proteção (IEC 529)	IP67

➔ **Dimensões:**



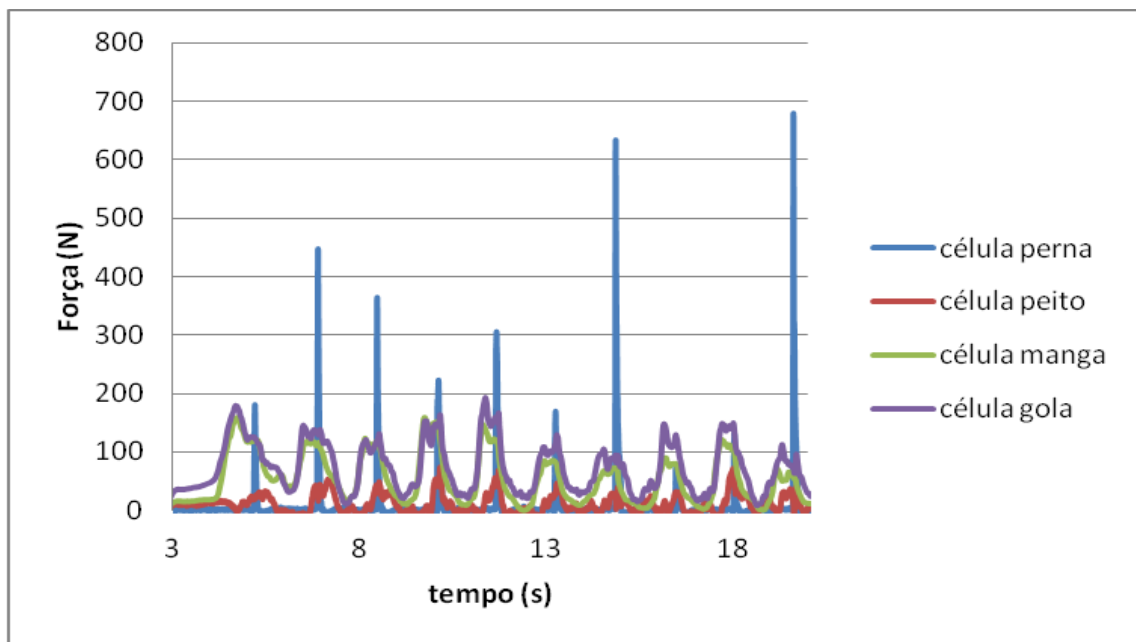
NOTA (1): I-250/I-500 cabo 9619 (Ø7 mm BLINDADO)

NOTA (2): Medidas em mm

Modelo	A	C(m)	D	E	F	G	H	J	P	Rosca	Torque
I250/500	57	3	13	15.8	25.4	76.2	32	32	16	M12x1.75	14kgm

