



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**

Matheus Ubirajara Antunes Loureiro

**APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE POTÊNCIA CRÍTICA E SUAS
RESPECTIVAS ADAPTAÇÕES DE FORÇA CRÍTICA, LEVANTAMENTO
CRÍTICO NO EXERCÍCIO RESISTIDO, SOB DIFERENTES CADÊNCIAS**

LIMEIRA – 2018

Matheus Ubirajara Antunes Loureiro

**APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO DE POTÊNCIA CRÍTICA E SUAS
RESPECTIVAS ADAPTAÇÕES DE FORÇA CRÍTICA, LEVANTAMENTO
CRÍTICO NO EXERCÍCIO RESISTIDO, SOB DIFERENTES CADÊNCIAS**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas
para o exame de defesa na obtenção do título de Mestre em
Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo, na área
de Biodinâmica do Movimento Humano e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Claudio Alexandre Gobatto

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DISSERTAÇÃO/TESE
DEFENDIDA PELO ALUNO MATHEUS UBIRAJARA ANTUNES LOUREIRO, E
ORIENTADA PELO(A)PROF(A). DR(A) CLAUDIO ALEXANDRE GOBATTO.

Agência(s) de fomento e nº(s) de processo(s): CAPES, 01P-3717/2017

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Renata Eleuterio da Silva - CRB 8/9281

L934a Loureiro, Matheus Ubirajara Antunes, 1991-
Aplicação da avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica, levantamento crítico no exercício resistido, sob diferentes cadências / Matheus Ubirajara Antunes Loureiro. – Limeira, SP : [s.n.], 2018.

Orientador: Claudio Alexandre Gobatto.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Potência crítica. 2. Exercícios físicos. 3. Força muscular. I. Gobatto, Claudio Alexandre, 1964-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Application of the critical power evaluation and their respective adaptations of critical force and critical lift in resistance exercise, under different cadences

Palavras-chave em inglês:

Critical power

Physical exercises

Muscle strength

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano e Esporte

Titulação: Mestre em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

Banca examinadora:

Claudio Alexandre Gobatto [Orientador]

Ivan Gustavo Masseli dos Reis

Homero Gustavo Ferrari

Data de defesa: 24-08-2018

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

Autor: Matheus Ubirajara Antunes Loureiro

Título: Aplicação da avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica, levantamento crítico no exercício resistido, sob diferentes cadências.

Natureza: Mestrado.

Instituição: Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas.

Aprovado em: 24/08/2018

BANCA EXAMINADORA

Profº. Dr. Claudio Alexandre Gobatto (orientador) – Presidente da banca / Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP).

Dr. Ivan Gustavo Masselli dos Reis (avaliador) / Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP).

Dr. Homero Gustavo Ferrari (avaliador) / Faculdade de Ciências Aplicadas (FCA/UNICAMP).

*Ata da defesa com as respectivas assinaturas dos membros encontra-se no processo de vida acadêmica do aluno.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Claudio Alexandre Gobatto por me conceder a oportunidade de realizar duas iniciações científicas e este mestrado, em que pude realizar este trabalho entender cada vez mais de como é árduo e ao mesmo tempo gratificante a vida de um pesquisador.

Agradeço a Fundação Capes, e o programa de pós-graduação de Ciências da Nutrição do Esporte e Metabolismo da Faculdade de Ciências Aplicadas, da Universidade de Campinas, por permitir a realização da presente pesquisa.

E também agradeço ao meu pai Ogum.

RESUMO

O treinamento resistido (TR) é comumente praticado pela sociedade, entretanto é notada uma carência de avaliações e métodos de monitoramento de movimentos mais específicos. Pensando nisso, temos a avaliação de potência crítica que mensura os parâmetros aeróbio de potência crítica (PC), e anaeróbio de capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), que poderia vir a ser investigada, adaptada e aplicada ao TR, por meio de um sistema robusto, para mensuração de variáveis físicas. E para se investigar um melhor sistema para a aplicação e mensuração das variáveis físicas, foi criado para a presente pesquisa um sistema de célula de carga com um elástico atado, e um sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, em que ambos os sistemas demonstraram apenas uma moderada concordância da mensuração variável de distância, e que para a mensuração de força segundo o sistema dispositivos embarcados em placas micro controladoras que utilizou uma análise cinética, apresentou mais confiável para a mensuração de força e potência, por mensurar a variável de aceleração de maneira mais direta. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi de aplicar o modelo de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico no TR, por meio da análise de movimentos, efetuadas por dispositivos embarcados em placas micro controladoras. Sendo assim, na presente pesquisa 10 indivíduos treinados efetuaram 9 esforços exaustivos, sob as cadências de 2, 4 e 8 segundos, com pesos de massas referentes a 19,36, 28,78 e 38,76 kg. E para aplicação da avaliação de potência crítica foram realizadas regressões por meio dos seguintes modelos matemáticos, referentes ao hiperbólico ($Y = CTA / X - PC$), linear ($Y = CTA + PC * X$) e linear 1/X ($Y = PC + CTA * 1/X$), que foram adaptados para força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições ao invés do tempo dos esforços, que mensuraram respectivamente os parâmetros aeróbio de força crítica (FC) e levantamento crítico (LC), e os parâmetros aeróbios de capacidade de impulso anaeróbio (CIA) e capacidade de levantamento anaeróbio (CLA). Foi notado que para todas as regressões, se obteve um $R^2 \geq 0,85$, e que houve uma alta correlação intraclasse entre as intensidades convertidas em Kg de PC e FC para com LC obtidas em esforços de 4 segundos pelo modelo linear 1/X.

Palavras chaves: Potência crítica, força crítica, levantamento crítico, cadência, exercício resistido.

ABSTRACT

The resistance training (RT) is commonly practiced by society, however, there is reported a shortage of assessments and methods of monitoring more specific movements. Considering this, the critical power evaluation measures the aerobic parameters of critical power (CP), and anaerobic work capacity (AWC), which could be investigated, adapted and applied to the TR, through a robust system, for the measurement of physical variables in resistance exercise. In order to investigate a better system for the application and measurement of physical variables in resistance exercise, a load cell system with a bound elastic and a system of sensors embedded in microcontroller boards was created for the present research, in which for the distance measurement, both systems demonstrated moderate agreement. Thus, the present study, 10 subjects performed 9 exhaustive exercises, under the cadences of 2, 4 and 8 seconds, and with mass weights referring to 19.36, 28.78 and 38.76 kg. In this sense, the present study three mathematical models, hyperbolic ($Y = CTA + X - PC$), linear ($Y = CTA + PC * X$) and linear $1 / X$ ($Y = PC + CTA * 1 / X$), were applied and adapted for critical power, critical strength, critical lift and critical lift, in which the number of repetitions was used instead of the time of the efforts, which respectively measured the critical force aerobic (CF) and critical lift (CL) and aerobic parameters of anaerobic impulse capacity (AIC) and anaerobic lifting capacity (ALC). It was noted that for all regressions, a $R^2 \geq 0.85$ was obtained, and that there was a high intraclass correlation between the intensities converted in Kg of CP and CF to CL obtained in 4 sec. Efforts by linear model $1 / X$.

Key Words: Critical power, critical force, critical lift, resistance exercise, cadence.

LISTA DE ABREVIATURAS

TR: Treinamento Resistido

1RM: Uma Repetição Máxima

PC: Potência Crítica

CTA: Capacidade de Trabalho Anaeróbio

FC: Força Crítica

CIA: Capacidade de Impulso Anaeróbio

LC: Levantamento Crítico

CLA: Capacidade de Levantamento Anaeróbio

HIP: Modelo hiperbólico

LIN: Modelo linear

LIN 1/X: Modelo linear 1/X

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelos matemáticos de potência crítica: A) Modelo linear de potência por 1 / tempo. B) Modelo hiperbólico do tempo pela potência. C) Modelo linear de trabalho pelo tempo.	24
Figura 2. Figura ilustrativa do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, para a captação, emissão e recepção de sinais no movimento de um halter com anilhas comumente utilizada no TR (fonte: autor).	26
Figura 3. Sistema de captação e emissão de sinais.....	27
Figura 4. Sistema de recepção de sinais.	28
Figura 5. Desenho esquemático de captação, transmissão e armazenamento de dados.28	
Figura 6. Programação do sistema de captação e emissão de sinais.	29
Figura 7. Programação do sistema receptor de sinais.....	30
Figura 8. Programação para o armazenamento dos sinais no computador.....	31
Figura 9. Desenho esquemático do sistema de captação e emissão de sinais (fonte: autor).	32
Figura 10. Desenho esquemático da placa micro controladora (fonte autor).....	33
Figura 11. Desenho esquemático do acelerômetro e giroscópio MPU-6050 (fonte autor).	34
Figura 12. Desenho esquemático do sensor de distância ultrassônico HC-SR04 (fonte autor).....	34
Figura 13. Desenho esquemático do módulo emissor de sinais de rádio frequência (fonte autor).....	35
Figura 14. Desenho esquemático do sistema de captação de sinais (fonte autor).	36
Figura 15. Desenho esquemático do módulo emissor de sinais de rádio frequência (fonte autor).....	37
Figura 16. Ilustração explicativa da obtenção de diferentes acelerações(A_y) atuantes no eixo X por meio do conhecimento da aceleração da gravidade (G) e o ângulo de inclinação (α) em relação ao plano perpendicular à aceleração da gravidade (fonte: autor).	38
Figura 17. Regressão linear entre aceleração e o sinal emitido pelo acelerômetro.	38
Figura 18. Regressão linear entre a distância e a distância mensurado pelo sensor ultrassônico.....	39
Figura 19. Desenho ilustrativo da representação do sistema elaborado com uma célula de carga junto ao elástico para captação de um movimento de uma anilha comumente utilizada no TR (fonte: autor).	41
Figura 20. Regressão linear entre força e o sinal emitido pela célula de carga.....	42
Figura 21. Desenho ilustrativo da representação do exercício de supino reto e explicativo do monitoramento do deslocamento efetuado no eixo X e rotação efetuada no eixo Y durante o exercício, por meio do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras (fonte: autor).	45
Figura 22. Imagem do sistema captador e emissor de sinais anexado a barra de supino.	45
Figura 23. Figuras dos sinais captados das variáveis físicas de uma repetição do exercício de remada curvada unilateral pelos sensores embarcados em uma placa micro	

controladora, e pelo sistema de célula de carga com elástico, representados graficamente.	48
Figura 24. Regressão linear realizada entre 34 sinais de distância mensurados pelo sensor ultrassônico, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.	50
Figura 25. Regressão linear realizada entre 34 sinais de velocidade mensurados pelo sensor ultrassônico, e 34 sinais de velocidade mensurados pela célula de carga durante os movimentos.	51
Figura 26. Regressão linear realizada entre 34 sinais de força mensurados pelo acelerômetro, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.	52
Figura 27. Regressão linear realizada entre 34 sinais de potência mensurados pelos sensores embarcados em placas microcontroladoras, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.	53
Figura 28. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de distâncias mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).	54
Figura 29. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de velocidades mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).	55
Figura 30. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de forças mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).	56
Figura 31. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de potência mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).	57
Figura 32. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com peso de massa referente a 19,36 Kg.	58
Figura 33. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com pesos de massa referente a 28,78 Kg.	59
Figura 34. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com pesos de massas referentes a 38,76 Kg.	60
Figura 35. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com pesos de massas referentes a 19,36 Kg.	61
Figura 36. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com peso de massa referentes a 28,78 Kg.	62
Figura 37. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com peso de massas referentes a 38,76 Kg.	63
Figura 38. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referentes a 19,36 Kg.	64
Figura 39. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referente a 28,78 Kg.	65

Figura 40. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referente a 38,76 Kg.	66
Figura 41. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado a potência crítica.	68
Figura 42. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado a força crítica.....	70
Figura 43. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado ao levantamento crítico.	72
Figura 44. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado ao levantamento crítico, em que foi utilizado o número de repetições ao invés dos tempos dos esforços exaustivos.	74

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Coeficientes do teste de Correlação intraclasse de uma única via aleatória entre 34 de sinais de distância, velocidade, aceleração, força e potência mensuradas pelo sistema de sensores embarcados em uma placa micro controladora e pelo sistema de célula de carga, de 3 repetições.do exercício de remada unilateral.	49
Tabela 2. Média e desvio padrão de PC, CTA e R ² obtidos pela avaliação de potência crítica, por meio dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicados as variáveis de tempo e potência de esforços realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas efetuados com pesos de mesmas massas (19,36, 28,78, 38,76 Kg).	67
Tabela 3. Média e desvio padrão de FC, CIA e R ² obtidos pela avaliação de força crítica, por meio dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicados as variáveis de tempo e força de esforços realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas efetuados com pesos de mesmas massas (19,36, 28,78, 38,76 Kg).	69
Tabela 4. Média e desvio padrão de LC e CLA obtidos em 3 esforços sob a mesma (2, 4 e 8 segundos), mas realizados com diferentes pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), dos modelos (modelo hiperbólico, modelo linear, modelo linear 1/X) aplicados ao levantamento crítico.	71
Tabela 5. Média e desvio padrão de LC e CLA obtidos em 3 esforços sob a mesma (2, 4 e 8 segundos), mas realizados com diferentes pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), dos modelos (modelo hiperbólico, modelo linear, modelo linear 1/X) aplicados ao levantamento crítico, em que se utilizou o número de repetições ao invés do tempo dos esforços.	73
Tabela 6. Coeficiente de correlação intraclasse de uma única via aleatória, entre os mesmos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidas por diferentes modelos (hiperbólico, linear, linear 1/X) de mesma adaptação (potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições), em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	75
Tabela 7. Valor de P do Teste – T de Wilcoxon, entre os mesmos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidas por diferentes modelos (hiperbólico, linear, linear 1/X) de mesma adaptação (potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico que se utilizou número de repetições).	76
Tabela 8. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo hiperbólico aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	77
Tabela 9. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo hiperbólico aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	78
Tabela 10. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo linear aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	79

Tabela 11. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo linear aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	79
Tabela 12. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo linear 1/X aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	80
Tabela 13. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo linear 1/X aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	81
Tabela 14. Coeficientes de correlação intraclasse entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pela aplicação dos modelos hiperbólico e linear 1/X, em esforços de mesma cadência, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).	82
Tabela 15. Valor de P do teste-t de Wilcoxon entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pela aplicação dos modelos hiperbólico e linear 1/X, em esforços de mesma cadência.	84
Tabela 16. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de PC e CTA obtidas em diferentes cadências.	86
Tabela 17. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas em diferentes cadências.	86
Tabela 18. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas em diferentes cadências.	86
Tabela 19. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de LC e CLA obtidas em diferentes cadências.	87
Tabela 20. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de PC e CTA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.	87
Tabela 21. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.	88
Tabela 22. Valores e interpretação do p do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.	88
Tabela 23. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de LC e CLA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.	89
Tabela 24. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de PC e CTA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.	90
Tabela 25. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de FC e CIA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.	91

Tabela 26. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de LC e CLA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.	92
Tabela 27. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de FC e CIA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos, no levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições.	93
Tabela 28. Média e desvio padrão dos tempos limites dos esforços exaustivos realizados sob determinados pesos e cadências realizados respectivamente sob 19,36, 28,78 e 38,76 kg e 2, 4 e 8 segundos.	94
Tabela 29. Coeficientes do teste correlação de Pearson, entre os tempos limites (TL) realizados nos esforços exaustivos sob respetivamente peso e cadência 19,36, 28,78 e 38,76 kg e 2, 4 e 8 segundos.	95

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	6
ABSTRACT	7
LISTA DE ABREVIATURAS.....	8
LISTA DE FIGURAS	9
LISTA DE TABELAS	12
1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	18
2.1. Prescrição e avaliação no treinamento resistido	18
2.2. Análise cinética e cinemática aplicada ao TR.....	19
2.3. Potência Crítica.....	21
3. OBJETIVOS.....	25
3.2. Objetivos específicos	25
4. METODOLOGIA	26
4.1. Sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras utilizado para o monitoramento de movimentos no TR	26
4.1.2. Sistema de captação e emissão de sinais	32
4.1.3. Sistema receptor de sinais	36
4.1.4. Cálculo das variáveis físicas.....	37
4.2. Sistema formado por uma célula de carga acoplada por um elástico para o monitoramento de movimentos no TR	41
4.2.1. Aparato Mecânico	41
4.2.2. Calibração de Força e Distância, para o cálculo de Deslocamento, Velocidade, Força e Potência dos movimentos.	42
4.2.3. Determinação de deslocamento, velocidade, aceleração, força e potência dos movimentos.....	42
4.3. Desenho experimental.....	43
4.3. Tratamento dos sinais	44
4.4. Amostra.....	46
4.5. Análise estatística	46
5. RESULTADOS DO PRIMEIRO EXPERIMENTO.....	47
5.1. Análise simultânea de movimentos no TR, PELO sistema de célula de carga, e pelo sistema de sensores embarcados em uma placa micro controladora	47
6. RESULTADOS DO PRIMEIRO EXPERIMENTO.....	57

6.2.	Potência crítica, força crítica e levantamento crítico	57
7.	DISCUSSÃO.....	95
7.1.	Análise cinética e cinemática do exercício resistido.....	95
7.2.	Monitoramento de exercícios livres no treinamento resistido	96
7.3.	Potência crítica, e suas respectivas adaptações do modelo de força crítica e o modelo de levantamento crítico	98
7.4.	Parâmetros aeróbios (PC, FC e LC).....	100
7.5.	Parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA).....	101
7.6.	Intensidades impostas nos esforços exaustivos.....	103
7.7.	Critério de exaustão	105
7.8.	Duração dos esforços exaustivos	106
7.9.	Aspectos metodológicos da aplicação das adaptações do modelo de potência crítica	107
8.	CONCLUSÃO	108
9.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108

1. INTRODUÇÃO

O treinamento resistido (TR) é conhecido pela efetuação de exercícios realizados sob uma resistência por meio da utilização de pesos e equipamentos, que possuem um enfoque em uma musculatura ou grupo muscular específico (FROST et al., 2010). Neste sentido, a prática do TR é comumente utilizada para a promoção da saúde, lazer, performance e estética (TANAKA; SWENSEN, 1998; EBBEN, 2010; MOROUÇO et al., 2012; LENETSKY et al., 2013). E para obtenção destes objetivos de uma forma segura e apropriada, é recomendada a prescrição e monitoramento do TR por um Profissional de Educação Física (AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE, 2009).

Para a efetuação desta prescrição, normalmente é utilizado o teste de uma repetição máxima (1RM), como um parâmetro para definição de intensidades mais adequadas (CAMPOS et al., 2002; SIMÃO et al., 2004). No entanto, temos que a avaliação de 1RM mensura uma carga referente a um esforço altamente dependente do metabolismo anaeróbio, sendo assim, esta carga pode não ser a mais adequada para prescrição de TRs com enfoque no condicionamento do metabolismo aeróbio (KRAEMER; RATAMESS, 2004; BRAITH; BECK, 2008).

Neste sentido, a avaliação de potência crítica estima o parâmetro aeróbio de potência crítica (PC), e o parâmetro anaeróbio de capacidade de trabalho anaeróbio (CTA), em que PC é referente a maior intensidade de um exercício em que o indivíduo pode manter por um longo período de tempo, e CTA é referente à quantidade de trabalho que pode ser realizada em um esforço por meio da utilização prioritária de energia advinda do metabolismo anaeróbio (HILL, 1993). Por sua vez, estes parâmetros são calculados por meio da realização de regressões lineares e não lineares, através da aplicação das variáveis de tempo e potência dos esforços exaustivos em um dos 3 modelos matemáticos, com as seguintes funções $\text{Tempo} = \text{CTA}/(\text{Potência} - \text{PC})$, $\text{Trabalho} = \text{CTA} + (\text{PC} * \text{tempo})$ e $\text{Potência} = \text{PC} + (\text{CTA} * 1/\text{Tempo})$ (MONOD & SHERRER, 1965). Consequente, é encontrado na literatura vários estudos sobre diferentes adaptações da avaliação de potência crítica, em que é estabelecida intensidades dos esforços exaustivos, por meio do controle da velocidade (velocidade crítica) ou pelo controle da força (força crítica) (HILL, 1995; MORTON et al., 2014).

Pensando nisso, é observado em vários estudos a utilização de sensores em avaliações físicas para análise das variáveis físicas de aceleração, força, velocidade e potência de movimentos realizados em exercícios do TR (BOGERT, 1996; BOSCO, 2000; CREWHER, 2011; HUITEMA, 2002). Neste sentido, temos que mais estudos sobre a adaptação da avaliação de potência crítica em exercícios resistidos livres sob diferentes intensidades, e com a utilização destes sensores, poderiam contribuir futuramente para uma melhor prescrição do TR.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. Prescrição e avaliação no treinamento resistido

Como anteriormente já foi comentado, o TR é comumente praticado pela sociedade para a promoção da estética, saúde e alto rendimento, por meio de prescrições de treinamentos realizadas por profissionais de educação física (KRAEMER; RATAMESS, 2004). Em que estas prescrições, se consistem na escolha de exercícios e na determinação de suas respectivas intensidades, para se alcançar de uma forma mais segura objetivos de treinamentos (BRAITH et al., 2008).

Para isso, alguns aspectos conceituais metabólicos e fisiológicos são levados em consideração (JUBRIAS et al., 2001; FAIGENBAUM et al., 2009), e dentre estes, temos que para esforços mais intensos ocorre uma maior participação do metabolismo anaeróbio, e para esforços menos intensos e de maior volume ocorre uma maior participação do metabolismo aeróbio, e uma menor participação do metabolismo anaeróbio (JUBRIAS et al., 2001; FAIGENBAUM, AVERY D. KRAMER, W. BLIMKIE, 2009). Continuamente, outro aspecto conceitual seguido nas prescrições de TR, é que dependendo da aplicação de intensidades e volumes impostos, ocorrem respostas fisiológicas agudas (rompimento de fibra, aumento momentâneo da ventilação e do batimento cardíaco) e crônicas (hipertrofia, aumento das intensidades referentes aos limiares) (KRAEMER; RATAMESS, 2004; FROST et al., 2010). Continuamente, levando em consideração estas respostas, é necessário garantir sempre a supercompensação das adaptações crônicas para com as agudas (BISHOP et al., 2008), o

que é possível por meio de uma prescrição de intensidades e volumes embasadas em avaliações físicas aplicadas ao TR (KRAEMER et al., 2004).

Consequentemente, detalhando melhor a imposição dessas cargas no TR e suas respectivas respostas fisiológicas, temos o teste de 1RM, que por sua vez é comumente utilizado na prescrição de cargas em TR de diferentes objetivos (CAMPOS et al., 2002). Sendo assim, estas podem variar entre 90%, 60% e 30% de 1RM, para respectivamente promover aumento de força, massa muscular e potência (KRAEMER et al., 2001; CAMPOS et al., 2002; KRAEMER et al., 2004; SIMÃO et al., 2004).

Entretanto, seguindo o fundamento da especificidade aplicado ao treinamento, temos que a prescrições realizadas por meio da utilização do parâmetro de 1RM podem não ser as mais apropriadas. Pois existe uma limitação da aplicação deste parâmetro (1RM), em que por meio deste não se pode definir uma carga em TR que tenham o objetivo de aumentar a eficiência e capacidade dos metabolismos. Pensando em uma avaliação que possa suprir isso, temos a avaliação de levantamento crítico, que estima uma maior massa que pode ser imposta em esforços de longa duração, tida como levantamento crítico (LC), e a maior massa que pode vir a ser utilizada em uma repetição de um exercício do TR, tida como levantamento máximo (Lmáx), e o total de massa que pode ser levantada por meio da utilização da energia provinda do metabolismo anaeróbio, tida como capacidade de levantamento anaeróbio (CLA), que permite a estimativa de número de repetições que podem ser efetuadas com cargas acima de LC (MORTON et al., 2014). Nesse sentido, por meio destes parâmetros fornecidos pela avaliação de levantamento crítico, temos que seria possível a prescrição de TR que tenham o objetivo de promover um aumento da capacidade de se efetuar esforços de endurance sob uma maior intensidade e duração de tempo (MORTON et al., 2014).

2.2. Análise cinética e cinemática aplicada ao TR

A análise biomecânica dos movimentos pode ser fragmentada em duas vertentes, a cinética e cinemática, em que investigam respectivamente as forças que ocasionam o movimento, e o deslocamento no espaço tempo (AMADIO et al., 2002; AMADIO et al., 2007). Neste sentido as análises cinéticas são realizadas por meio da utilização de

equipamentos que mensurem aceleração e força, e para isso, é comumente utilizado plataformas de força, acelerômetros e dinamômetros (AMADIO; SERRÃO, 2007), e respectivamente, para as análises cinemáticas são utilizadas câmeras, que por meio de captações de imagens é realizada a mensuração do deslocamento de um objeto pelo tempo decorrido (DEPRÁ et al., 2004; AMADIO et al., 2007).

No entanto, pela baixa praticidade e alto custo, estes monitoramentos são inviáveis para aplicação de TR em academias. O que justifica a dificuldade do monitoramento dos movimentos em exercícios do TR, que normalmente é realizada pelo monitoramento observacional. Sendo assim, este monitoramento é suscetível a erros, e consequentemente acaba sendo um dos fatores limitantes para a obtenção de melhores resultados por meio da prática de TRs (HALSON, 2014).

Neste sentido, atualmente sob a necessidade do custeamento de recursos tecnológicos, a utilização de placas micro controladoras e sensores tem se expandido em diversas áreas da ciência (MAYAGOITIA et al., 2002). Dentre estes recursos, temos na literatura a utilização de acelerômetros e giroscópios na análise de movimentos humanos (MAYAGOITIA et al., 2002; CREWETHER et al., 2011).

Sendo assim, o acelerômetro é um sensor capaz de mensurar aceleração em três eixos espaciais perpendiculares, isso devido a três estruturas que este sensor possui, em que por sua vez, cada uma destas é formada de uma massa interiormente posicionada entre dois arranjos metálicos eletricamente carregados em um mesmo eixo espacial, que por sua vez exercem forças de resistência equivalentes e opostas sobre estas massas (BOGERT et al., 1996; MAYAGOITIA et al., 2002). Sendo assim, quando ocorre uma variação de aceleração, as forças de resistência em cada armação metálica são alteradas, modificando consequentemente em cada uma destas o posicionamento referencial interno de suas massas (BOGERT et al., 1996; LOTTERS et al., 1998; MAYAGOITIA et al., 2002). E por meio desta variação, ocorre a aproximação ou distanciamento das massas para com as armações metálicas destas respectivas estruturas, ocasionando uma mudança proporcional ao sinal elétrico emitido pelas mesmas (BOGERT et al., 1996; LOTTERS et al., 1998; MAYAGOITIA et al., 2002).

Ainda sobre a aplicação de sensores em análises de movimentos, temos também a utilização de sensores ultrassônicos para a mensuração de distância, que por sua vez

possuem uma boa precisão e flexibilidade de aplicação (HUITEMA et al., 2002). Desta forma, indo mais a fundo sobre este tema, temos que o funcionamento destes sensores se consiste na obtenção da distância de um objeto ao seu ponto referencial no espaço, isso por meio da emissão de sinais sonoros em que retornam quando colidem com um objeto sólido, em que para a obtenção da distância destes objetos para com o sensor, é realizado o seguinte cálculo, o tempo de retorno destes sinais sonoros são multiplicados pela velocidade do som, e o produto desta multiplicação é dividido por dois, obtendo por fim o valor de distância ($\text{distância} = \text{tempo} \times \text{velocidade do som} / 2$) (HUITEMA et al., 2002).

Sendo assim, considerando os estudos anteriormente citados, conclui-se que existem inúmeras possibilidades da aplicação destes sensores de baixo custo na análise de movimentos. Sendo que seria conveniente a aplicação destes mesmos para a análise cinética e cinemática de movimentos realizados em exercícios físicos. O que é conveniente para análise de exercícios de TRs, em que existe uma carência de equipamentos e metodologias confiáveis e de baixo custo, para realizações destas análises biomecânicas.

2.3. Potência Crítica

O modelo de potência crítica é uma avaliação que estima parâmetros metabólicos (aeróbico e anaeróbico), que foi proposta no estudo realizado por Monod e Scherrer em 1965, em que foi relatado uma relação linear e hiperbólica entre o trabalho e potência para com tempos de duração de esforços exaustivos, realizados com diferentes intensidades. Em que para a relação hiperbólica de potência pelo tempo, foi notada um comportamento matemático representado pela seguinte equação $\text{Tempo} = \text{CTA} / \text{Potência} - \text{PC}$, que por sua vez possui dois limites, em que o limite ou a assíntota do eixo horizontal, referente a potência, é tida como uma maior intensidade que poderia ser sustentada por longo período de tempo, intitulada de Potência Crítica (PC), e a área abaixo da hipérbole e entre as assíntotas do eixo horizontal e vertical, referentes a potência e tempo, foi tida como a capacidade de trabalho anaeróbico (CTA) (MONOD & SCHERRER, 1965). Respectivamente, para relação linear de trabalho (eixo vertical) pelo tempo (eixo horizontal), foi notada um comportamento matemático representado pela

seguinte equação $\text{Trabalho} = \text{CTA} + (\text{PC} * \text{Tempo})$, em que a PC é tida como o coeficiente angular, e CTA é tida como coeficiente linear (MONOD & SCHERRER, 1965). Sendo assim, decorrente disto, em 1982, Whipp em seu estudo sobre a avaliação de potência crítica, propuseram o modelo matemático de $1/\text{tempo}$ pela potência, em que é realizado uma regressão linear por meio da aplicação da seguinte fórmula de $\text{Potência} = \text{CTA} + (\text{CP} * (1 / \text{Tempo}))$, em que é obtido um coeficiente angular referente a PC, e um coeficiente linear referente a CTA (WHIPP et al., 1982; HILL, 1993).

Nesse sentido, é encontrado na literatura vários estudos que comparam os parâmetros de potência crítica com parâmetros de outras avaliações. Sendo assim, em 1982, Devries e colaboradores relataram fortes correlações entre as intensidades referentes a PC e fadiga muscular identificada por eletromiografia (DEVRIES et al., 1982). No estudo realizado por Housh em 1991, foi identificada uma correlação moderada entre as intensidades referente de PC e limiar de lactato, em que a PC superestimou 28% a intensidade relativa ao limiar de lactato (HOUSH et al., 1991). Em relação ao limiar ventilatório e PC, Talbert et al. (1991) relataram uma forte correlação entre estes parâmetros, em que PC se apresentou em média superestimar 18% do limiar ventilatório anaeróbio. E apesar desta superestimação da PC para com os limiares de lactato e ventilatório, Polle (1988) em seu estudo, demonstrou que esforços sob a intensidade referente a PC promoveram um aumento ventilatório gradativo ao decorrer de esforços máximos, até se atingir o VO_2 máximo, o que permitiu a efetuação de esforços por um longo período de tempo.

A aplicação da avaliação de potência crítica necessita de aspectos metodológicos para obtenção de valores de PC e CTA confiáveis. Em que dentre estes aspectos, temos a escolha adequada do número de testes de esforços exaustivos, em que em por meio de 2 testes pode se obter uma linha tendência, mas para se obter valores de mais confiabilidade é recomendado a realização de no mínimo de 3 testes, em que se obtenha um $R^2 > 0,98$ (HOUSH et al., 1990). Em que para se obter um R^2 de valor aceitável, é recomendado um espaçamento pontos em que se obtenha um espaçamento equidistantes entre si, por meio da escolha das intensidades de esforços de maneira apropriada. Outro aspecto importante é a duração dos esforços exaustivos, em que para cada modelo matemático existe uma recomendação específica (BIEWENER et al., 2014).

Neste sentido, é recomendado que a duração entre os testes exaustivos varie entre 1 a 10 minutos, o que está atrelado na escolha adequada das intensidades impostas aos testes (HILL, 1993; HOUSH et al., 1990; BISHOP et al., 1998). Entretanto, para se obter tempos limites apropriados é necessário a determinação de critérios de exaustão, que por sua vez se consista em um critério de interrupção dos esforços, que indique uma fadiga dos esforços, por fatores metabólicos (DEVRIES et al., 1982; HILL et al., 1995). E para comparações respectivas de resultados provenientes de aplicações do modelo de potência crítica para com diferentes indivíduos, é necessária uma padronização de movimentos, cargas, cadência e critério de exaustão dos testes (HOUSH, J. et al., 1990).

Consequentemente com intuito de se promover uma maior aplicação, a avaliação de potência crítica foi adaptada para diversas modalidades esportivas (HILL, 1993). No ciclismo e na corrida, a avaliação de potência crítica foi adaptada para velocidade crítica, em que se mensurou uma velocidade que poderia ser sustentada por um longo período de tempo (HILL et al., 1995; SMITH et al., 2001). Além disto, a avaliação de potência crítica também foi adaptada para força crítica, e aplicada a canoagem, natação e a exercícios do TR, em que foi possível estimar uma força máxima em que poderia ser sustentada por um longo período de tempo em esforços exaustivos (NAKAMURA et al., 2005; BARQUILHA et al., 2008; MORTON et al., 2014).

Buscando uma melhor aplicação de potência crítica para o TR, Morton em seu estudo propôs adaptação do modelo de potência crítica hiperbólico para o modelo hiperbólico de levantamento crítico, que por meio de uma regressão utilizando apenas o números de repetições e as massas utilizadas em testes exaustivos, foi possível estimar o levantamento crítico (LC), que estima a massa que pode ser utilizada em um esforços de longa duração, e a capacidade de levantamento anaeróbio (CLA), que por sua vez estima o número de repetições que podem ser realizadas com massas acima do valor de LC, em que se é utilizada energia provinda do metabolismo anaeróbio, e o levantamento máximo (Lmáx) que estima o valor máximo de massa que pode ser levantada por um indivíduo em um exercício no TR (MORTON et al., 2014).

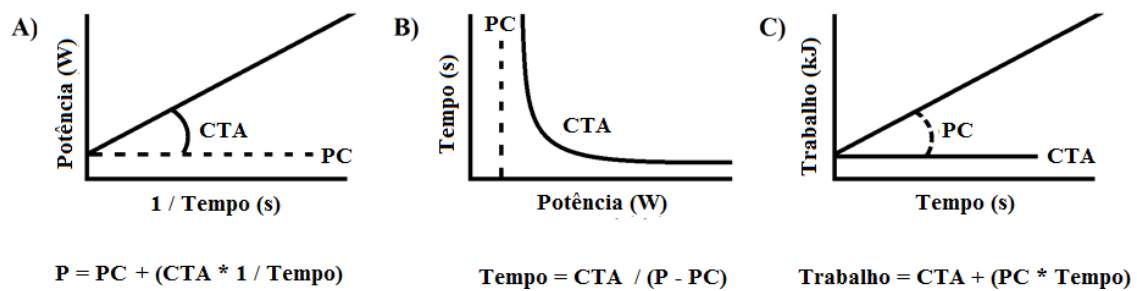


Figura 1. Modelos matemáticos de potência crítica: A) Modelo linear de potência por 1 / tempo. B) Modelo hiperbólico do tempo pela potência. C) Modelo linear de trabalho pelo tempo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos específicos

O objetivo principal do presente trabalho de dissertação foi de aplicar a avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico no TR, por meio de análises dinâmicas e cinemáticas do exercício de supino reto através da utilização de equipamentos compostos de placas micro controladoras e sensores construídos para o presente estudo.

3.2. Objetivos específicos

a) Construção de um equipamento para análise cinemática e dinâmica de exercícios no TR.

b) Realização da avaliação de potência crítica, e de suas adaptações de força crítica e levantamento crítico, por meio da aplicação de 9 esforços exaustivos, sob as cadências de 2, 4 e 8 segundos, e com pesos de massas referentes a 19,36, 28,78 e 38,76 kg. Através da aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X, sobre as variáveis de intensidade (potência, força e massa) e volume (tempo e número de repetições) de 3 esforços realizados sob a mesma cadência.

c) Analisar a relação entre os parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidos pelo modelo de potência crítica e suas respectivas adaptações do modelo de força crítica e modelo de levantamento crítico.

4. METODOLOGIA

4.1. Sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras utilizado para o monitoramento de movimentos no TR

Para mensuração das variáveis físicas dos movimentos foi desenvolvido um sistema de captação e emissão de sinais (figura 3) projetado para ficar fixado a barra (figura 2), e também foi desenvolvido um sistema de receptor de sinais (figura 4), que conectado ao computador realizou armazenamento dos dados (figura 5). A programação dos sistemas foi realizada em C++ com a utilização do software arduino – 1.6.9 (figura 6 e 7). Para o armazenamento dos dados pelo computador foi criado um programa em linguagem Python (figura 8), que por sua vez capta as informações da porta serial conectada ao sistema receptor de sinais, e cria um arquivo no formato csv em que os dados são depositados dados.

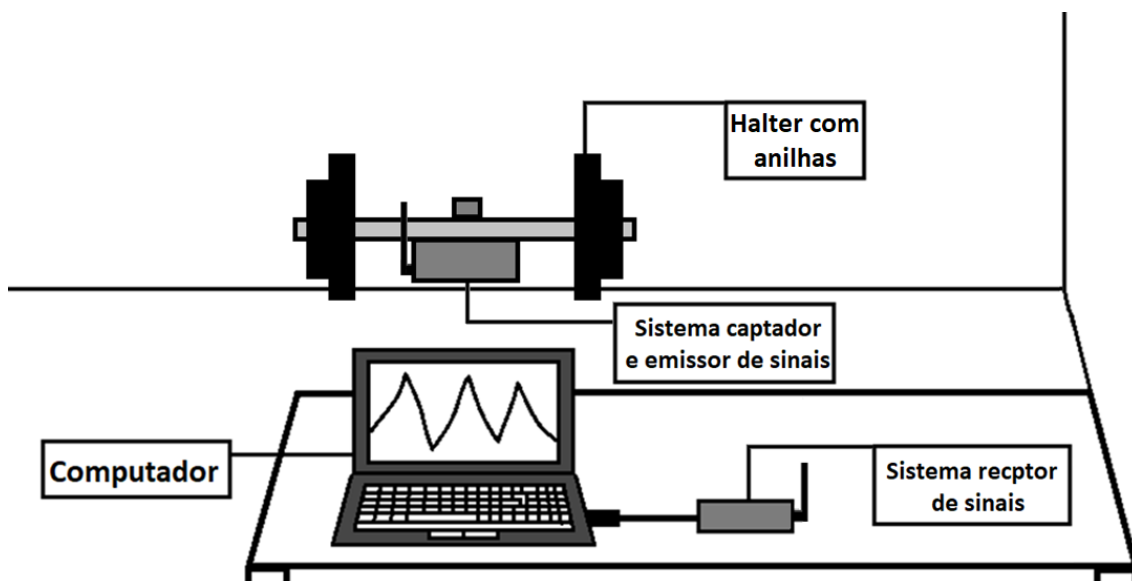


Figura 2. Figura ilustrativa do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, para a captação, emissão e recepção de sinais no movimento de um halter com anilhas comumente utilizada no TR (fonte: autor).



Figura 3. Sistema de captação e emissão de sinais.

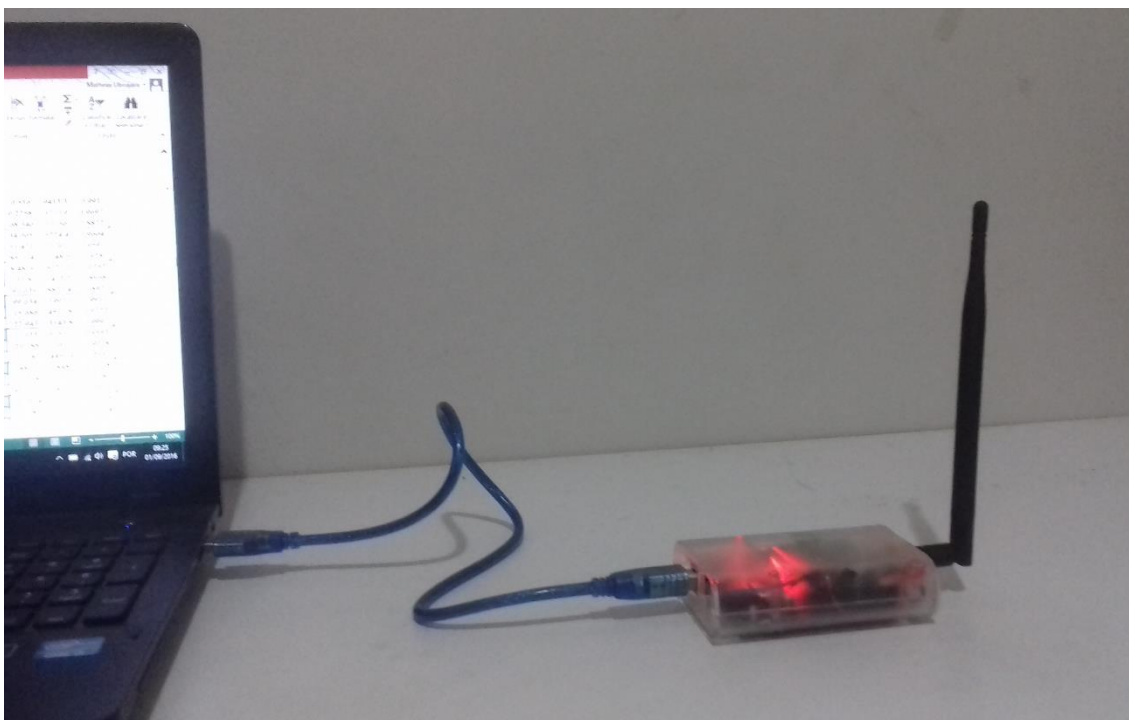


Figura 4. Sistema de recepção de sinais.