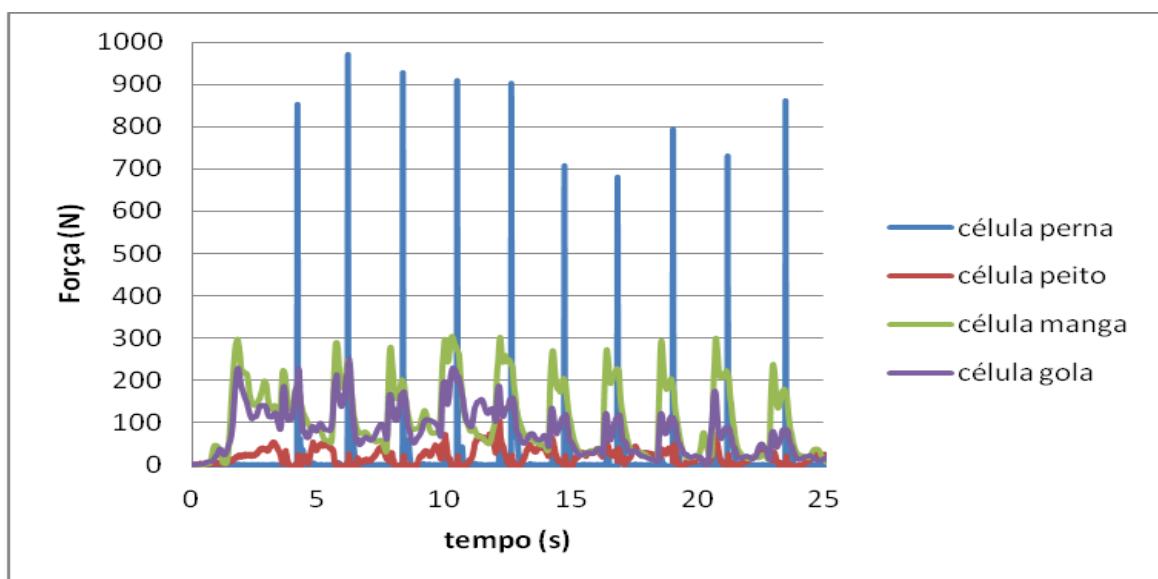
APÊNDICE F - GRÁFICOS DA FORÇA EM RELAÇÃO AO TEMPO DE CADA SUJEITO

Gráfico 1 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 2



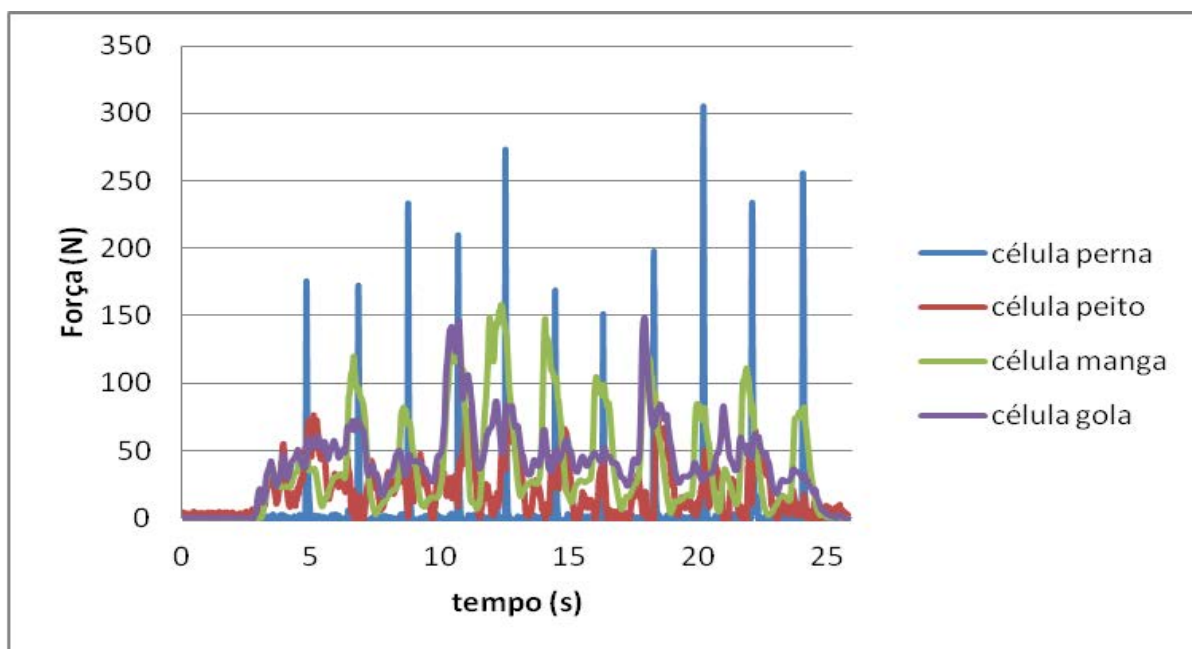
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 2 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 3