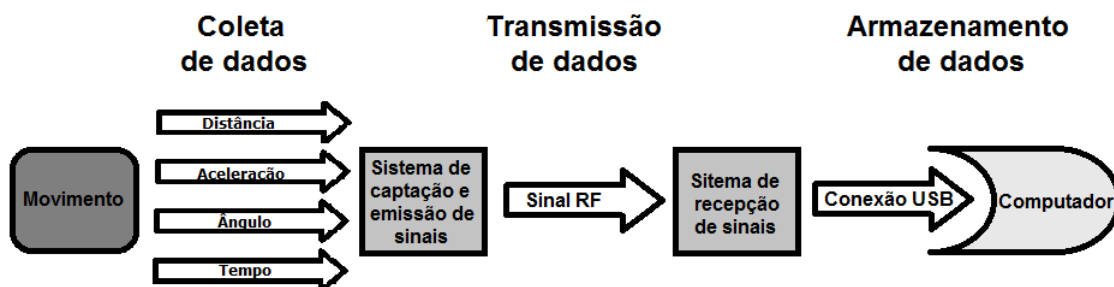


Figura 5. Desenho esquemático de captação, transmissão e armazenamento de dados.

```

emissor_1.2 | Arduino 1.6.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

#include<Wire.h>
#include <VirtualWire.h> // Biblioteca necessário para comunicação
#include <Ultrasonic.h>

#define TRIGGER_PIN 4
#define ECHO_PIN 5

const int MPU=0x68;

int AyX,AyY,AyZ,GyX,GyY,GyZ;

unsigned long time;

Ultrasonic ultrasonic(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  vw_set_tx_pin(transmit_pin);
  vw_setup(2000); // Bits por segundo
  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x6B);
  Wire.write(0);
  Wire.endTransmission(true);
}

void loop()
{
  float cmMsec;
  long microsec = ultrasonic.timing();

  cmMsec = ultrasonic.convert(microsec, Ultrasonic::CM);

  int mm = cmMsec*100;

  Wire.beginTransmission(MPU);
  Wire.write(0x3B); // starting with register 0x3B (ACCEL_XOUT_H)
  Wire.endTransmission(false);
  //Solicita os dados do sensor
  Wire.requestFrom(MPU,14,true);
  //Armazena o valor dos sensores nas variaveis correspondentes
  AyX=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3B (ACCEL_XOUT_H) & 0x3C (ACCEL_XOUT_L)
  AyY=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3D (ACCEL_YOUT_H) & 0x3E (ACCEL_YOUT_L)
  AyZ=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x3F (ACCEL_ZOUT_H) & 0x40 (ACCEL_ZOUT_L)
  GyX=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x43 (GYRO_XOUT_H) & 0x44 (GYRO_XOUT_L)
  GyY=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x45 (GYRO_YOUT_H) & 0x46 (GYRO_YOUT_L)
  GyZ=Wire.read()<<8|Wire.read(); //0x47 (GYRO_ZOUT_H) & 0x48 (GYRO_ZOUT_L)

  time = millis();
  int t = time/100;

  char MM[10];
  itoa(mm, MM,10);
  char A[10];
  itoa(AyX, A,10);
  char G[10];
  itoa(GyY, G,10);
  char T[10];
  itoa(t, T,10);

  char msg[40] = "";
  strcat(msg, MM);
  strcat(msg, ",");
  strcat(msg, A);
  strcat(msg, ",");
  strcat(msg, G);
  strcat(msg, ",");
  strcat(msg, T);
  strcat(msg, ",");

  Serial.print('\n');
  Serial.print(msg);

  vw_send((uint8_t *)msg, strlen(msg));
  vw_wait_tx(); // Wait until the whole message is gone
  delay(50);
}

Compilação terminada
O sketch usa 7.786 bytes (24%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são 32.256 bytes.
Variáveis globais usam 584 bytes (28%) de memória dinâmica, deixando 1.464 bytes para variáveis locais.
Arduino/Genuino Uno em COM8

```

Figura 6. Programação do sistema de captação e emissão de sinais.

```

receptor_1.2 | Arduino 1.6.9
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

#include <VirtualWire.h>

const int LED = 13;

const int RX = 11;

void setup()
{
    // Comunicacao com o Serial Monitor
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Sinal Distância;Sinal Aceleração;Sinal Giroscópio;Sinal Tempo");

    // Inicializando E/S do receptor
    vw_set_rx_pin(RX);
    vw_set_ptt_inverted(true); // Requerido para DR3100
    vw_setup(2000); // Bits por segundo

    vw_rx_start(); // Inicia a recepcao
}

void loop() {
    uint8_t buf[VW_MAX_MESSAGE_LEN];
    uint8_t buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN;

    if (vw_get_message(buf, &buflen)) { // Sem bloqueios na recepcao
        digitalWrite(LED, HIGH); // Pisca LED no pino 13 se receber a mensagem integra

        char msg[50]; // conteudo da transmissao
        for (int i = 0; i < buflen; i++) {
            msg[i] = (char)buf[i];
        }
        //verifica se terminou a transmissao
        msg[buflen] = '\0';

        Serial.println(msg);
        delay(50);
    }
}

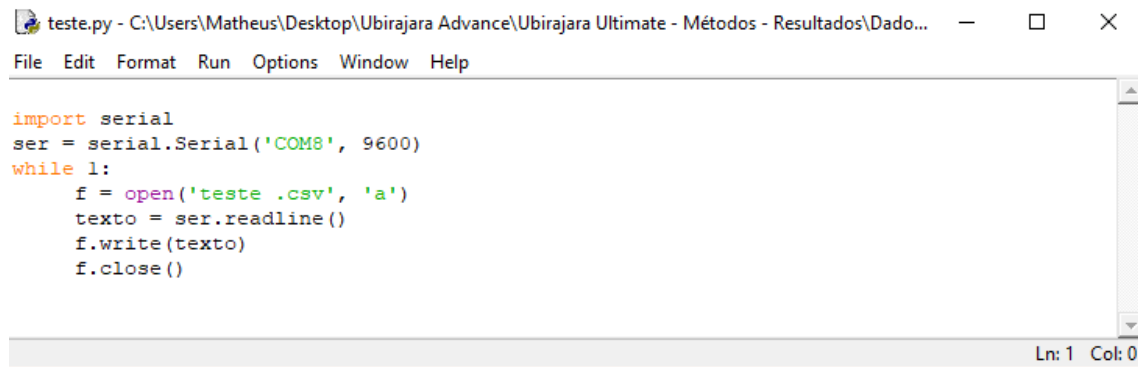
Compilação terminada.

O sketch usa 4.840 bytes (15%) de espaço de armazenamento para programas. O máximo são 32.256 bytes.
Variáveis globais usam 418 bytes (20%) de memória dinâmica, deixando 1.630 bytes para variáveis locais.

Arduino/Genuino Uno em COM8

```

Figura 7. Programação do sistema receptor de sinais.



```
teste.py - C:\Users\Matheus\Desktop\Ubirajara Advance\Ubirajara Ultimate - Métodos - Resultados\Dados...
File Edit Format Run Options Window Help

import serial
ser = serial.Serial('COM8', 9600)
while 1:
    f = open('teste.csv', 'a')
    texto = ser.readline()
    f.write(texto)
    f.close()
```

Ln: 1 Col: 0

Figura 8. Programação para o armazenamento dos sinais no computador.

4.1.2. Sistema de captação e emissão de sinais

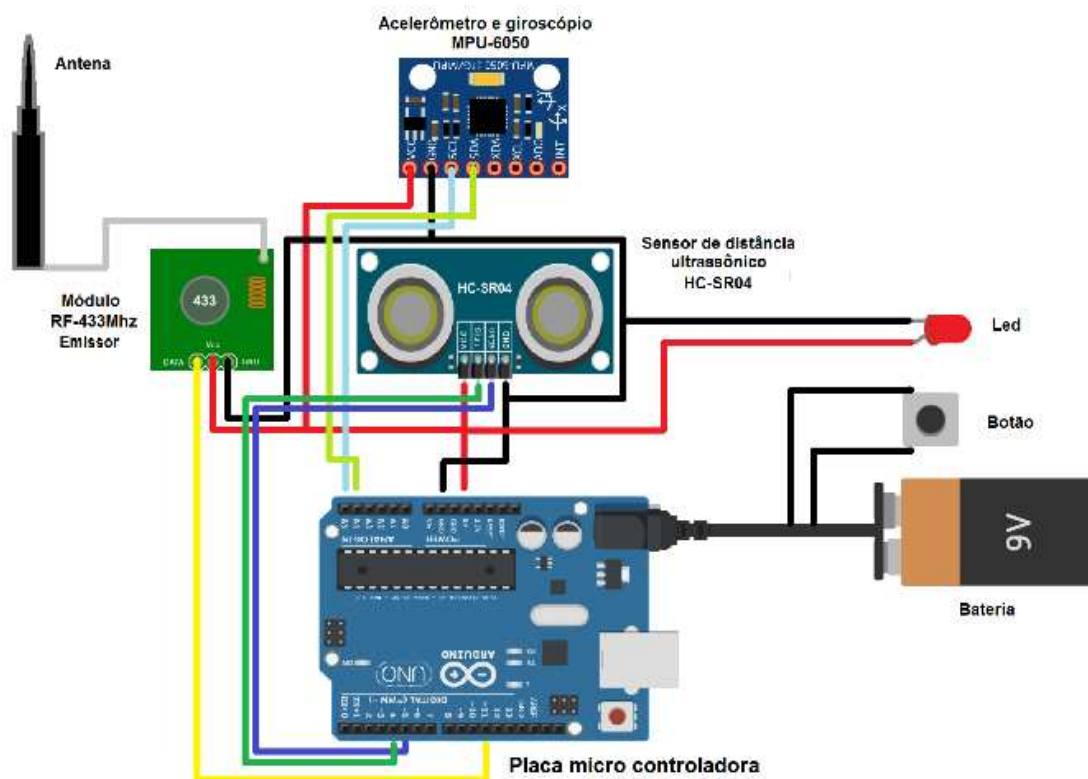


Figura 9. Desenho esquemático do sistema de captação e emissão de sinais (fonte: autor).

Para o presente estudo foi montado um sistema de captação e emissão de sinais, composta por sensores embarcados em uma placa micro controladora (figura 9), fixado a uma caixa projetada para ser fixada a uma barra de aço.

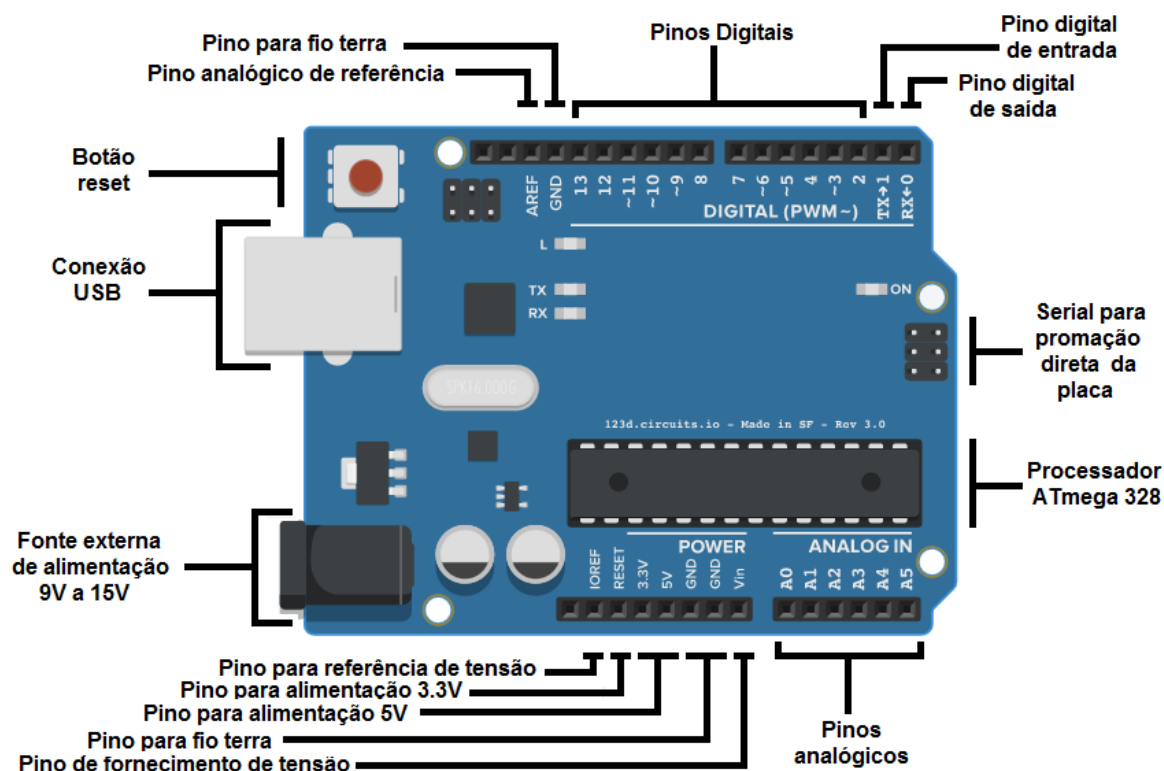


Figura 10. Desenho esquemático da placa micro controladora (fonte autor).

Em que está placa microcontroladora (figura 10) usada na montagem deste sistema fora programada para processar e emitir sinais por meio dos sensores e transmissor RF. Que por sua vez contém um processador ATmega328 da marca ATMEL, que possibilita a conversão de sinais analógicos em digitais, com a resolução de 10 bits. Está placa também possui uma porta serial USB, 14 entradas e saídas digitais, 6 entradas analógicas, um conector DC Jack de alimentação e um botão de reset.

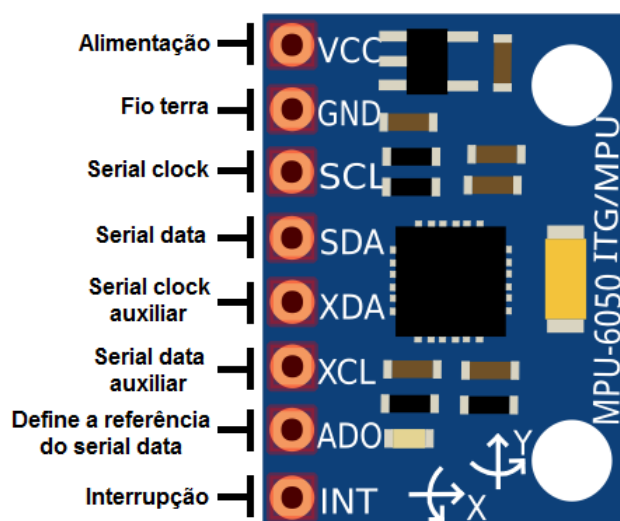


Figura 11. Desenho esquemático do acelerômetro e giroscópio MPU-6050 (fonte autor).

O acelerômetro e giroscópio utilizado no presente estudo é composto pelo chip MPU-6050 de capacidade de 16 bits que capta em sincronia os sinais analógicos do acelerômetro e giroscópio e os converte em digitais (figura 11). O acelerômetro e giroscópio contidos neste módulo são de alta precisão, e que são respectivamente triaxial e de três eixos, que foi programado para operar nas faixas de precisão de $\pm 19,8 \text{ m/s}^2$, $\pm 39,2 \text{ m/s}^2$, $\pm 78,4 \text{ m/s}^2$, $\pm 156,8 \text{ m/s}^2$ (acelerômetro) e $+250^\circ/\text{s}$, $+500^\circ/\text{s}$, $+1000^\circ/\text{s}$, e $+2000^\circ/\text{s}$ (giroscópio). Mas no presente estudo é analisado apenas as informações de um eixo específico, em que para o acelerômetro é analisado a aceleração do eixo x onde ocorre o deslocamento da barra de musculação no espaço, enquanto no giroscópio o eixo analisado é apenas onde ocorre a rotação da barra em seu próprio eixo y.



Figura 12. Desenho esquemático do sensor de distância ultrassônico HC-SR04 (fonte autor).

Para a montagem deste sistema foi utilizado o sensor de distância ultrassônico HC-SR04 (figura 12), composto de um emissor e receptor ultrassônico, que por meio do tempo de emissão de um som e o retorno de seu eco é calculado a distância, multiplicando o tempo pela velocidade do som (340,29 m/s), e dividindo o resultado por 2. Este sensor possui o alcance de medição de 2 a 500 centímetros e precisão de 3 milímetros, para todo objeto sólido que esteja no ângulo máximo 15 ° ao seu ponto central de referência.

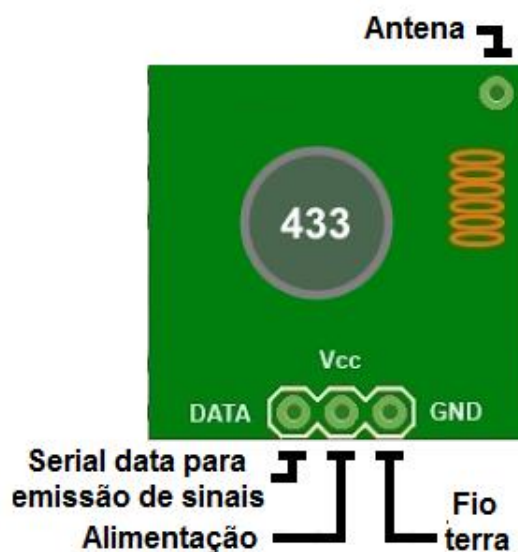


Figura 13. Desenho esquemático do módulo emissor de sinais de rádio frequência (fonte autor).

No sistema de captação de dados, para que seja possível a transmissão de dados sem a utilização de fios, que possivelmente poderiam prejudicar a realização dos movimentos no exercício, foi utilizado um módulo emissor de sinais de rádio frequência (RF) de 433MHz (figura 13), para uma transmissão unidirecional realizada entre o sistema de captação e emissão de sinais para o sistema receptor de sinais.

Para alimentação do sistema captador e emissor de dados foi utilizado uma bateria de 9V, conectado a um suporte para bateria que por sua vez é conectado ao conector DC Jack de alimentação da placa micro controladora. Para otimização prática do sistema o suporte de bateria é composto por um botão responsável por iniciar e finalizar a alimentação da placa micro controladora.

4.1.3. Sistema receptor de sinais

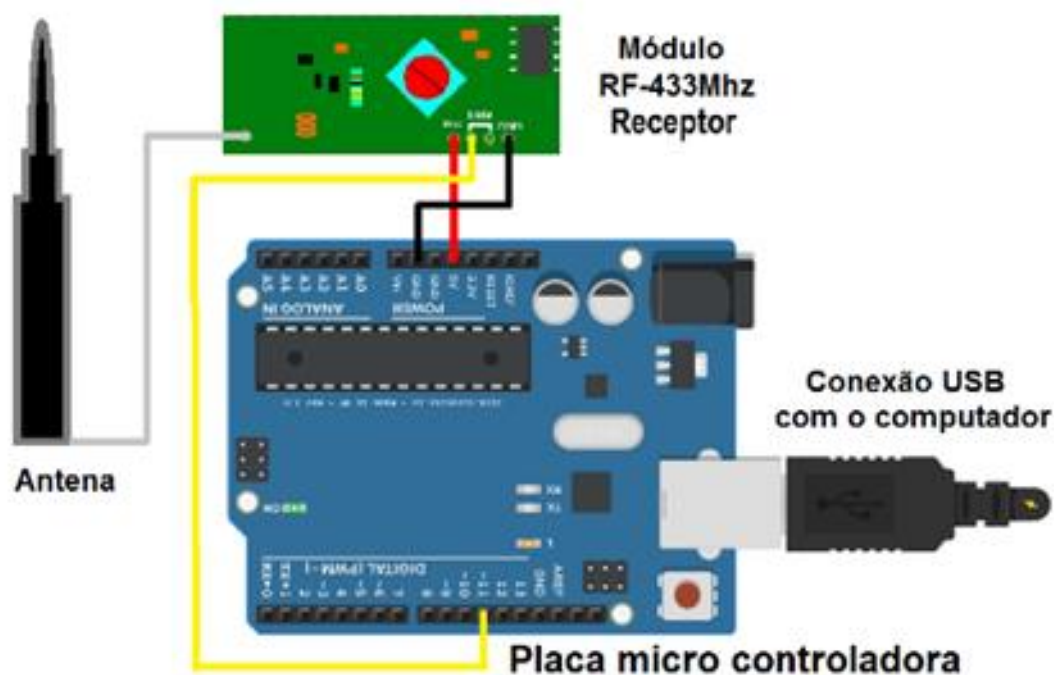


Figura 14. Desenho esquemático do sistema de captação de sinais (fonte autor).

A estação de receptora de dados como demonstrado na figura 14 é composta por uma placa micro controladora com o processador ATmega328 ligada a um receptor de sinais RF-433Mhz, esta placa por sua vez é conectada por um cabo USB no computador o que permite a alimentação do sistema e o armazenamento dos dados no computador.

Para a montagem do sistema de recepção de dados foi utilizado uma placa micro controladora idêntica ao do sistema de captação e emissão de sinais, que apenas se difere na programação, transmissão e alimentação que respectivamente foi voltada para a recepção dos sinais RF que consequentemente foram transmitidos para o computador pela porta serial USB, que eventualmente proporcionou a alimentação da placa micro controladora.

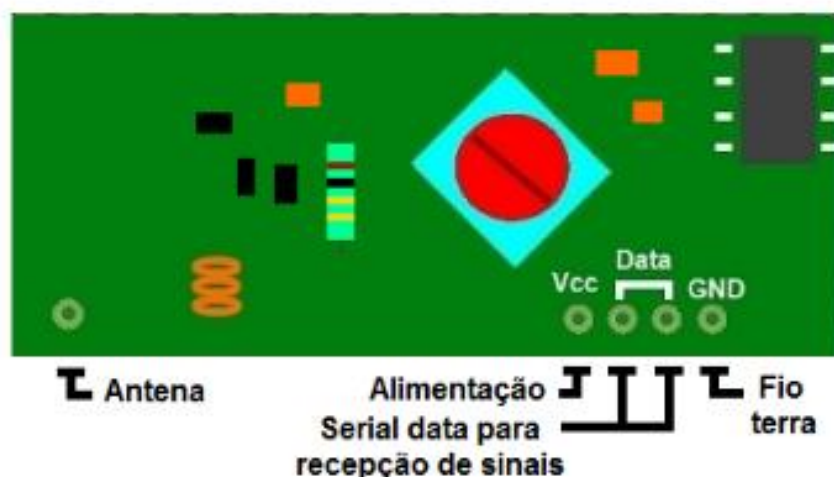


Figura 15. Desenho esquemático do módulo emissor de sinais de rádio frequência (fonte autor).

Para captação dos sinais RF no sistema receptor de sinais, foi conectado a placa micro controladora um módulo receptor de rádio frequência de 433MHz (figura 15), em que foi anexado uma antena para se garantir uma melhor recepção dos sinais.

E neste sistema a alimentação e transmissão dos dados para o computador foi utilizado um cabo USB com um terminal comum A que é conectado a placa micro controladora e o outro terminal no padrão B conectado ao computador.

4.1.4. Cálculo das variáveis físicas

4.1.4.1. Cálculo da força

Para o cálculo destas diferentes acelerações conhecidas, foi utilizado o conceito de trigonometria aplicado aos vetores, sendo que, uma vez que o eixo x do acelerômetro fica inclinado em relação ao vetor da gravidade, pode se obter a aceleração no eixo x por meio da multiplicação da aceleração da gravidade vezes o cosseno do ângulo de inclinação do eixo x em relação ao terreno plano, como demonstrado a figura 16 (LOTTERS et al., 1998).

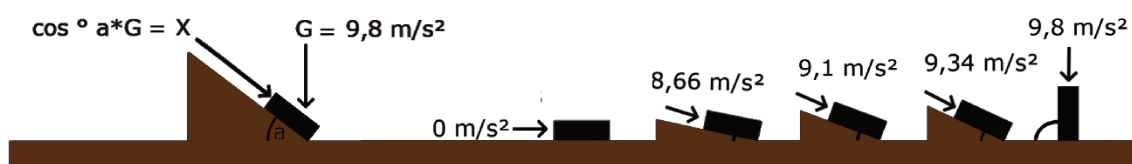


Figura 16. Ilustração explicativa da obtenção de diferentes acelerações (A_y) atuantes no eixo X por meio do conhecimento da aceleração da gravidade (G) e o ângulo de inclinação (a) em relação ao plano perpendicular à aceleração da gravidade (fonte: autor).

Respectivamente, para obtenção da aceleração ocorrida no vetor x, foi utilizada a equação obtida da regressão linear em que se obteve um $R^2 > 0,98$, demonstrada na figura 17 (LOTTERS et al., 1998).

Calibração da Aceleração

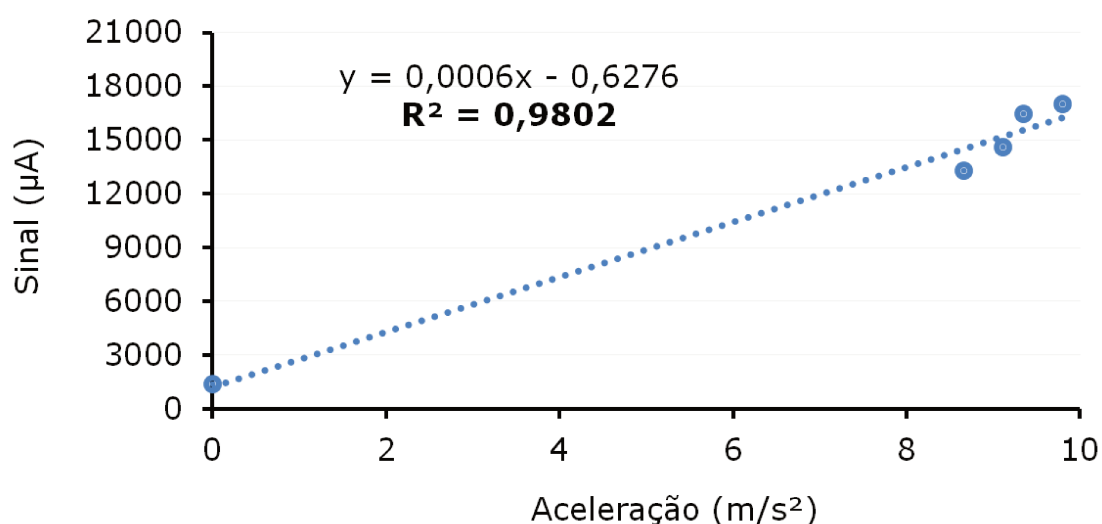


Figura 17. Regressão linear entre aceleração e o sinal emitido pelo acelerômetro.

Por final, para obtenção da força realizada no exercício, foi realizada a multiplicação da aceleração pela massa ($\text{Força} = \text{Aceleração} \cdot \text{Massa}$), sendo que está massa são referentes a barra e anilhas, que foram eventualmente pesadas em uma balança e posteriormente manipuladas no exercício proposto.

4.1.4.2. Mensuração da distância da velocidade

Para verificar a distância mensurada pelo sensor ultrassônico, foi realizada uma regressão entre a distância obtida manualmente e a distância mensurada pelo sensor (figura 18), em que se obteve um R^2 de valor satisfatório.

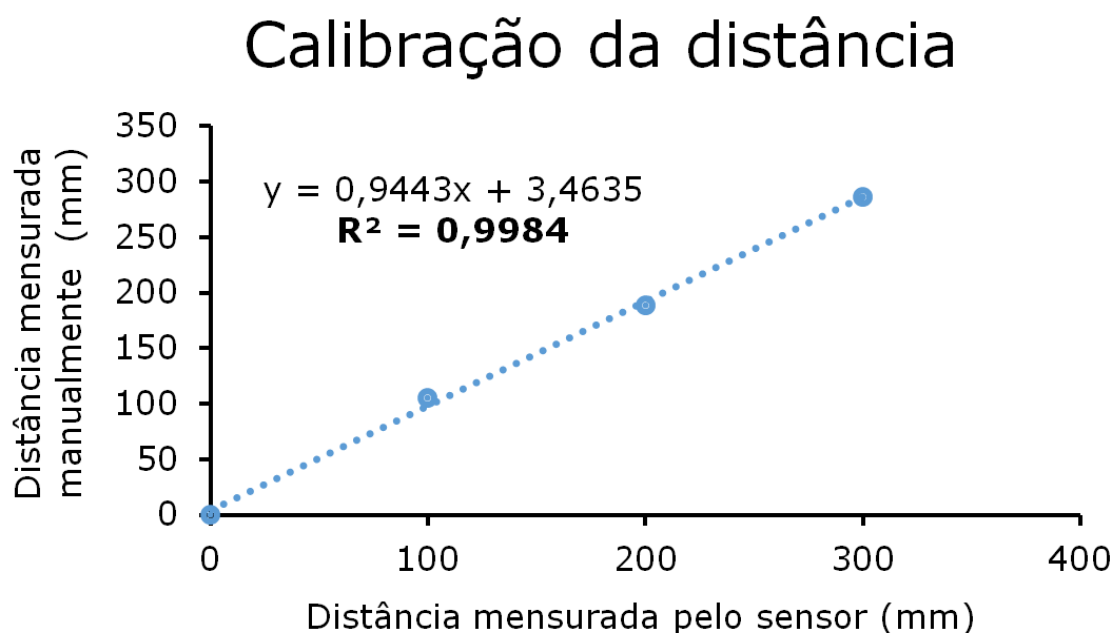


Figura 18. Regressão linear entre a distância e a distância mensurado pelo sensor ultrassônico.

4.1.4.2. Cálculo da velocidade

Para o cálculo da velocidade, foi efetuada a divisão do deslocamento efetuado em dois momentos seguidos dividido pelo tempo decorrido, de acordo com a fórmula de velocidade ($V = \Delta S / \Delta t$). Sendo que, para a obtenção do tempo entre os momentos foi efetuada por meio de um contador de tempo com precisão de 1 milésimo de segundo. Sendo assim, a mensuração de distância foi efetuada pelo sensor de distância ultrassônico, que possui a acurácia de 2 milímetros (HUITEMA et al., 2002).

4.1.4.3. Cálculo da potência

Para o cálculo da potência efetuada no exercício, e por meio do cálculo de força e velocidade que fora comentado anteriormente, foi utilizado a aplicação da seguinte fórmula $\text{Potência} = \text{Velocidade} * \text{Força}$.

4.1.4.4. Cálculo do trabalho

Para o cálculo do trabalho realizado durante o exercício, foi aplicado a seguinte fórmula $\text{Trabalho} = \text{Potência} * \text{Tempo}$.

4.2. Sistema formado por uma célula de carga acoplada por um elástico para o monitoramento de movimentos no TR

4.2.1. Aparato Mecânico

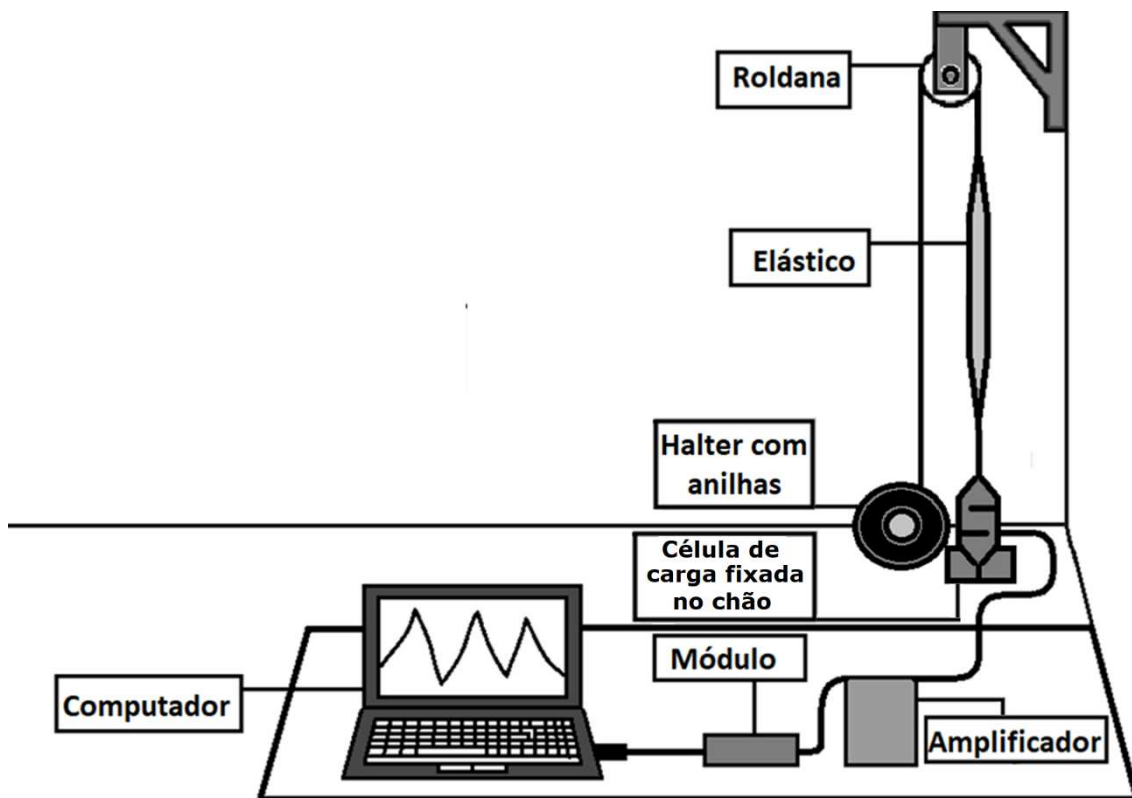


Figura 19. Desenho ilustrativo da representação do sistema elaborado com uma célula de carga junto ao elástico para captação de um movimento de uma anilha comumente utilizada no TR (fonte: autor).

Para montagem do sistema com célula de carga, foi anexado ao um halter com anilhas um fio de aço acoplado a um sistema de uma roldana antes de ser atado a um elástico, sendo que este elástico fora anexado a uma célula de carga anexada no chão, que por sua vez está célula de carga foi ligada a um sistema de condicionamento, processamento e armazenamento de sinais, composto por um amplificador, módulo da National Instruments e computador interligados respectivamente nesta ordem (Figura 19).

4.2.2. Calibração de Força e Distância, para o cálculo de Deslocamento, Velocidade, Força e Potência dos movimentos.

Foi realizada uma calibração por meio da suspensão de 6 pesos conhecidos e anexados a célula de carga, em que foram captados sinais emitidos pela mesma em uma frequência de 1000 Hz, por meio da utilização do programa LabView(2.0). E por meio destas informações obtidas pela calibração, foi realizada uma regressão linear no programa Microsoft Office Excel 2007 entre os sinais emitidos pela célula de carga e as respectivas forças realizadas sob a mesma. E para o cálculo destas forças foram realizadas a multiplicação da massa dos pesos conhecidos, pela aceleração da gravidade. Sendo assim, obtendo respectivamente um R^2 acima de 0,88, foi realizada uma regressão linear entre força e as deformações do elástico ocasionadas pela mesma (Figura 20), para o cálculo respectivo de deslocamento, velocidade, força e potência efetuadas nos movimentos.

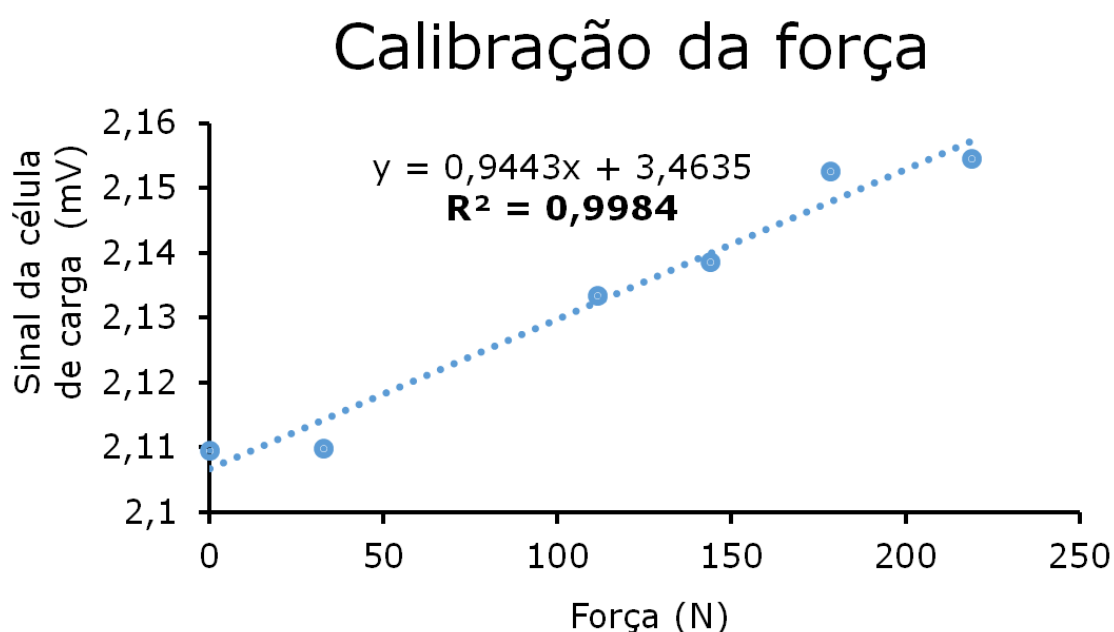


Figura 20. Regressão linear entre força e o sinal emitido pela célula de carga.

4.2.3. Determinação de deslocamento, velocidade, aceleração, força e potência dos movimentos

Uma vez obtido os valores de tempo decorrido (pela frequência de 1000hz) e deslocamento dos movimentos por meio das regressões lineares, foi possível calcular a velocidade por meio da seguinte fórmula $\text{Velocidade} = \text{Distância} / \text{Tempo}$. E por meio dos valores de tempo decorrido e velocidade foi possível calcular os valores de aceleração pela seguinte fórmula $\text{Aceleração} = (\text{Velocidade Inicial} - \text{Velocidade Final}) / \text{Tempo}$. Sendo assim por meio da obtenção de aceleração foi calculado a força concêntrica pela seguinte fórmula $\text{Força Concêntrica} = (\text{massa} * \text{aceleração}) - \text{Força do Elástico}$. E também foi calculado a força Excêntrica pela seguinte fórmula $\text{Força Excêntrica} = (\text{Aceleração Gravitacional} - \text{Aceleração do Movimento}) * \text{Massa} + \text{Força do Elástico}$ (E finalmente foi obtido o valor de Potência pela seguinte fórmula $\text{Potência} = \text{Força} * \text{Velocidade}$. E por fim foi calculado o trabalho realizado nos movimentos utilizando a seguinte fórmula $\text{Trabalho} = \text{Potência} * \text{Tempo}$.

4.3. Desenho experimental

No presente estudo ocorreram dois experimentos, em que no primeiro foi analisado a relação entre as variáveis físicas dos movimentos mensuradas pelo sistema de sensores embarcados em uma placa microcontroladora, para com as mesmas variáveis físicas mensuradas pelo sistema de célula de carga com elástico acoplado. Para a coleta dos dados foi efetuada uma sequência de 3 movimentos do exercício de remada unilateral com um halter contendo a massa de 6 Kg, que por sua vez, estes movimentos foram analisados simultaneamente pelo sistema de célula de carga, e pelo sistema de sensores embarcados em uma placa microcontroladora. Posteriormente, para análise da relação entre os sinais advindos dos diferentes sistemas, os mesmos foram sincronizados de acordo com suas respectivas frequências, e pelo instante do primeiro movimento.

No segundo experimento, foi feita a aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear, linear 1/X pela avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico em esforços exaustivos realizados sob a mesma cadência. Sendo assim, foi realizada uma bateria composta de 9 esforços exaustivos espaçados sob intervalos de 5 minutos, sob a cadência de 2, 4 e 8 segundos, com pesos de massas de 19,36, 28,78, 38,76 kg, em que para cada esforço exaustivo foi

obtido tempos de duração entre 30 segundos a 10 minutos. E na aplicação destes esforços exaustivos foi utilizado um metrônomo, para a sinalização sonora do começo e do fim dos movimentos excêntricos e concêntricos. Foi definido como critério de exaustão para estes esforços exaustivos, o momento em que o indivíduo não obteve sucesso em realizar duas vezes consecutivas os movimentos sob a cadência estabelecida, ou quando o mesmo não efetuou os movimentos corretos do exercício que foram pré-estabelecidos, que consistiram na manutenção da barra paralela ao chão e manutenção da angulação da articulação do cotovelo a 90 graus, e a não realização da extensão ou flexão dos punhos durante os esforços.

4.3. Tratamento dos sinais

No primeiro experimento, para selecionar sinais obtidos no mesmo eixo espacial, foram adotados os seguintes critérios, em que para o sistema de célula de carga apenas foi considerado repetições em que o comprimento do elástico não ultrapassasse o valor correspondente ao da posição estática do halter no início dos movimentos, e para o sistema de sensores embarcados em placas microcontroladoras, foram considerados apenas sinais correspondentes a rotação do halter com oscilações abaixo de 7,5°/s.

No segundo experimento, em que houve a aplicação da avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico, foram adotadas as seguintes medidas para o descarte dos sinais advindos do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, em que o sistema de captação e emissão de sinais foi anexado a barra de supino, como demonstrado na figura 22. Para obtenção de sinais mais precisos, foram considerados apenas sinais em que durante o exercício o giroscópio não indicou uma diferença de 20 ° graus em relação ao plano perpendicular à gravidade, e em que a velocidade de rotação em torno do eixo y (eixo paralelo a barra) foi menor do que 45°/s, como demonstrado na figura 21. Estas condições foram impostas para selecionar sinais advindos de uma realização inadequada do exercício de supino reto, que poderiam prejudicar na obtenção de variáveis físicas do movimento, sendo assim estes dados descartados por estas condições foram substituídos pela média dos sinais antecessores e sucessores.

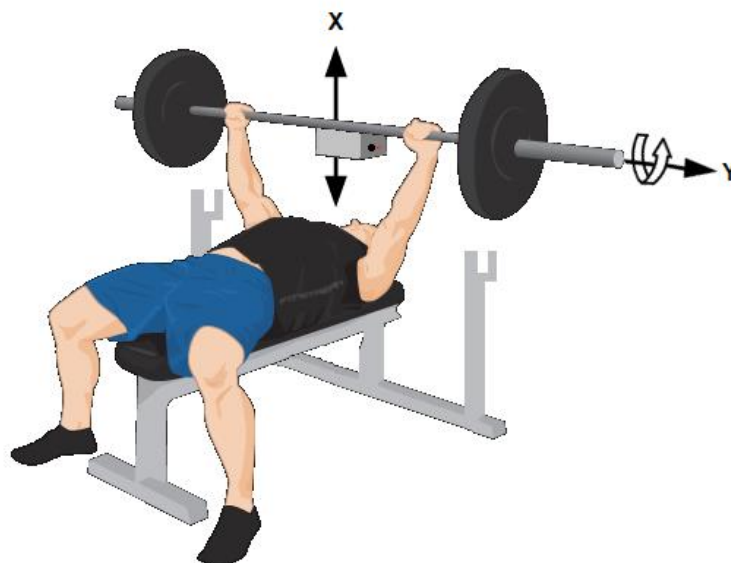


Figura 21. Desenho ilustrativo da representação do exercício de supino reto e explicativo do monitoramento do deslocamento efetuado no eixo X e rotação efetuada no eixo Y durante o exercício, por meio do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras (fonte: autor).



Figura 22. Imagem do sistema captador e emissor de sinais anexado a barra de supino.

4.4. Amostra

No primeiro experimento apenas um indivíduo com experiência no treinamento resistido realizou os movimentos, e no segundo experimento, dez voluntários do sexo masculino praticantes de TR ($22,5 \pm 1,8$ anos, $180 \pm 0,1$ cm de altura, $82 \pm 7,3$ kg e $10,7 \pm 2,2\%$ de gordura corporal, $35,2 \pm 2,9$ cm de braço, $102,2 \pm 6,6$ cm de tórax) participaram desta pesquisa. Para o segundo experimento todos os sujeitos eram praticantes de treinamento de resistência a mais de 6 meses e treinavam com a frequência de 3 sessões por semana. Sendo assim, todos os voluntários assinaram um termo de consentimento aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade de Campinas (nº 466/2012), em que foram informados previamente sobre todos os procedimentos do estudo.

4.5. Análise estatística

Para os resultados do primeiro experimento, foi averiguada a concordância entre as variáveis físicas mensuradas pelos sistemas na efetuação de uma mesma série de movimentos, foi realizado a correlação intraclasse de uma única via, em que foi considerado apenas o coeficiente referente a medidas únicas, para as variáveis de distância e velocidade, força e potência por meio da utilização do programa IBM SPSS statistic 21. E para averiguar a concordância dos dois métodos para mensuração dessas variáveis de movimentos, foram plotados gráficos de regressão lineares, e de Bland e Altman no programa Excel 2013.

Para os dados obtidos no segundo experimento, foi realizado a aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear $1/X$ aplicados para a avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico, em que se obteve regressões lineares com $R^2 \geq 0,85$. Para os dados obtidos pelos respectivos modelos foram aplicados os testes de Shapiro-Wilk para se averiguar a normalidade e dos dados. Respectivamente foi aplicado os testes de Pearson, Teste-T de Student e ANOVA de Tukey's para se averiguar correlação, diferenças dos dados paramétricos. E para os dados não paramétricos foi realizada os testes de Spearman, Teste-T de Wilcoxon e ANOVA de Kruskal-Wallis para se averiguar correlações e diferenças. Foi aplicado

também o teste de correlação Intra classe de uma única via para amostras de mesma medida. Para todas as análises foi admitida significância em que $p < 0,05$. E para realização destes testes foi utilizado o programa IBM SPSS statistic 21, e o programa GraphPad Prism 7.

5. RESULTADOS DO PRIMEIRO EXPERIMENTO

5.1. Análise simultânea de movimentos no TR, PELO sistema de célula de carga, e pelo sistema de sensores embarcados em uma placa micro controladora

A figura 23 apresenta as variáveis físicas de distância, velocidade, aceleração, força e potência de um movimento de remada unilateral mensuradas por meio do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, e por meio da célula de carga com elástico, que se encontram lado a lado.