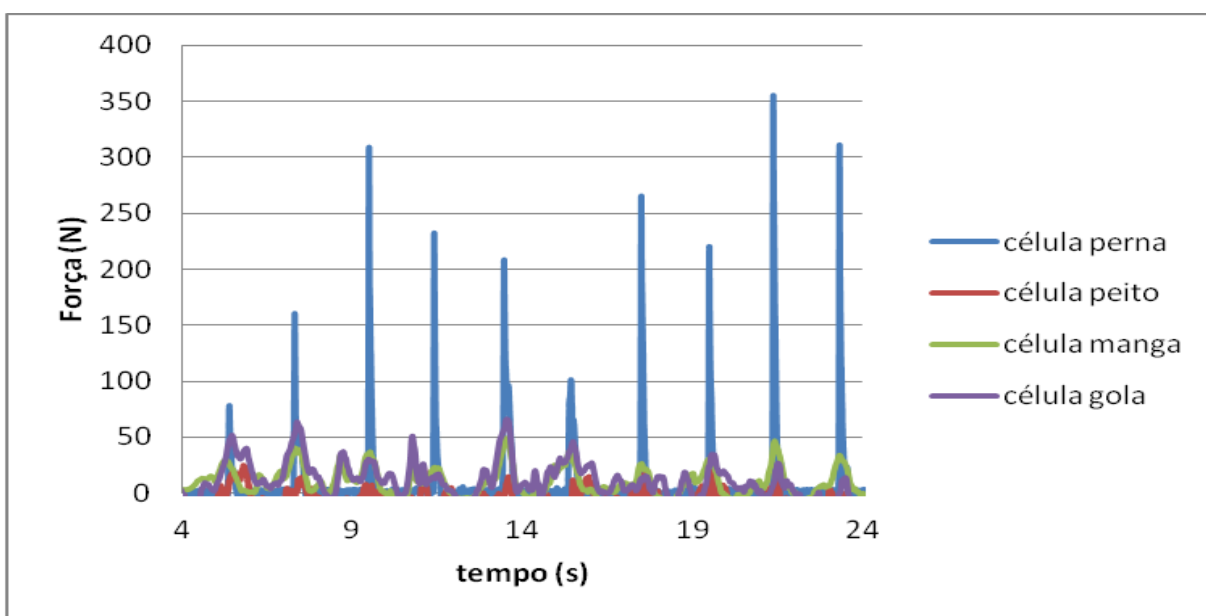
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 3 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 4



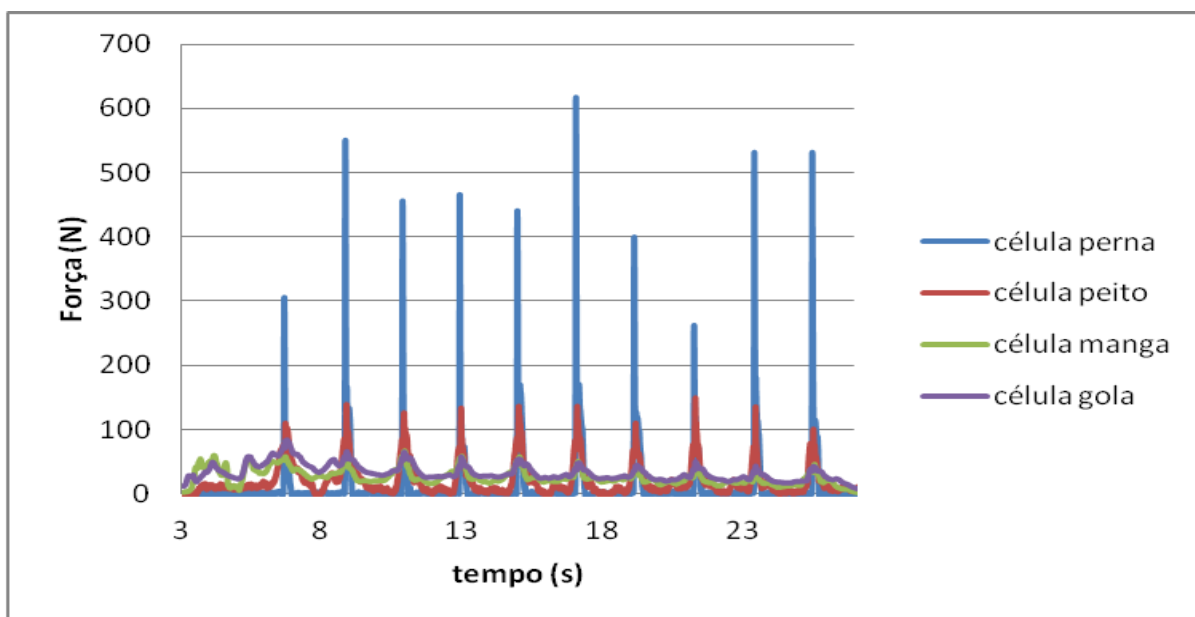
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 4 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 5