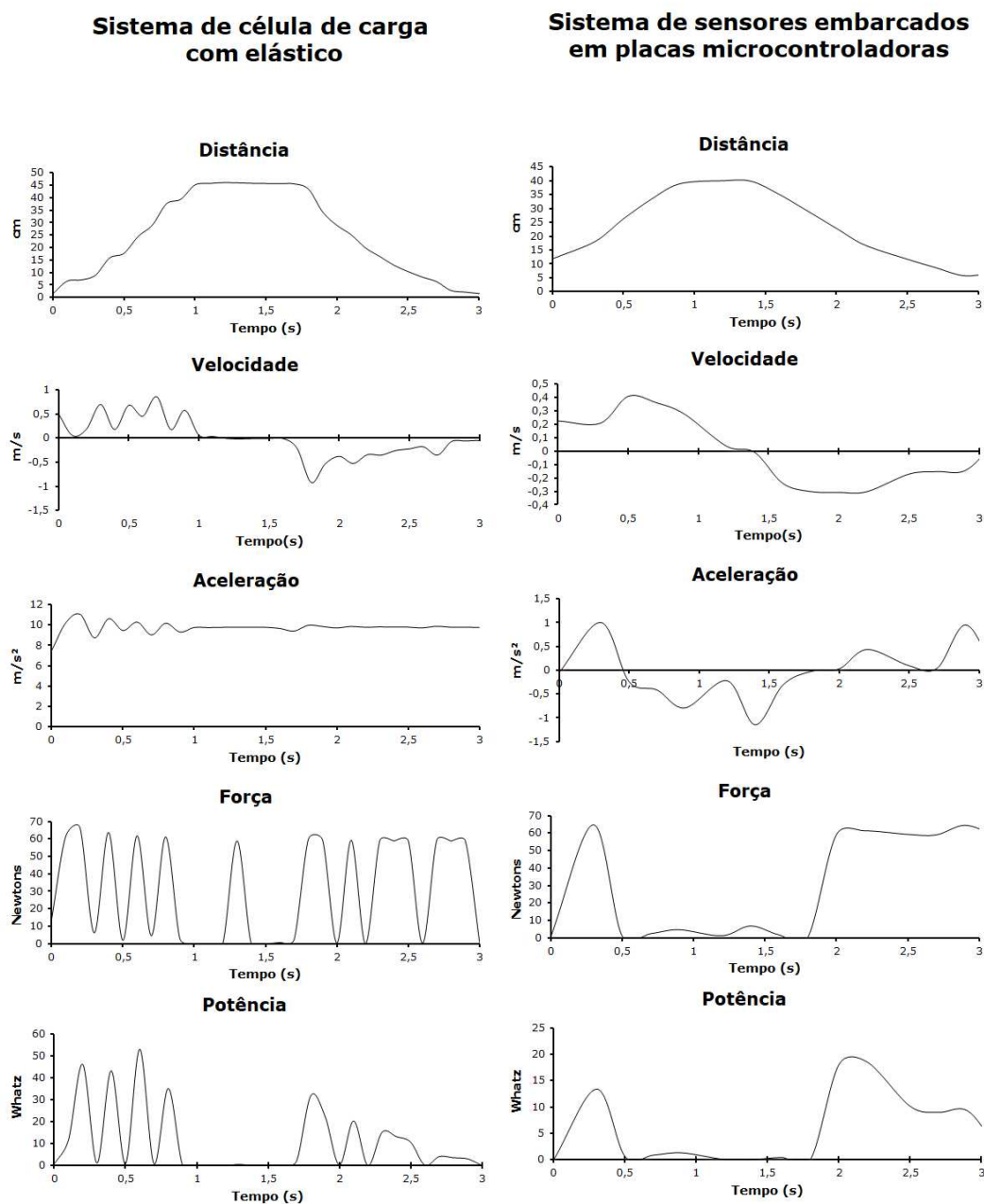


Figura 23. Figuras dos sinais captados das variáveis físicas de uma repetição do exercício de remada curvada unilateral pelos sensores embarcados em uma placa microcontroladora, e pelo sistema de célula de carga com elástico, representados graficamente.

A tabela 1 apresentam os valores respectivos de correlação interclasse de uma única via aleatória entre os dados de distância, velocidade, força e potência, referentes a 3 repetições do exercício de remada curvada unilateral, mensurados pelo sistema de sensores embarcados em placas microcontroladoras e pelo sistema de célula de carga com elástico.

Tabela 1. Coeficientes do teste de Correlação intraclass de uma única via aleatória entre 34 de sinais de distância, velocidade, aceleração, força e potência mensuradas pelo sistema de sensores embarcados em uma placa micro controladora e pelo sistema de célula de carga, de 3 repetições.do exercício de remada unilateral.

Variável	Coeficiente de correlação (ICC)
Distância	0,753*
Velocidade	0,4251*
Aceleração	-0,258
Força	-0,158
Potência	0,618*

$P < 0,05^*$

As figuras 24, 25, 26 e 27 apresentam respectivamente regressões lineares entre as variáveis físicas de distância, velocidade, força e potência mensuradas pela célula de carga e pelos sensores embarcados em placas microcontroladoras, advindas de 3 repetições do exercício de remada unilateral.

Distância

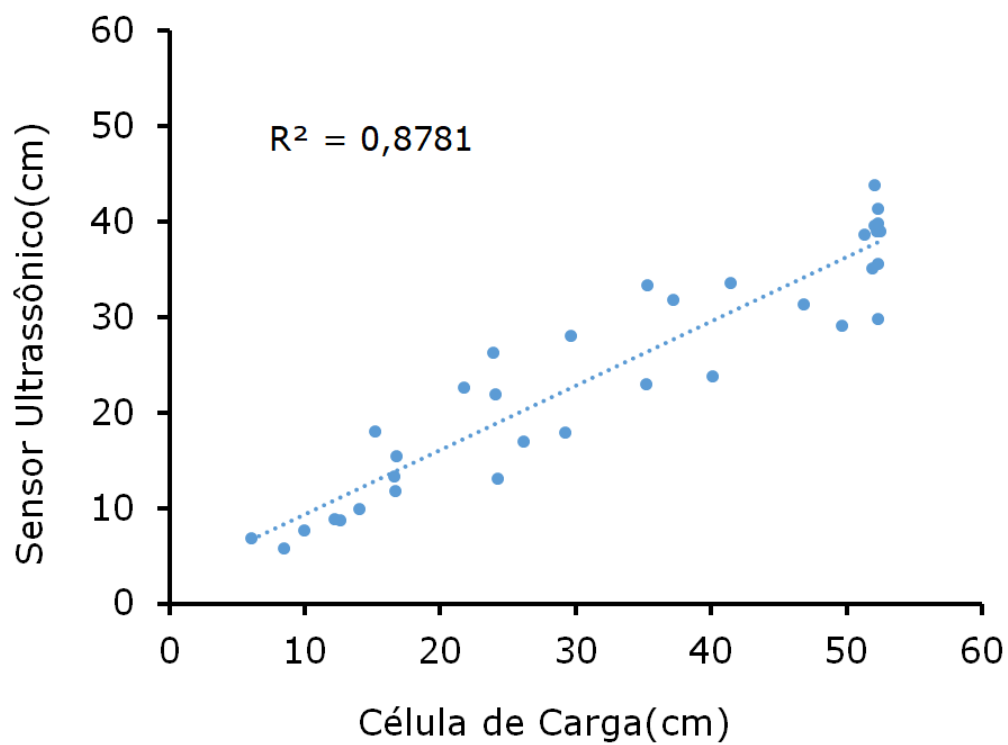


Figura 24. Regressão linear realizada entre 34 sinais de distância mensurados pelo sensor ultrassônico, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.

Velocidade

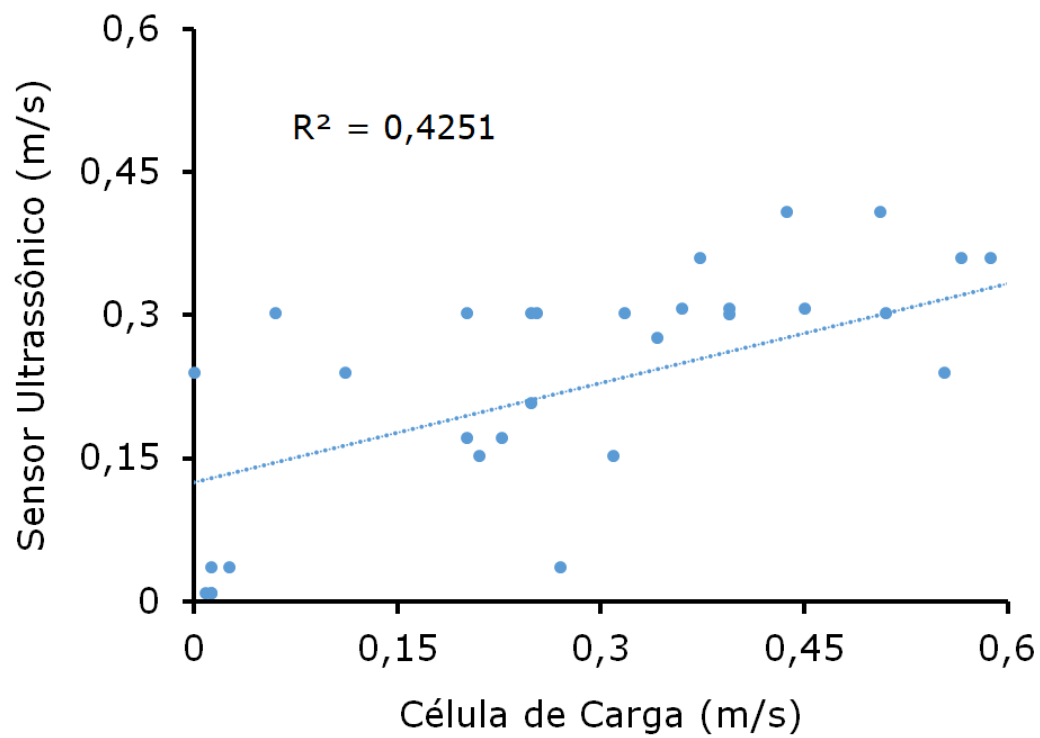


Figura 25. Regressão linear realizada entre 34 sinais de velocidade mensurados pelo sensor ultrassônico, e 34 sinais de velocidade mensurados pela célula de carga durante os movimentos.

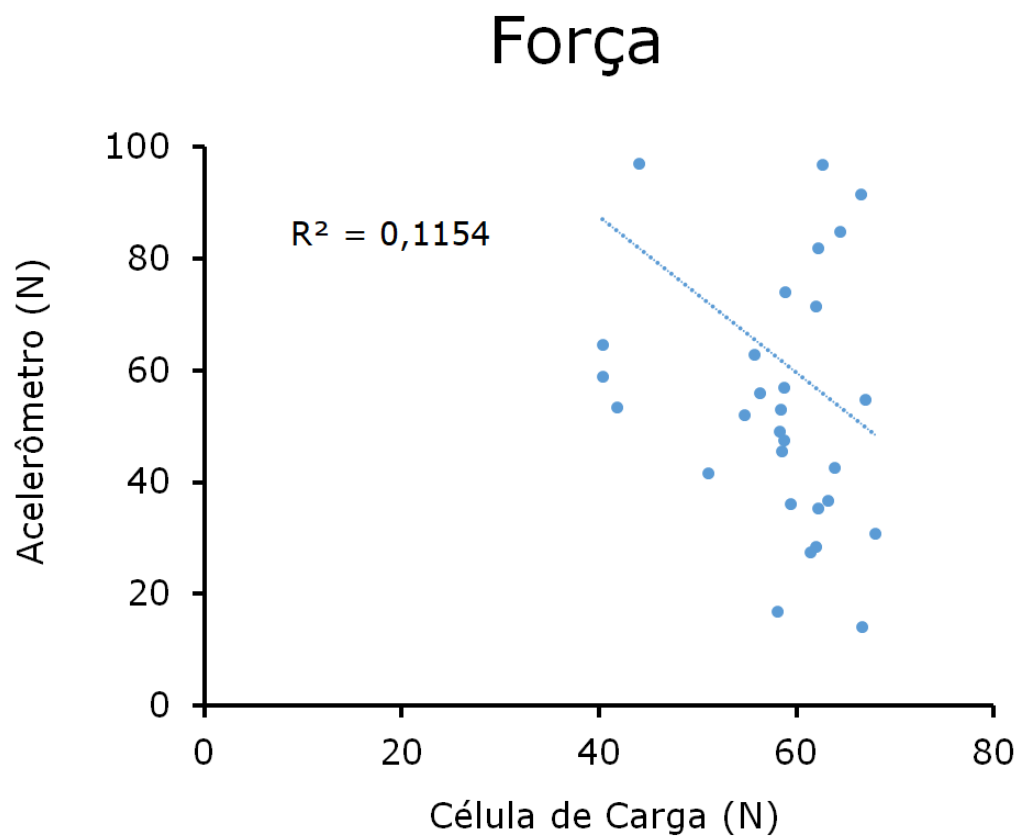


Figura 26. Regressão linear realizada entre 34 sinais de força mensurados pelo acelerômetro, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.

Potência

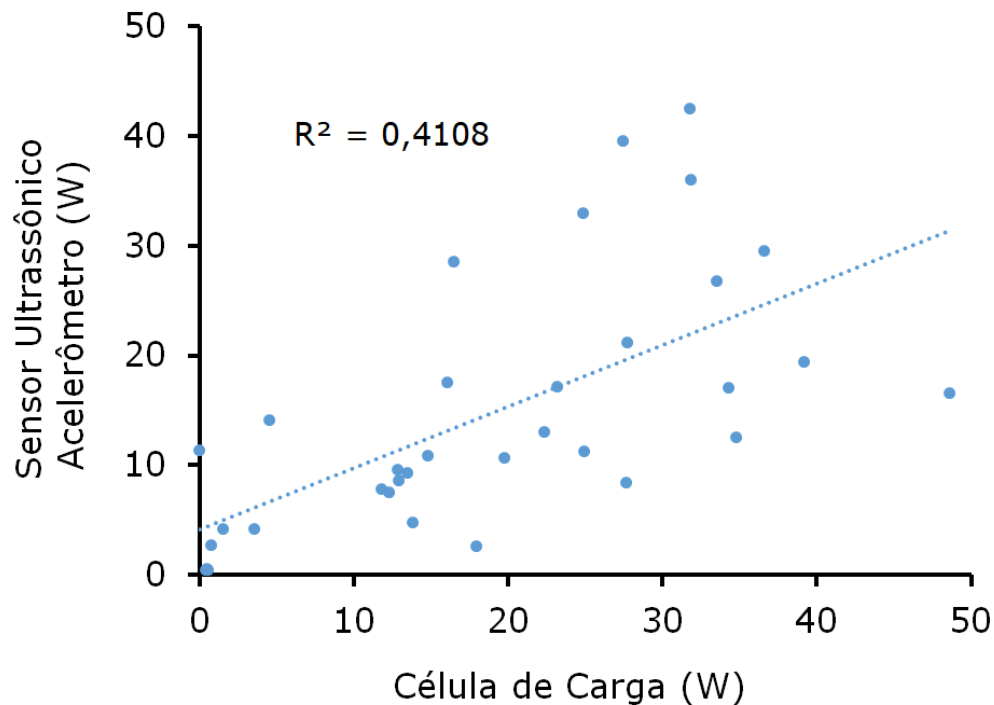


Figura 27. Regressão linear realizada entre 34 sinais de potência mensurados pelos sensores embarcados em placas microcontroladoras, e 34 sinais de distância mensurados pela célula de carga durante os movimentos.

As figuras 28, 29, 30 e 31 apresentam respectivamente diagramas de Bland Altman, mostrando de maneira gráfica a distribuição das diferenças das medidas pelas suas respectivas médias, medidas, que por sua vez foram mensuradas pelo sistema de célula de carga e pelo sistema de sensores embarcados em uma placa micro controladora.

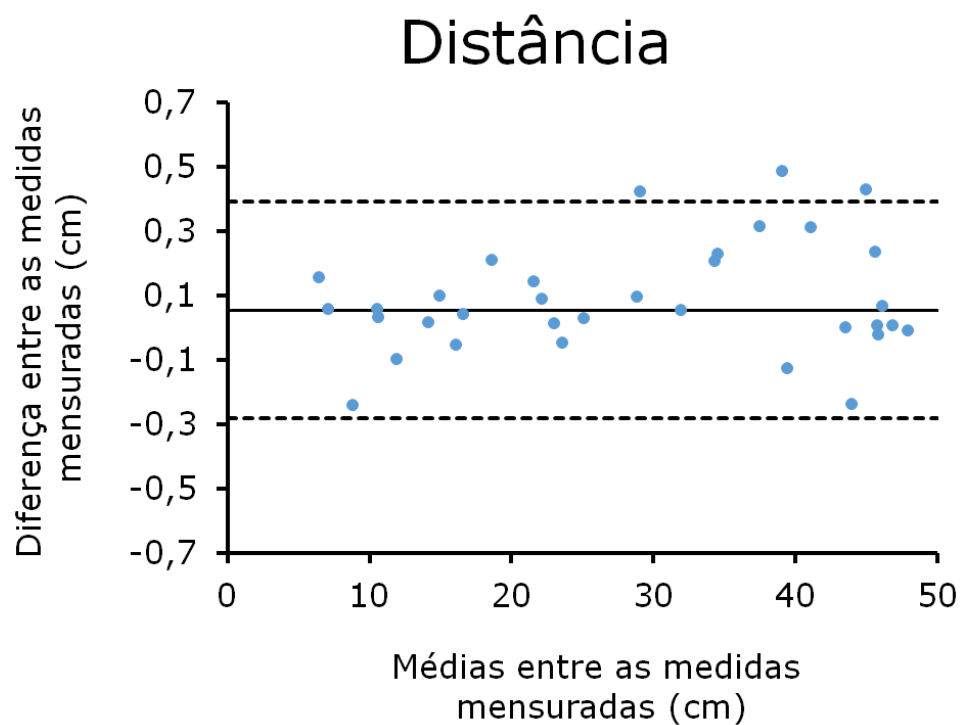


Figura 28. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de distâncias mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).

Velocidade

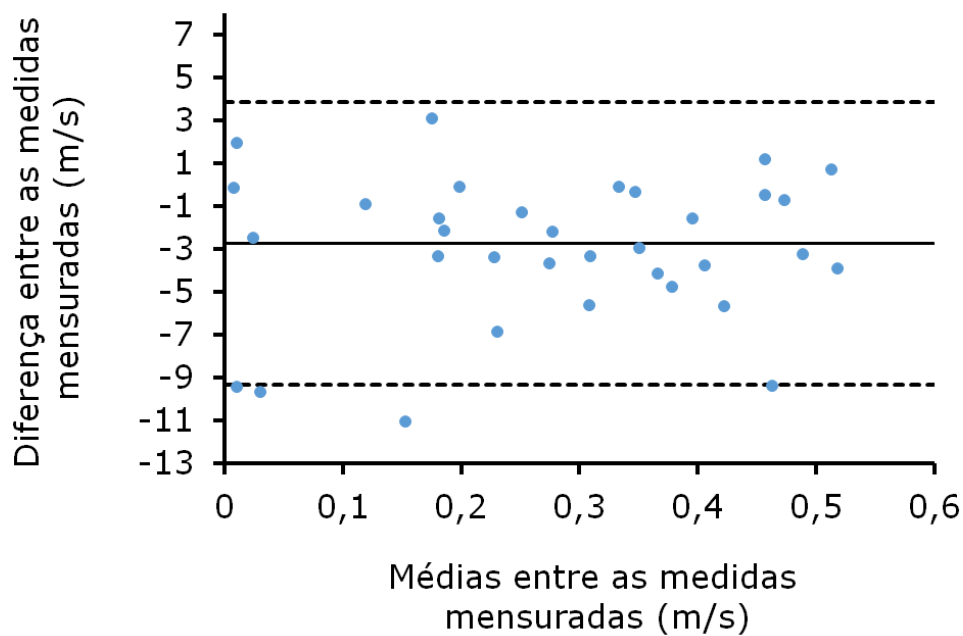


Figura 29. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de velocidades mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas: Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).

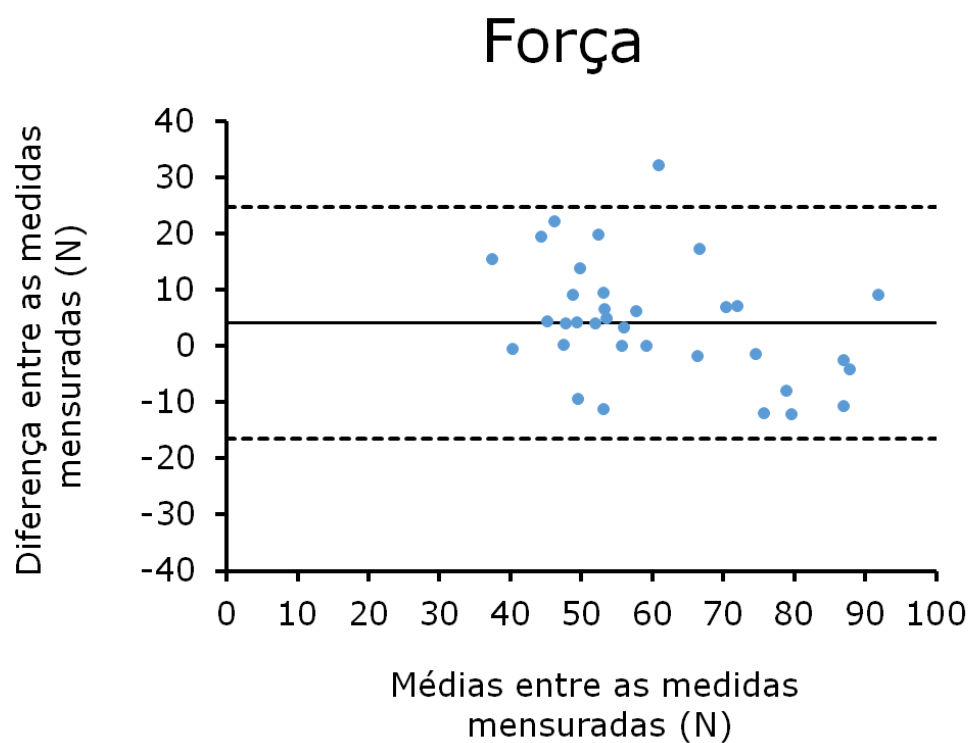


Figura 30. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de forças mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas; Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).