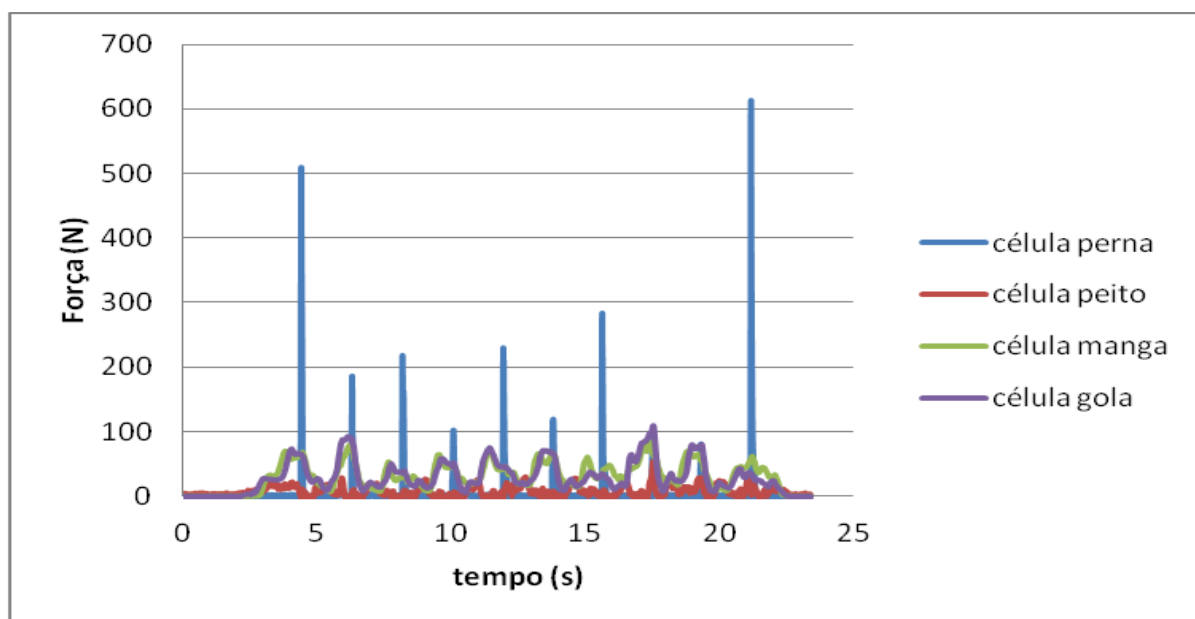
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 5 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 6



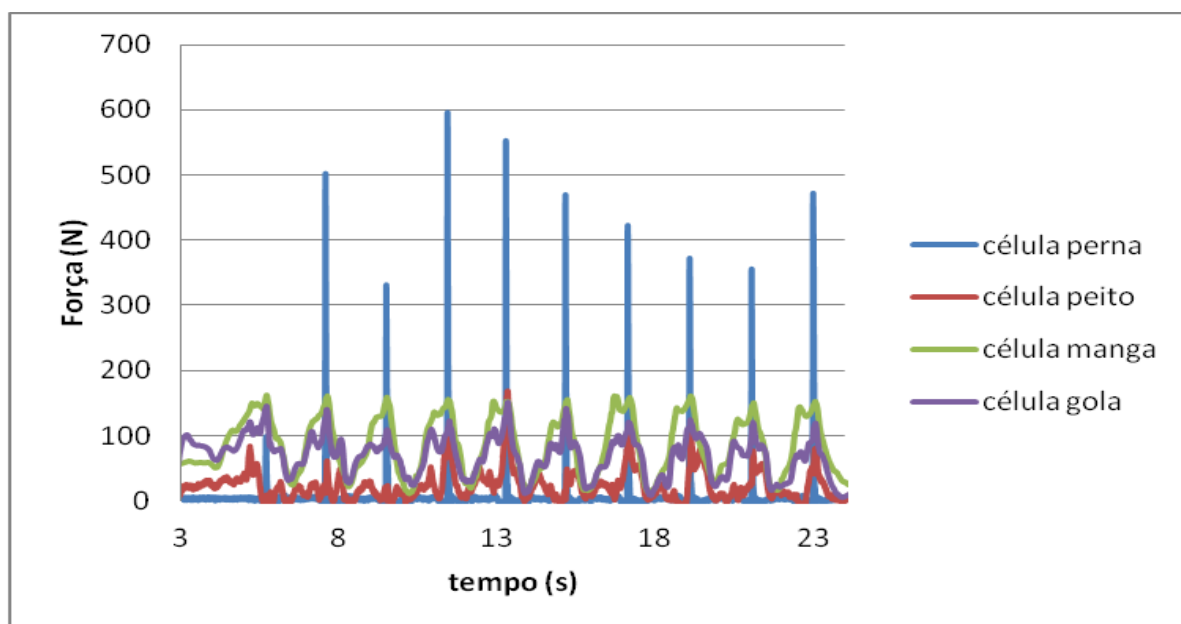
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 6 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 7



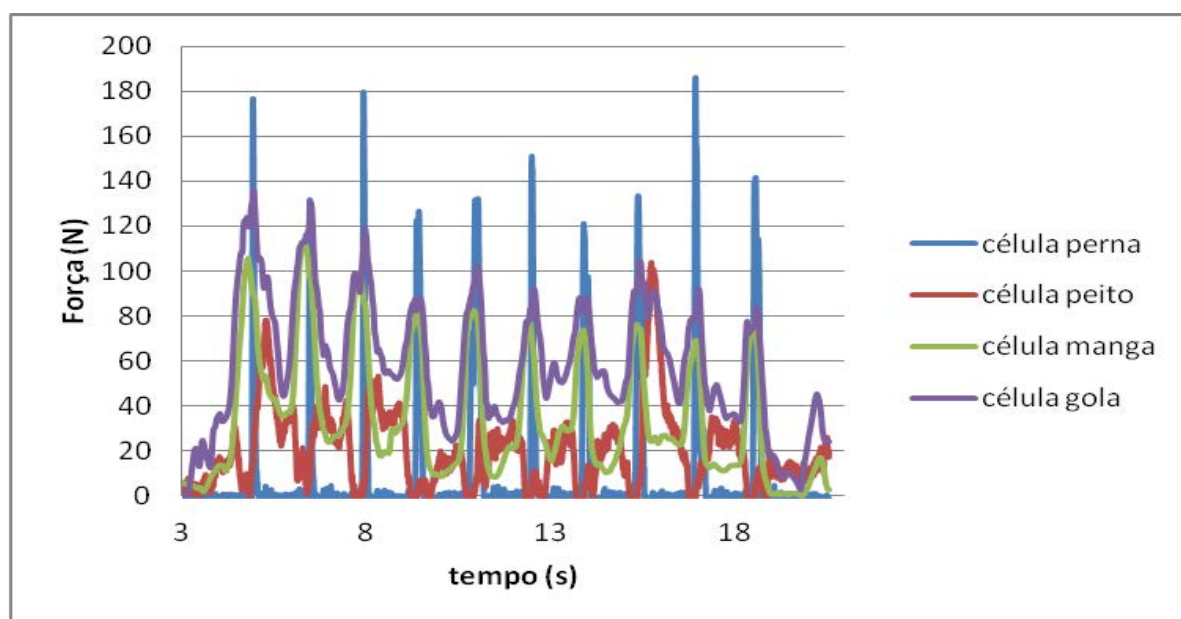
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 7 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Osotogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 8