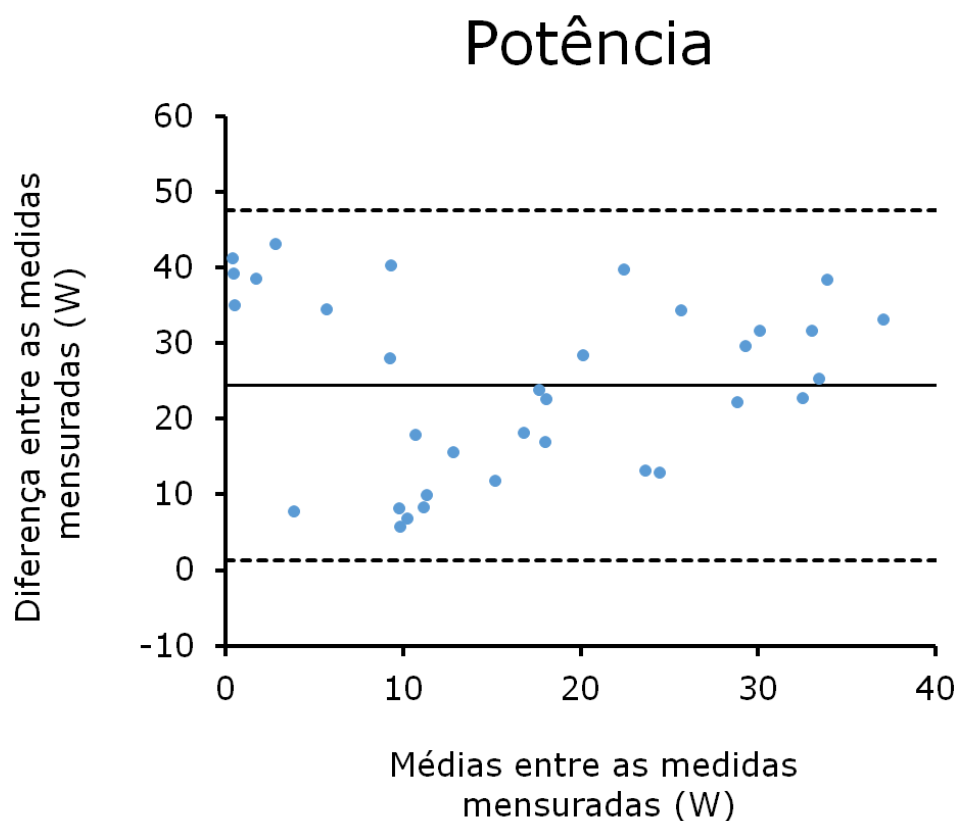


Figura 31. Diagrama de Bland Altman entre 34 sinais de potência mensurados pelos dois métodos (célula de carga e sensores embarcados em placas microcontroladoras), durante os movimentos. Linha sólida: Média das diferenças das medidas; Linhas tracejadas: Limites do intervalo de confiança (95%).

6. RESULTADOS DO PRIMEIRO EXPERIMENTO

6.2. Potência crítica, força crítica e levantamento crítico

Nas figuras 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39 e 40 temos respectivamente os sinais de velocidade, potência, força e distância dos esforços realizados sob a cadência de 2, 4 e 8 segundos efetuados com o peso de massas referentes a 19,36 Kg; 28,78 Kg; 38,76 Kg. Em que para com os sinais negativos de potência e velocidade são referentes a fase excêntrica dos movimentos e os sinais positivos a fase concêntrica.

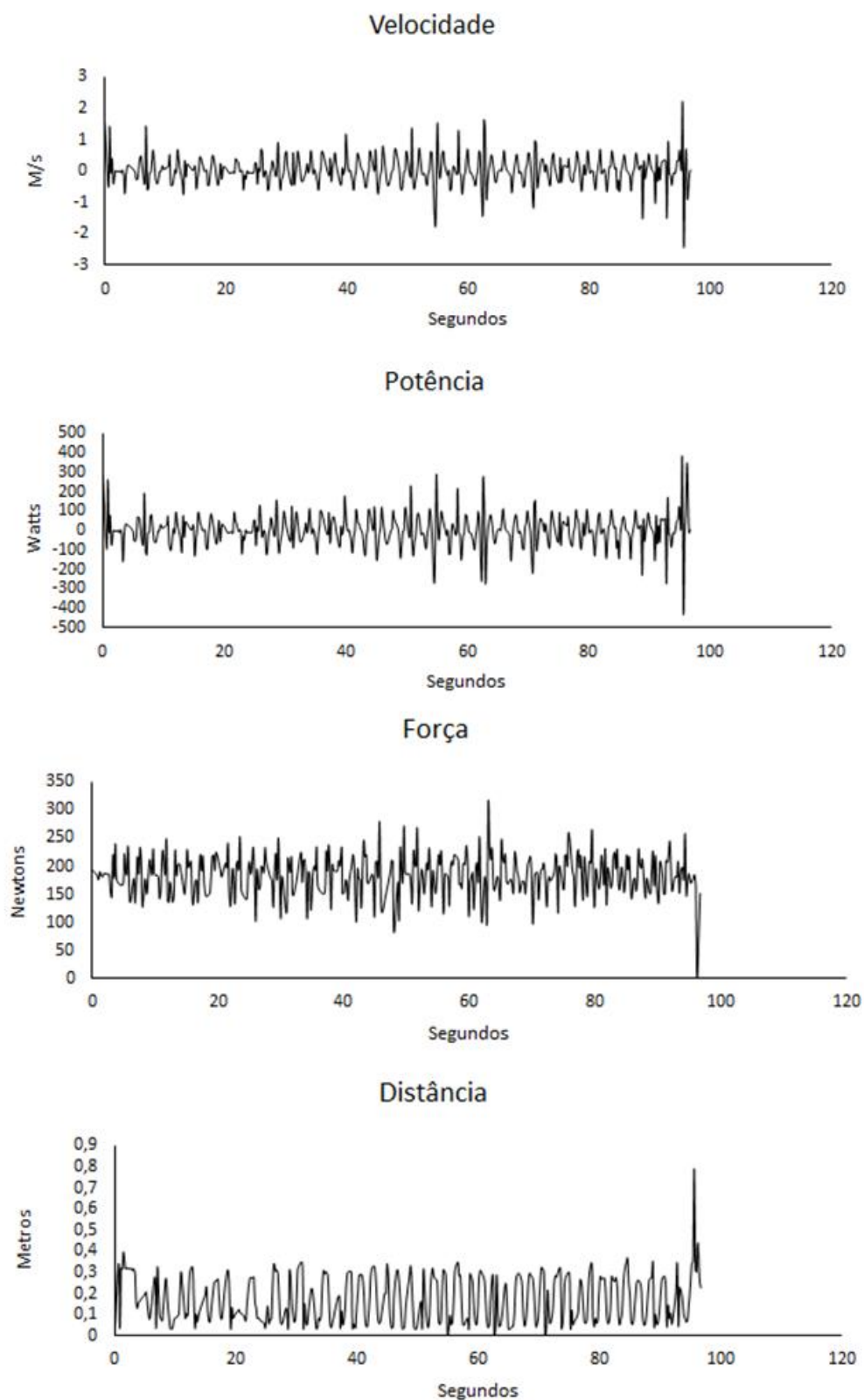


Figura 32. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com peso de massa referente a 19,36 Kg.

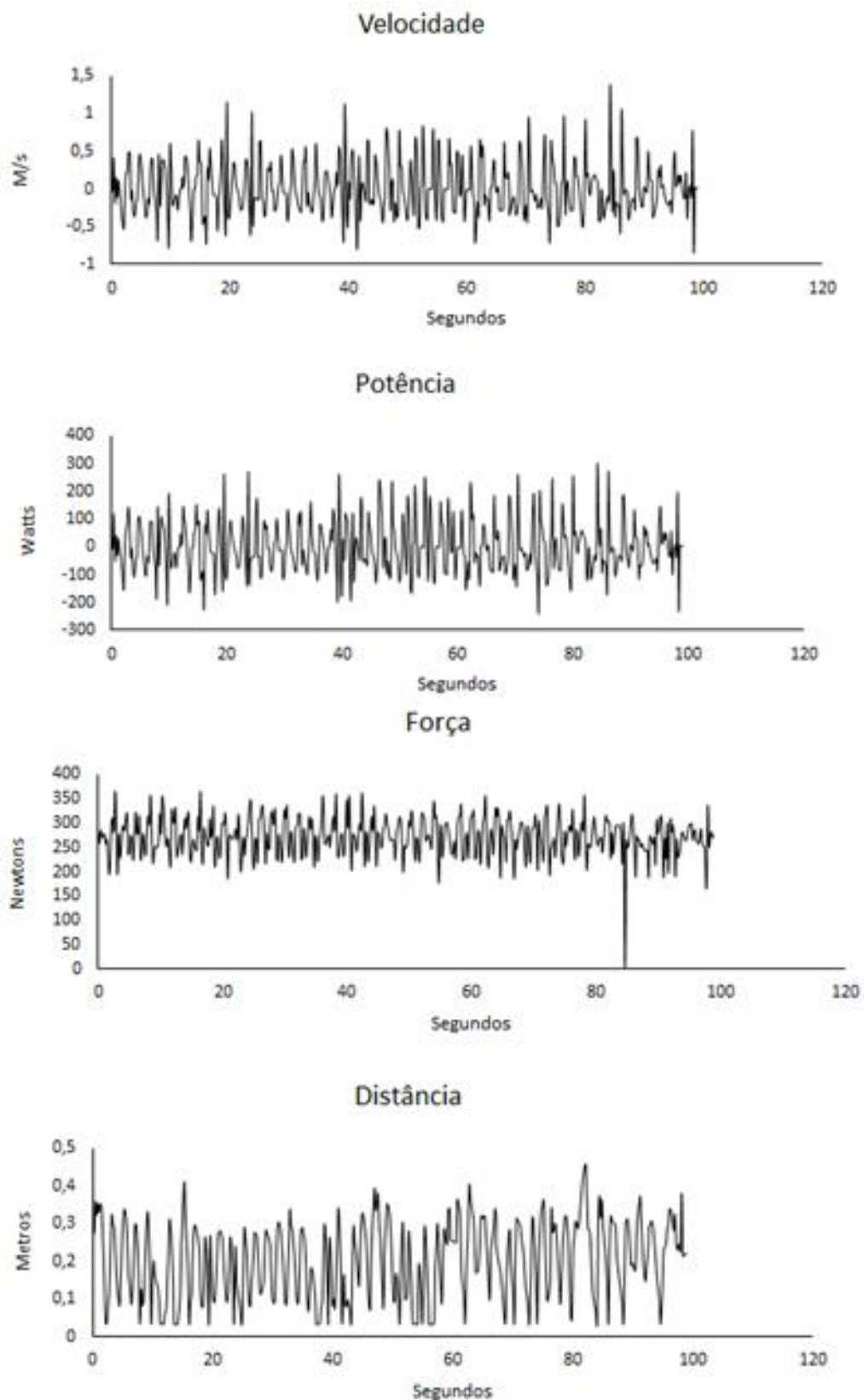


Figura 33. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com pesos de massa referente a 28,78 Kg.

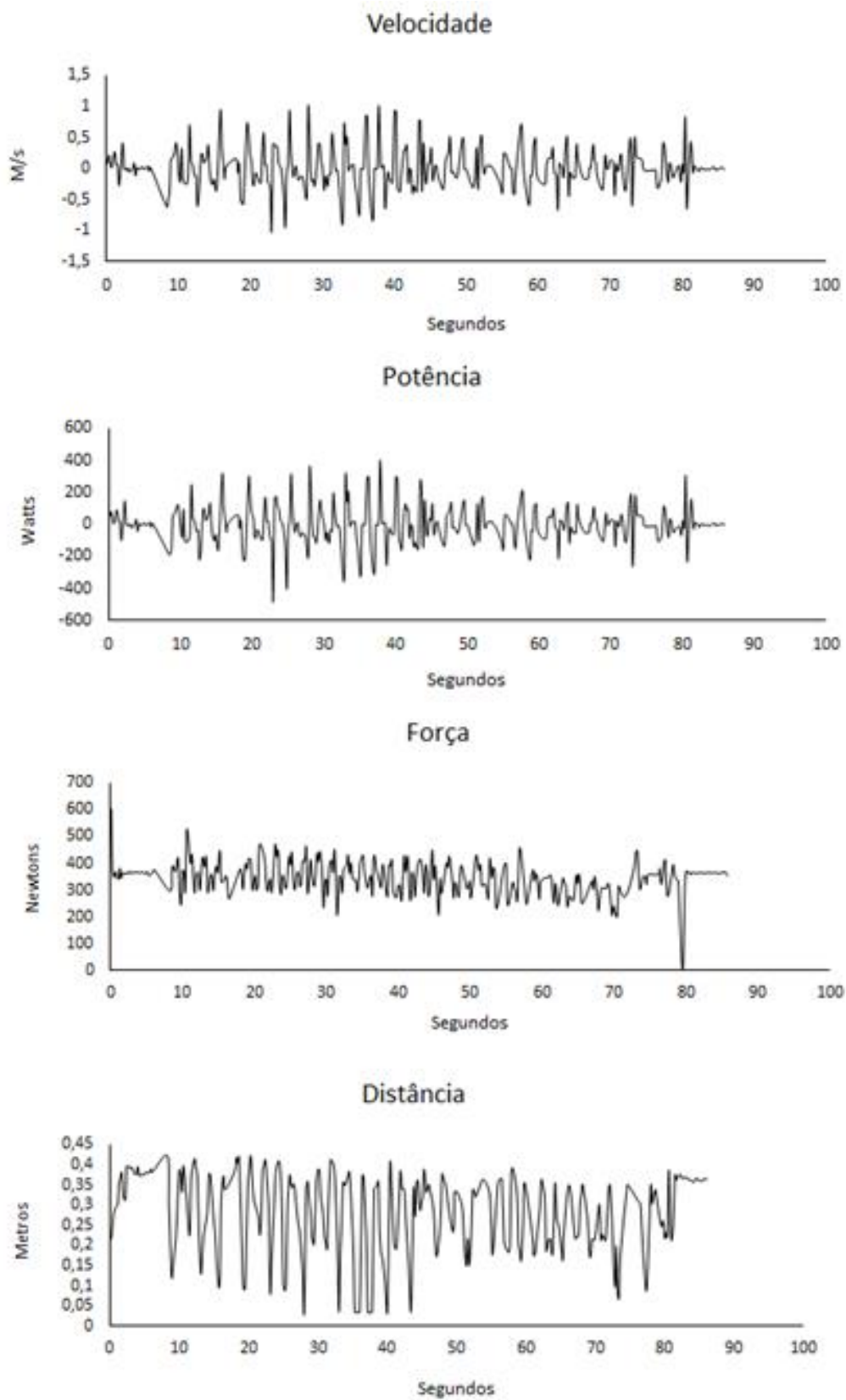


Figura 34. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 2 segundos e com pesos de massas referentes a 38,76 Kg.

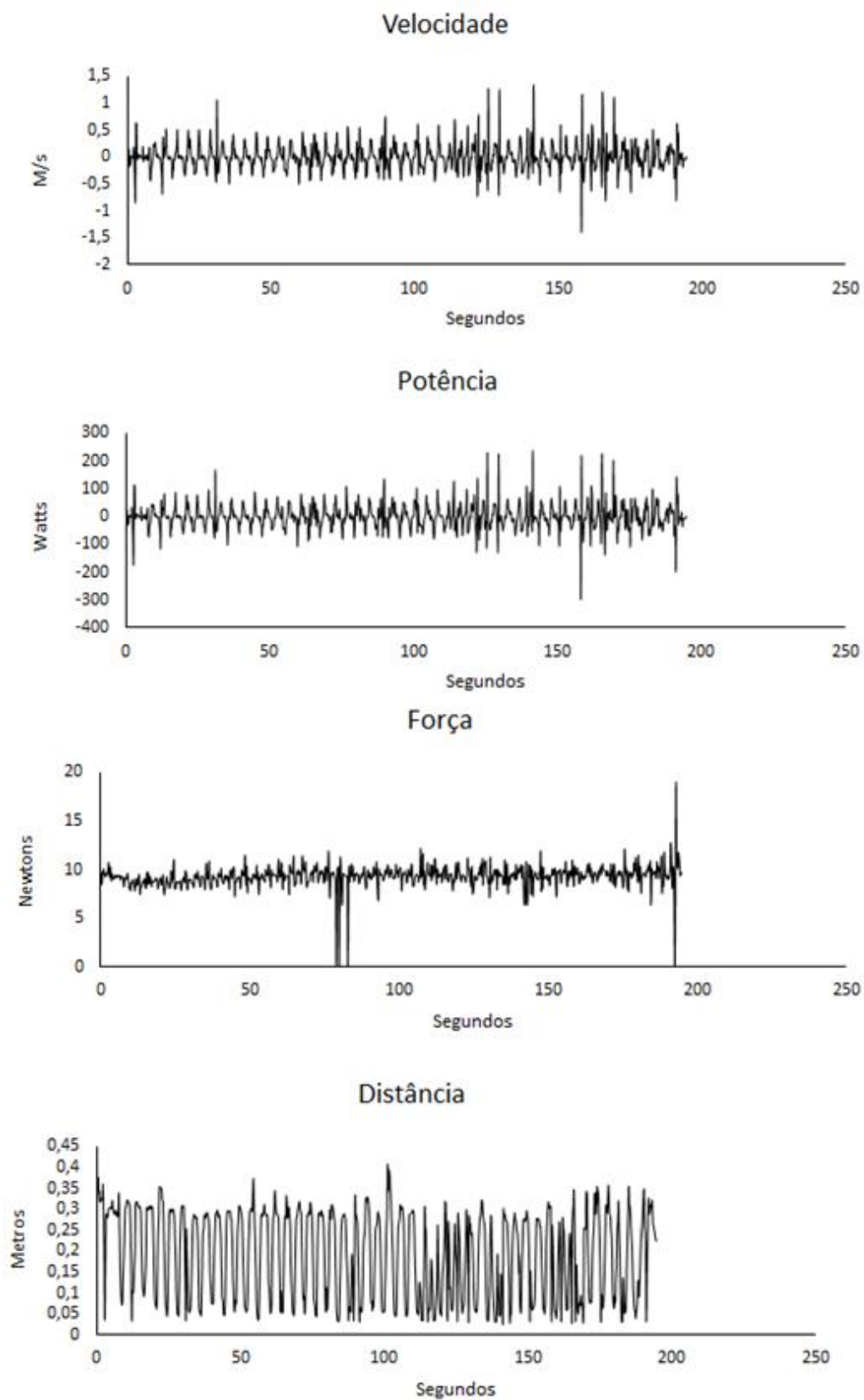


Figura 35. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com pesos de massas referentes a 19,36 Kg.

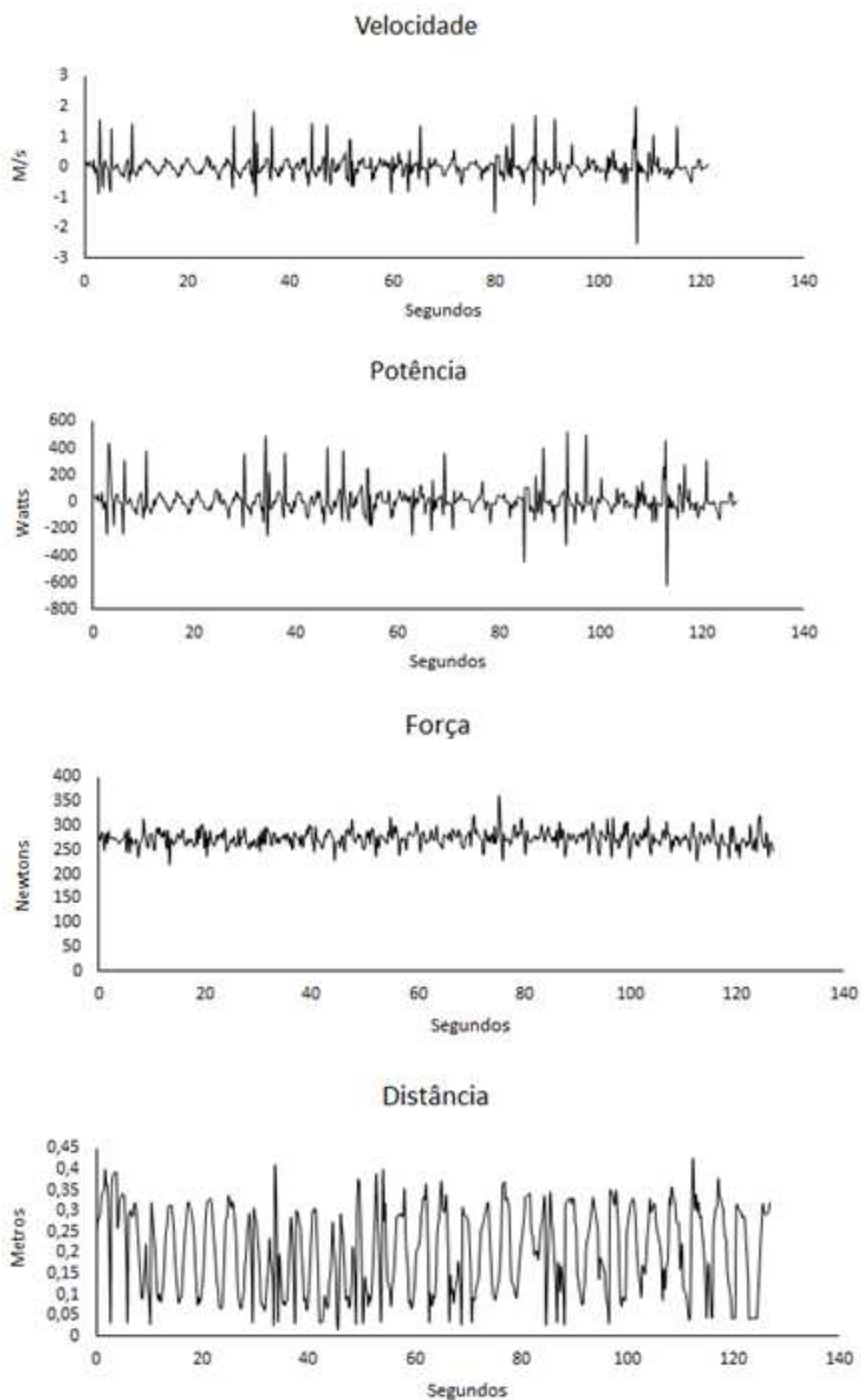


Figura 36. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com peso de massa referentes a 28,78 Kg.