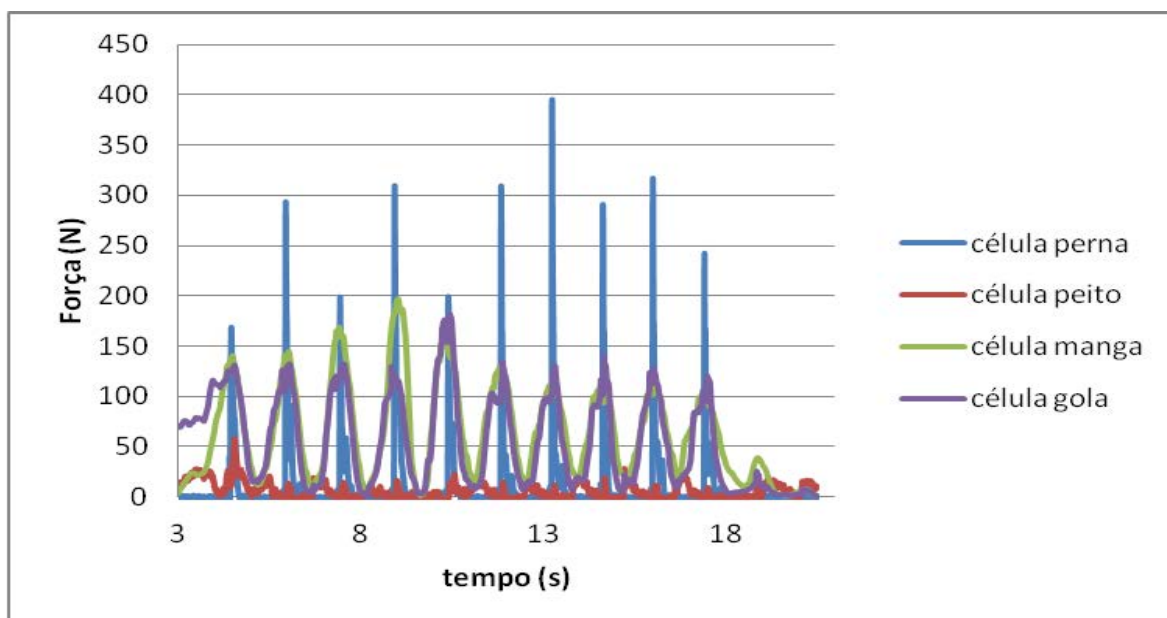
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 8 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Osotogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 9



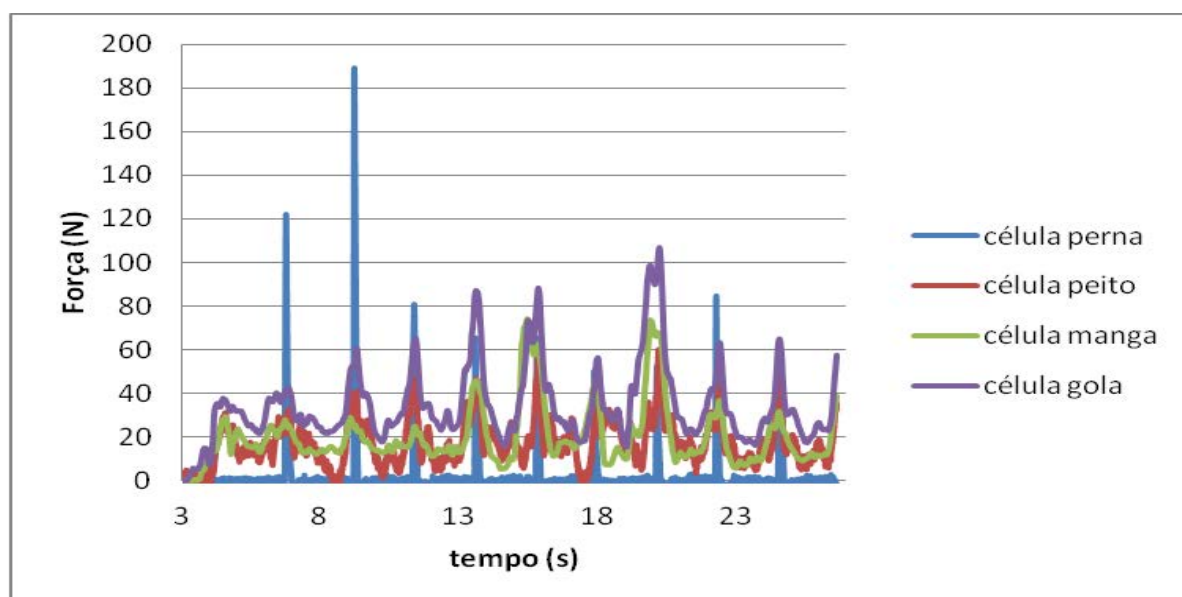
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 9 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 10



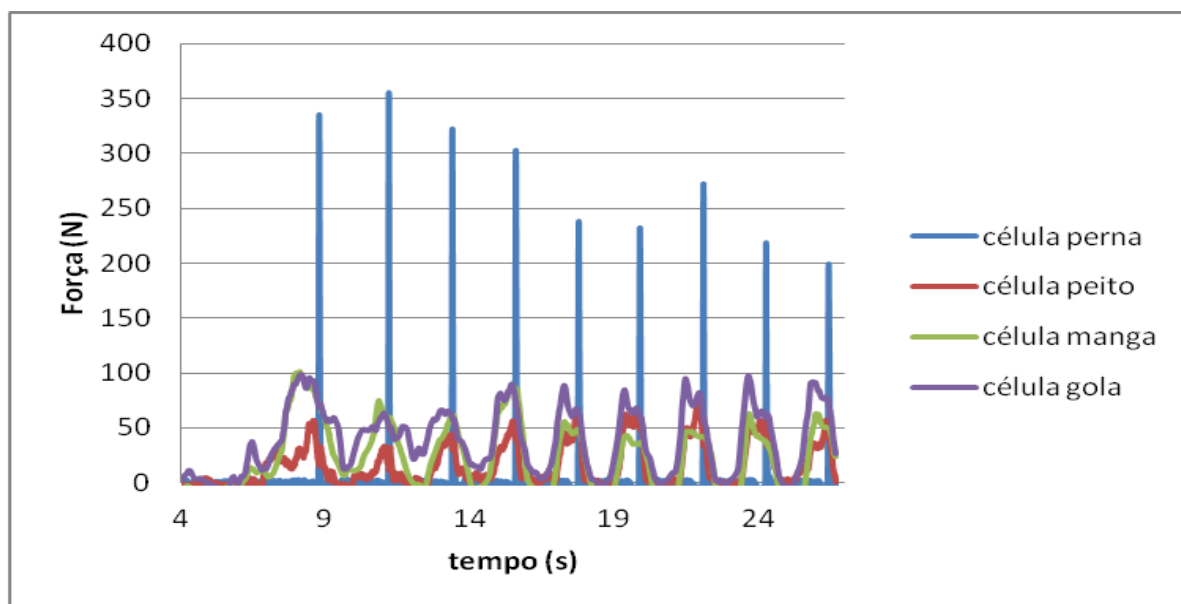
Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 10 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 11



Fonte: Produção do próprio autor

Gráfico 11 – Força (N) em relação ao tempo de uma série de 10 repetições da técnica *Oсотogari* referente as 4 células de carga executado por um atleta 12



Fonte: Produção do próprio autor