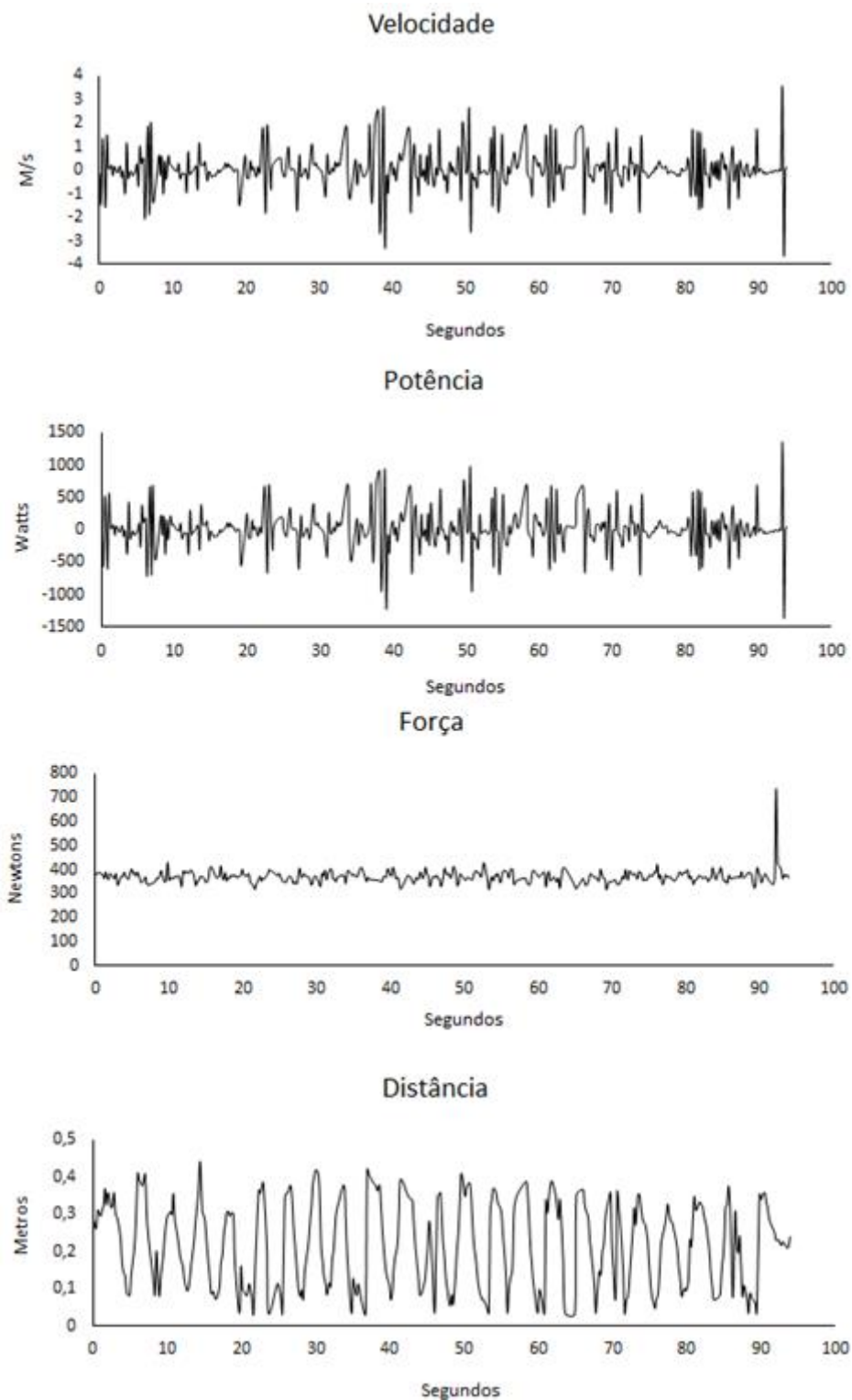


Figura 37. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 4 segundos e com peso de massas referentes a 38,76 Kg.

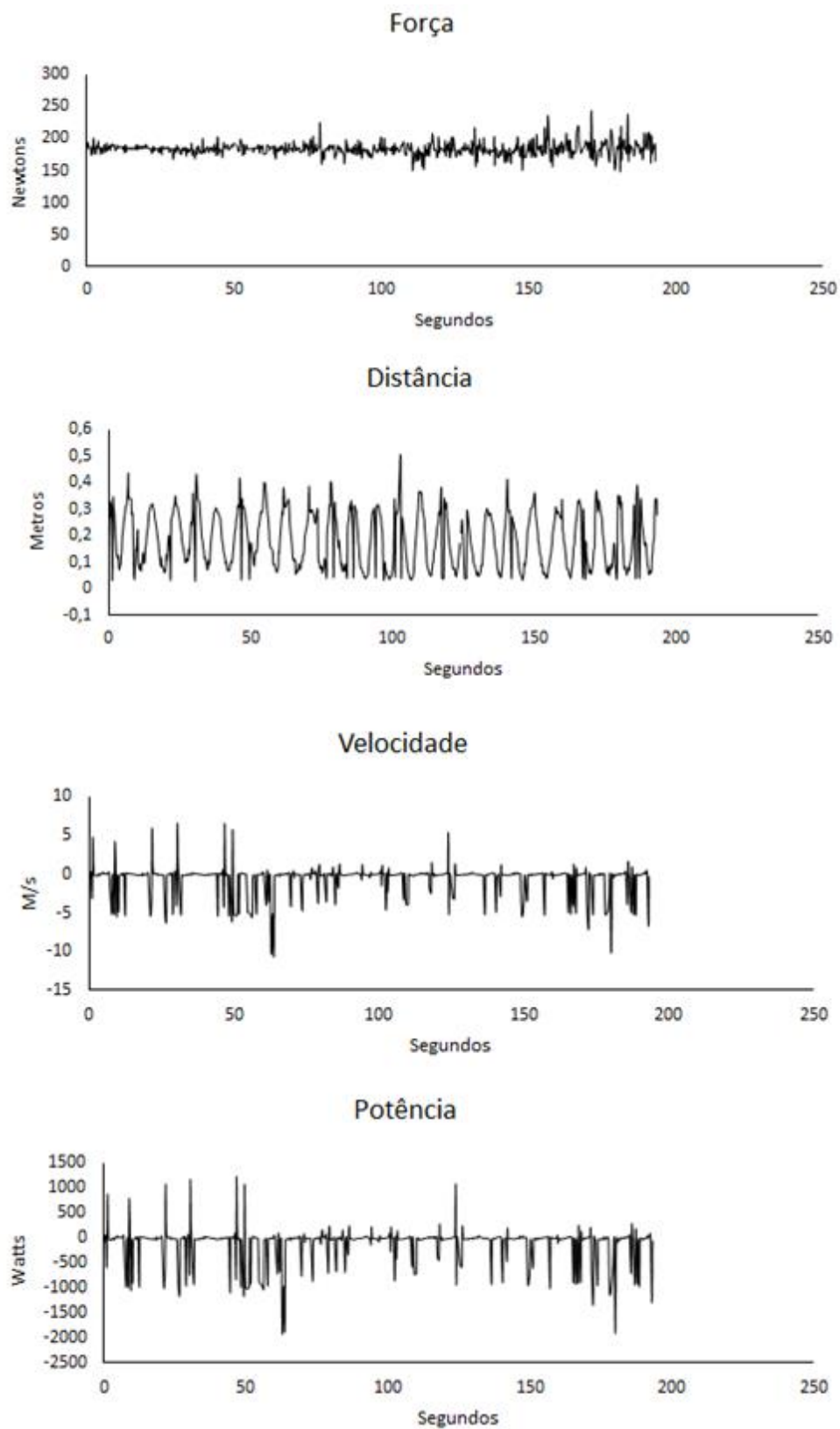


Figura 38. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referentes a 19,36 Kg.

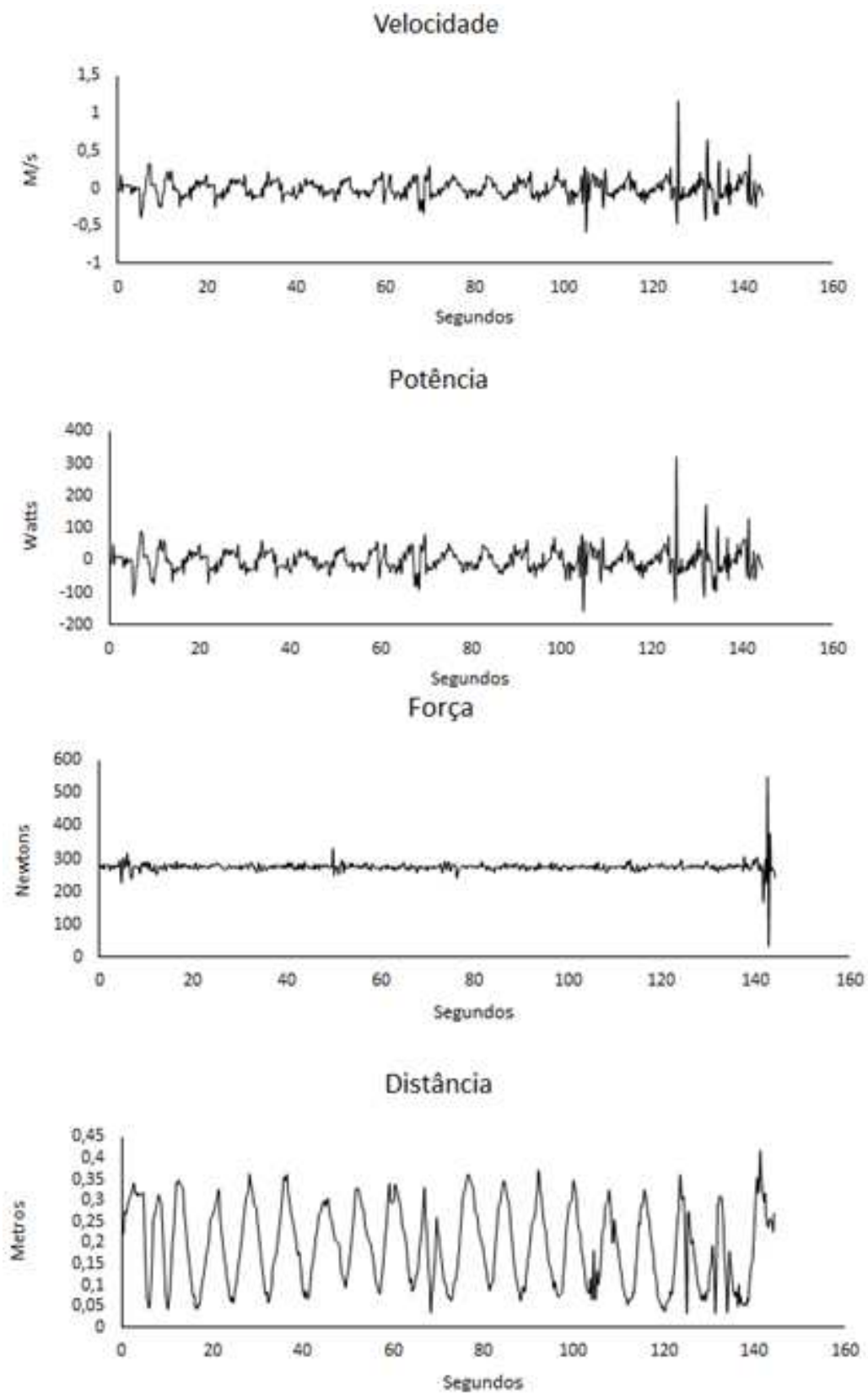


Figura 39. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referente a 28,78 Kg.

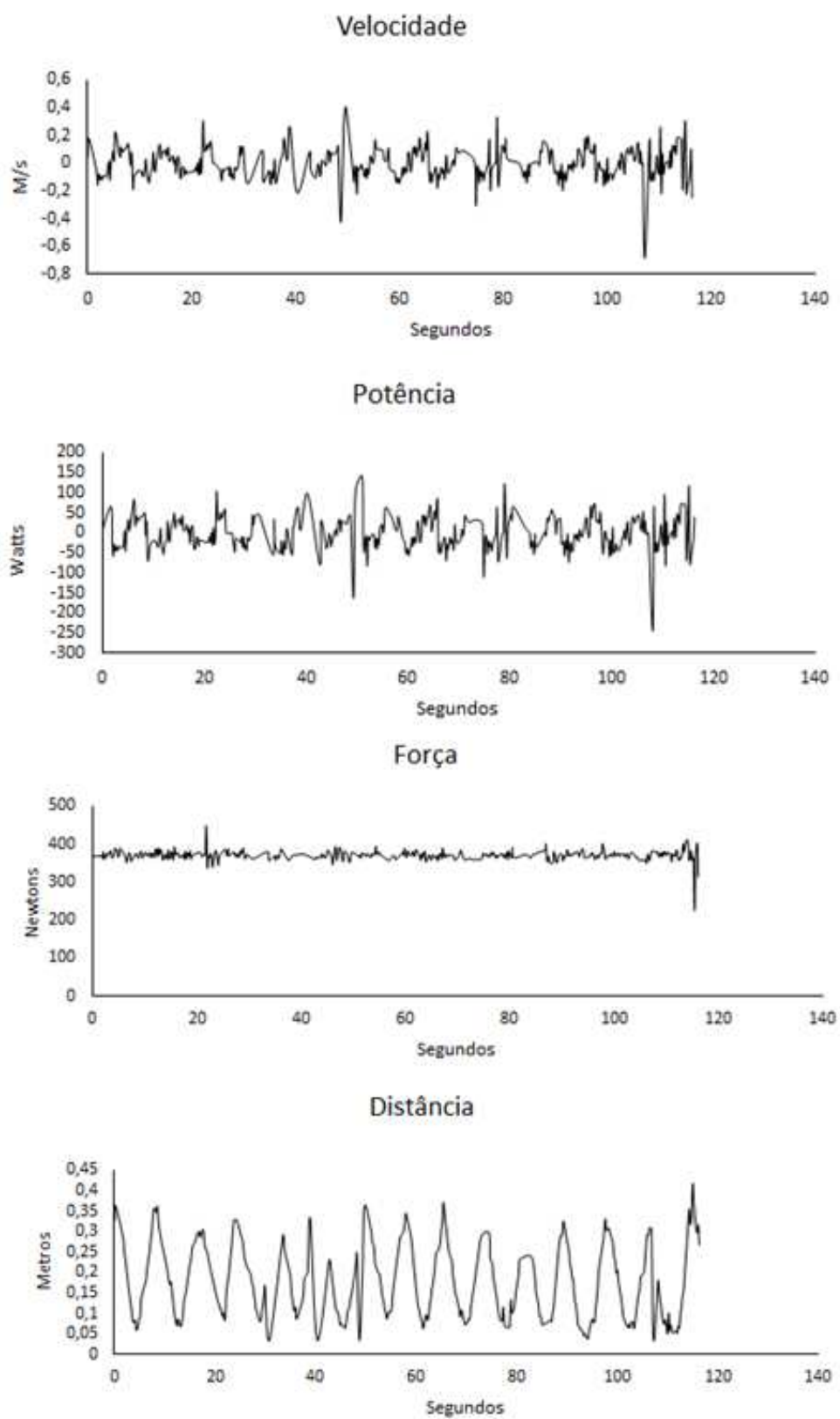


Figura 40. Sinais de velocidade, potência, força e distância de esforços realizados sob a cadência de 8 segundos e com peso de massa referente a 38,76 Kg.

Na tabela 2, é evidenciado a média e desvio padrão de PC, CTA e R^2 obtidos pela avaliação de potência crítica, por meio da aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X as variáveis de tempo de duração e potência realizados em esforços de mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas que foram efetuados com diferentes massas de peso (19,36, 28,78, 38,76 Kg). E na figura 41 é representado graficamente as regressões obtidas por meio destes modelos anteriormente citados, com as médias de tempo de duração e potência, obtidas de esforços realizados sob a mesma cadência e com pesos de mesmas massas.

Tabela 2. Média e desvio padrão de PC, CTA e R^2 obtidos pela avaliação de potência crítica, por meio dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicados as variáveis de tempo e potência de esforços realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas efetuados com pesos de mesmas massas (19,36, 28,78, 38,76 Kg).

Potência Crítica			
Modelo Hiperbólico			
Cadência (segundos/repetição)	PC (W)	CTA (J)	R^2
2	$41,97 \pm 16,88$	$4568,7 \pm 1653,22$	$0,98 \pm 0,03$
4	$29,90 \pm 10,04$	$3563,4 \pm 3563,40$	$0,98 \pm 0,01$
8	$17,95 \pm 5,69$	$2336,46 \pm 2336,46$	$0,96 \pm 0,04$
Modelo Linear			
Cadência (segundos/repetição)	PC (W)	CTA (J)	R^2
2	$43,99 \pm 19,59$	$4437,23 \pm 1759,444$	$0,95 \pm 0,00$
4	$11502,7 \pm 2656,52$	$- 316055,5 \pm 199128$	$0,99 \pm 0,00$
8	2727490 ± 1243726	$- 192499000 \pm 1243726$	$0,98 \pm 0,12$
Modelo Linear 1/X			
Cadência (segundos/repetição)	PC (W)	CTA (J)	R^2
2	$45,76 \pm 19,59$	$4331,62 \pm 1759,44$	$0,96 \pm 0,05$
4	$33,87 \pm 11,2$	$3251,15 \pm 1042,3$	$0,96 \pm 0,05$
8	$15,79 \pm 5,93$	$2777,39 \pm 906,75$	$0,93 \pm 0,06$

Potência Crítica

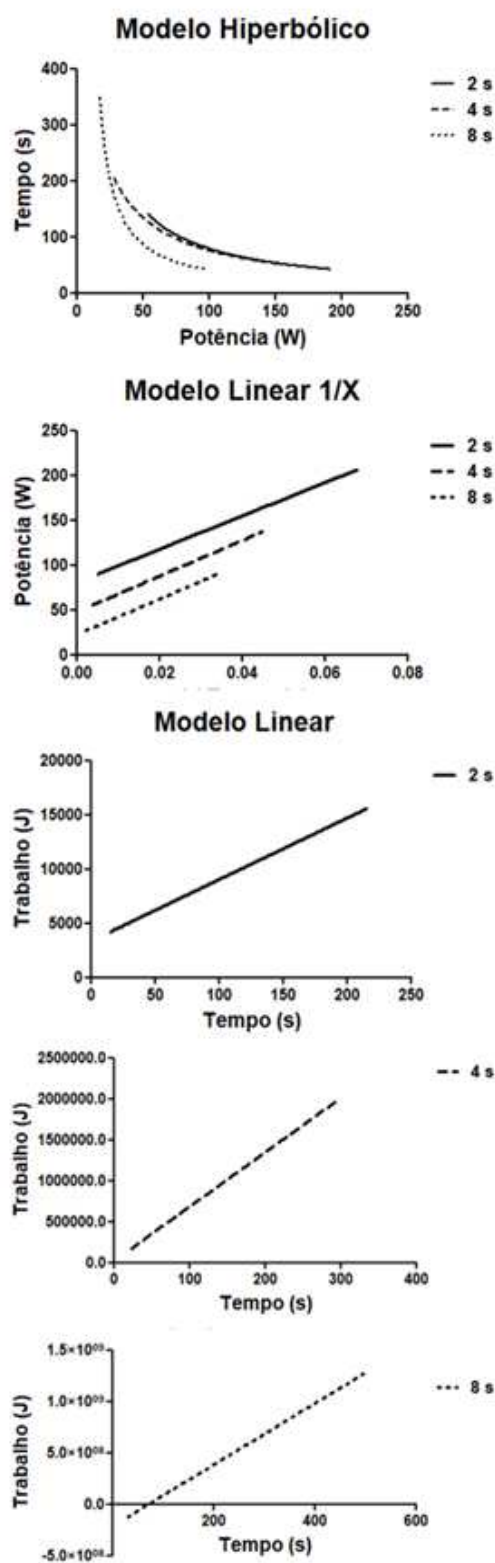


Figura 41. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado a potência crítica.

Na tabela 3, é evidenciado a média e desvio padrão de FC, CIA e R^2 obtidos pela avaliação de potência crítica, por meio da aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X as variáveis de tempo de duração e força realizados em esforços de mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas que foram efetuados com pesos de diferentes massas (19,36, 28,78, 38,76 Kg). E na figura 42 é representado graficamente as regressões obtidas por meio destes modelos anteriormente citados, com as médias de tempo de duração e força, obtidas de esforços realizados sob a mesma cadência e com pesos de mesmas massas.

Tabela 3. Média e desvio padrão de FC, CIA e R^2 obtidos pela avaliação de força crítica, por meio dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicados as variáveis de tempo e força de esforços realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos), mas efetuados com pesos de mesmas massas (19,36, 28,78, 38,76 Kg).

Força Crítica			
Modelo Hiperbólico			
Cadência (segundos/repetição)	FC (N)	CIA (N*S)	R^2
2	97,29 ± 39,4	13535,6 ± 3898	0,99 ± 0,01
4	120,7 ± 16,38	14102,8 ± 2970,16	0,99 ± 0,01
8	127,11 ± 19,71	16255,3 ± 4028,56	0,99 ± 0,01
Modelo Linear			
Cadência (segundos/repetição)	FC (N)	CIA (N*S)	R^2
2	114,31 ± 36,07	12472,14 ± 4138,07	0,98 ± 0,06
4	124,60 ± 18,56	13623,6 ± 2919,8	0,98 ± 0,02
8	129,63 ± 18,36	15735,96 ± 3602,78	0,96 ± 0,05
Modelo Linear 1/X			
Cadência (segundos/repetição)	FC (N)	CIA (N*S)	R^2
2	114,31 ± 38,1	12472,14 ± 4256,86	0,98 ± 0,02
4	130,92 ± 24,47	13104,57 ± 2983,12	0,98 ± 0,02
8	132,94 ± 23,26	15337,85 ± 3672,04	0,97 ± 0,03

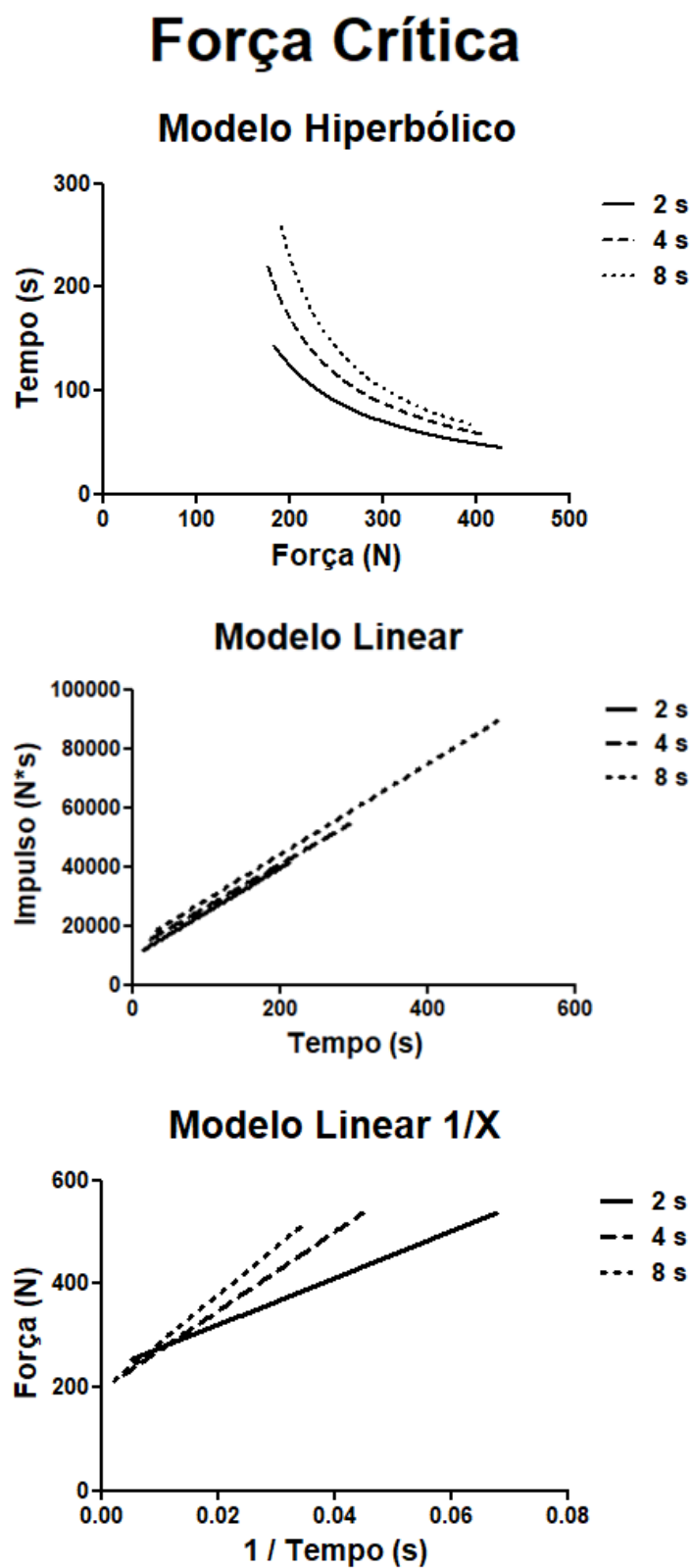


Figura 42. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado a força crítica.

Na tabela 4, é evidenciado a média e desvio padrão de LC, CLA e R^2 obtidos pela avaliação de levantamento crítico, por meio da aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X as variáveis de tempo de duração e massas dos pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), obtidos e utilizados em esforços exaustivos realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos). E na figura 43 é representado graficamente as regressões obtidas por meio destes modelos anteriormente citados, com as médias de tempo de duração e massas, obtidas de esforços realizados sob a mesma cadência e com pesos de mesmas massas.

Tabela 4. Média e desvio padrão de LC e CLA obtidos em 3 esforços sob a mesma (2, 4 e 8 segundos), mas realizados com diferentes pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), dos modelos (modelo hiperbólico, modelo linear, modelo linear 1/X) aplicados ao levantamento crítico.

Levantamento Crítico			
Modelo Hiperbólico (Peso pelo Tempo)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*S)	R^2
2	8,92 ± 3,69	1270,54 ± 344,26	0,99 ± 0,01
4	10,9 ± 2,48	1508,89 ± 422,44	0,99 ± 0,01
8	10,81 ± 3,74	1685,7 ± 592,64	0,99 ± 0,01
Modelo Linear (Levantamento pelo Tempo)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*S)	R^2
2	9,79 ± 3,66	1230,76 ± 391,22	0,96 ± 0,04
4	12,52 ± 1,96	1337,3 ± 266,82	0,99 ± 0,02
8	13,67 ± 1,25	1539,55 ± 393,92	0,98 ± 0,02
Modelo Linear (Peso pelo 1/Tempo)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*S)	R^2
2	10,56 ± 3,7	1164,55 ± 384,13	0,98 ± 0,02
4	12,92 ± 2,3	1274,13 ± 288,46	0,98 ± 0,02
8	13,38 ± 2,37	1509,42 ± 360,06	0,97 ± 0,03

Levantamento Crítico

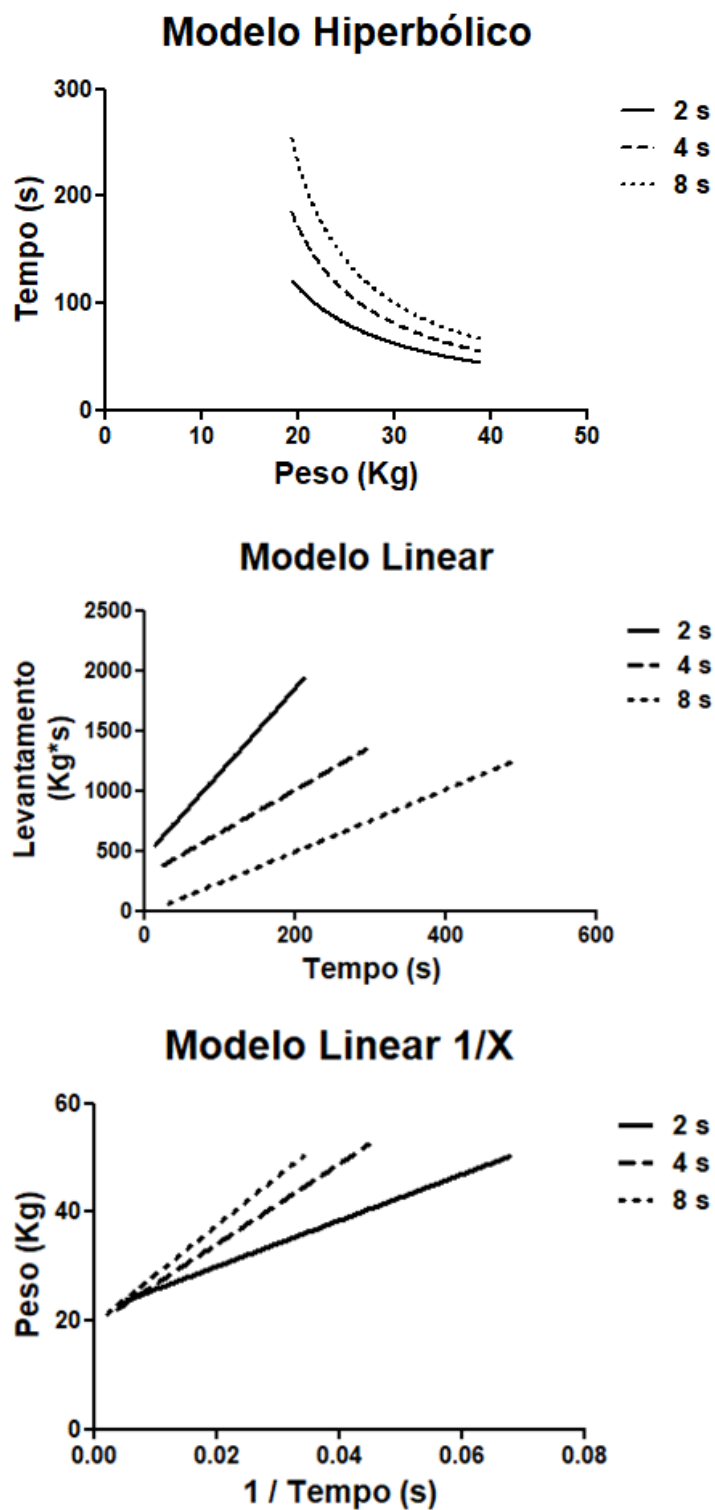


Figura 43. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado ao levantamento crítico.

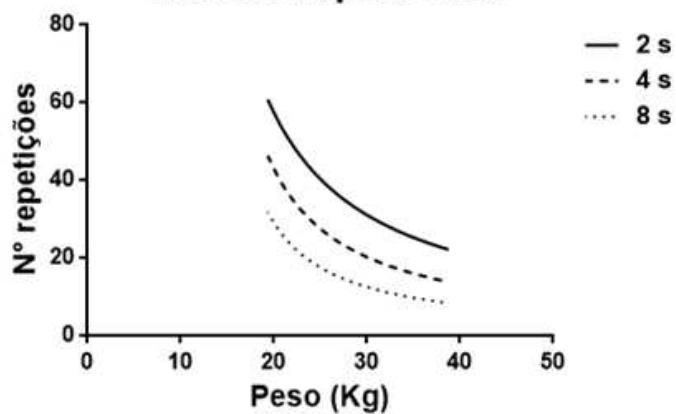
Na tabela 5, é evidenciado a média e desvio padrão de LC, CLA e R² obtidos pela avaliação de levantamento crítico, por meio da aplicação dos modelos matemáticos hiperbólico, linear e linear 1/X as variáveis de número de repetições e massas dos pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), obtidos e utilizados em esforços exaustivos realizados sob a mesma cadência (2, 4 e 8 segundos). E na figura 44 é representado graficamente as regressões obtidas por meio destes modelos anteriormente citados, com as médias de números de repetições e massas, obtidas de esforços realizados sob a mesma cadência e com pesos de mesmas massas.

Tabela 5. Média e desvio padrão de LC e CLA obtidos em 3 esforços sob a mesma (2, 4 e 8 segundos), mas realizados com diferentes pesos (19,36, 28,78, 38,76 Kg), dos modelos (modelo hiperbólico, modelo linear, modelo linear 1/X) aplicados ao levantamento crítico, em que se utilizou o número de repetições ao invés do tempo dos esforços.

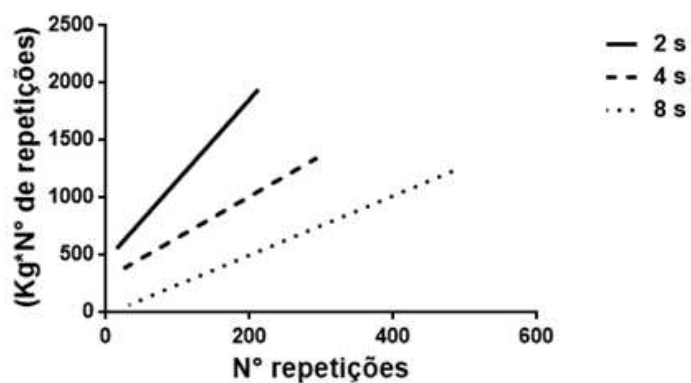
Levantamento Crítico - N° repetição			
Modelo Hiperbólico (N° repetições pelo Peso)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*N°repetições)	R ²
2	9,6 ± 4	892,06 ± 684,62	0,99 ± 0,02
4	11,03 ± 3,88	632,26 ± 490,35	0,99 ± 0,01
8	12,93 ± 5,6	597,7 ± 701,66	0,99 ± 0,01
Modelo Linear (Levantamento pelo N° repetições)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*N°repetições)	R ²
2	9,7 ± 4,37	606,50 ± 240,94	0,94 ± 0,01
4	12,31 ± 1,99	331,29 ± 95,39	0,98 ± 0,02
8	13,67 ± 1,72	192,44 ± 60,71	0,99 ± 0,02
Modelo Linear (Peso pelo 1/N° repetições)			
Cadência (segundos/repetição)	LC (Kg)	CLA (Kg*N°repetições)	R ²
2	10,56 ± 3,70	582,28 ± 254,28	0,98 ± 0,29
4	11,50 ± 4,18	369,81 ± 150,15	0,97 ± 0,02
8	12,30 ± 4,73	210,29 ± 89,63	0,97 ± 0,03

Levantamento Crítico (N° repetições)

Modelo Hiperbólico



Modelo Linear



Modelo Linear

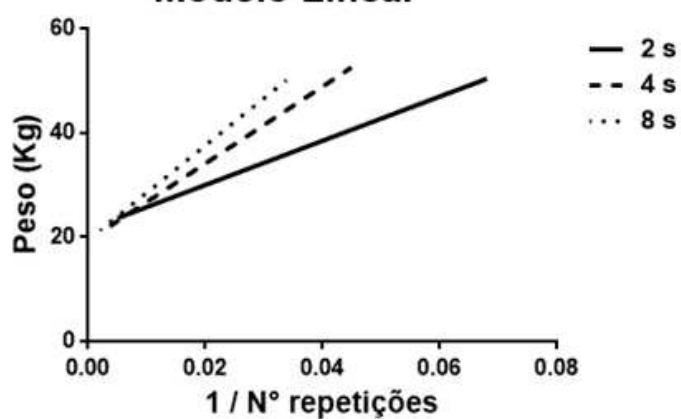


Figura 44. Regressões realizadas por meio dos modelos hiperbólico, linear e linear 1/X, aplicado ao levantamento crítico, em que foi utilizado o número de repetições ao invés dos tempos dos esforços exaustivos.

Na tabela 6 temos os coeficientes de correlação intraclasse de uma única via aleatória aplicados em pares, para com os mesmos parâmetros de diferentes modelos matemáticos.

Tabela 6. Coeficiente de correlação intraclasse de uma única via aleatória, entre os mesmos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidas por diferentes modelos (hiperbólico, linear, linear 1/X) de mesma adaptação (potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições), em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Potência Crítica (N = 10)	2s		4s		8s	
	PC	CTA	PC	CTA	PC	CTA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,960*	0,97*	-0,741	-0,329	-0,435	-0,267
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,865*	0,924*	0,795*	0,814*	0,77*	0,814*
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,968*	0,984*	-0,741	-0,328	-0,435	-0,267
Força Crítica (N = 10)	2s		4s		8s	
	FC	CIA	FC	CIA	FC	CIA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,951*	0,978*	0,902*	0,963*	0,940*	0,936*
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,809*	0,932*	0,571*	0,849*	0,719*	0,762*
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,945*	0,986*	0,837*	0,958*	0,899*	0,934*
Levantamento Crítico (N = 9)	2s		4s		8s	
	LC	CLA	LC	CLA	LC	CLA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,965*	0,991*	0,884*	0,946*	0,782*	0,941*
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	1*	1*	1*	1*	1*	1*
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,965*	0,991*	0,884*	0,946*	0,782*	0,941*
Levantamento Crítico – N° repetição (N= 10)	2s		4s		8s	
	LC	CLA	LC	CLA	LC	CLA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,949*	0,987*	0,846*	0,962*	0,781*	0,941*
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/N° repetições)	0,722*	0,307	0,799*	0,005	0,687*	-0,061
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/N° repetições)	0,835*	0,307	0,38	0,038	0,299	0,01

P < 0,05 *

Na tabela 7 temos os valores de p obtidos no teste-t de Wilcoxon, aplicados em pares para com os mesmos parâmetros de diferentes modelos matemáticos.

Tabela 7. Valor de P do Teste – T de Wilcoxon, entre os mesmos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidas por diferentes modelos (hiperbólico, linear, linear 1/X) de mesma adaptação (potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico que se utilizou número de repetições).

Potência Crítica (N = 10)	2s		4s		8s	
	PC	CTA	PC	CTA	PC	CTA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,80	0,58	0,01	0,01	0,01	0,01
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,65	0,58	0,07	0,07	0,24	0,33
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,65	0,65	0,01	0,01	0,01	0,01
Força Crítica (N = 10)	2s		4s		8s	
	FC	CIA	FC	CIA	FC	CIA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,06	0,07	0,24	0,20	0,58	0,65
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,07	0,07	0,20	0,20	0,65	0,65
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,07	0,09	0,20	0,20	0,72	0,65
Levantamento Crítico (N = 9)	2s		4s		8s	
	LC	CLA	LC	CLA	LC	CLA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,11	0,11	0,01	0,14	0,37	0,31
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/Tempo)	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/Tempo)	0,11	0,11	0,39	0,14	0,37	0,31
Levantamento Crítico - N° repetição (N= 10)	2s		4s		8s	
	LC	CLA	LC	CLA	LC	CLA
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear	0,06	0,06	0,17	0,14	0,37	0,31
Modelo Hiperbólico vs. Modelo Linear (1/N° repetições)	0,28	0,02	0,15	0,01	0,86	0,09
Modelo Linear vs. Modelo Linear (1/N° repetições)	0,28	0,02	0,15	0,02	0,68	0,11

P < 0,05 *

Na tabela 8, 10 e 12 é evidenciado os coeficientes da correlação de Spearman entre os parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) obtidos pelos mesmos modelos (modelo

hiperbólico, linear, e linear 1/X) aplicados a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições realizadas nos esforços exaustivos. E na tabela 9, 11 e 13 temos os coeficientes da correlação de Spearman entre os parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidos pelos mesmos modelos (modelo hiperbólico, linear, e linear 1/X) aplicados a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições efetuadas nos esforços exaustivos.

Tabela 8. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo hiperbólico aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Hiperbólicos			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Potência			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Força			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Peso			Modelo Hiperbólico – Nºrepetição vs Peso			
	Cadências	Variáveis	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	
			PC	PC	PC	FC	FC	FC	LC	LC	LC	LC	LC	LC	
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Potência	2 s	PC													
	4 s	PC	0,39												
	8 s	PC	0,23	0,25											
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Força	2 s	FC	0,73*	0,42	0,21										
	4 s	FC	0,47	0,65*	0,2	0,26									
	8 s	FC	0,22	0,08	0,27	0,18	0,7*								
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Peso	2 s	LC	0,7*	0,45	0,05	0,98*	0,2	0,03							
	4 s	LC	0,479	,65*	0,2	0,26	1*	0,7*	0,2						
	8 s	LC	0,091	-0,27	-0,03	-0,03	0,51	0,85*	-0,15	0,51					
Modelo Hiperbólico – Nºrepetição vs Peso	2 s	LC	0,515	0,39	0,05	0,85*	0,26	0,14	0,88*	0,26	-0,03				
	4 s	LC	0,321	0,56	0,13	0,14	0,96*	0,67*	0,09	0,96*	0,56	0,26			
	8 s	LC	-0,018	-0,12	0,16	0,02	0,51	,87*	-0,1	0,51	0,81*	0,21	0,7*		

$P < 0,05$ *

Tabela 9. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo hiperbólico aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Hiperbólicos			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Potência			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Força			Modelo Hiperbólico - Tempo vs Peso			Modelo Hiperbólico – N°repetição vs Peso		
	Cadências	Variáveis	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s
			CTA	CTA	CTA	CIA	CIA	CIA	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Potência	2 s	CTA												
	4 s	CTA	0,76*											
	8 s	CTA	0,51	0,45										
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Força	2 s	CIA	0,74*	0,65*	0,22									
	4 s	CIA	0,54	0,72*	0,42	0,59								
	8 s	CIA	0,77*	0,76*	0,50	0,68*	0,84*							
Modelo Hiperbólico - Tempo vs Peso	2 s	CLA	0,77*	0,64*	0,24	0,99*	0,60	0,70*						
	4 s	CLA	0,54	0,72*	0,42	0,59	1*	0,85*	0,60					
	8 s	CLA	0,81*	0,81*	0,53	0,72*	0,87*	0,99*	0,73*	0,87*				
Modelo Hiperbólico – N°repetição vs Peso	2 s	CLA	0,3	0,19	0,23	0,57	0,26	0,27	0,56	0,27	0,34			
	4 s	CLA	0,25	0,21	0,52	0,44	0,37	0,48	0,40	0,38	0,47	0,58		
	8 s	CLA	0,1	0,04	0,35	0,13	0,14	0,29	0,08	0,15	0,18	0,16	0,841*	

$P < 0,05$ *

Tabela 10. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo linear aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Linear		Modelo Linear - Trabalho vs Tempo			Modelo Linear - Impulso vs Tempo			Modelo Linear - Levantamento vs Tempo			Modelo Linear - Levantamento vs N° repetições					
		Cadências			2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s
		Variáveis	PC	PC	PC	FC	FC	FC	LC	LC	LC	LC	LC	LC		
Modelo Linear - Trabalho vs Tempo	2 s	PC														
	4 s	PC	0,59													
	8 s	PC	0,3	0,68*												
Modelo Linear - Impulso vs Tempo	2 s	FC	0,818*	0,68*	0,2											
	4 s	FC	0,68*	0,31	0,27	0,61										
	8 s	FC	0,25	-0,1	0,14	0,22	0,61									
Modelo Linear - Levantamento o vs Tempo	2 s	LC	0,85*	0,57	0,17	0,98*	0,65	0,37								
	4 s	LC	0,68*	0,31	0,27	0,61	1*	0,61	0,65							
	8 s	LC	0,31	-0,11	-0,02	0,34	0,62	0,96*	0,52	0,62						
Modelo Linear - Levantamento o vs N° repetições	2 s	LC	0,79*	0,64*	0,21	,98*	0,6	0,25	1*	0,6	0,37					
	4 s	LC	0,68*	0,31	0,27	0,61	1*	0,612	0,65	1*	0,62	0,6				
	8 s	LC	0,25	-0,317	-0,08	0,25	0,55	0,95*	0,52	0,55	1*	0,28	0,55			

$P < 0,05$ *

Tabela 11. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo linear aplicado a potência crítica, força crítica,

levantamento crítico levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Linear				Modelo Linear - Trabalho vs Tempo			Modelo Linear - Impulso vs Tempo			Modelo Linear - Levantamento vs Tempo			Modelo Linear - Levantamento vs N° repetições		
	Cadências			2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s
	Variáveis			CTA	CTA	CTA	CIA	CIA	CIA	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA	CLA
Modelo Linear - Trabalho vs Tempo	2 s	CTA													
	4 s	CTA													
	8 s	CTA													
Modelo Linear - Impulso vs Tempo	2 s	CIA	0,93*												
	4 s	CIA	0,82*			0,79*									
	8 s	CIA	0,88*			0,82*	0,95*								
Modelo Linear - Levantamento vs Tempo	2 s	CLA	0,92*			1*	0,72*	0,75*							
	4 s	CLA	0,73*			0,72*	0,99*	0,92*	0,62						
	8 s	CLA	0,88*			0,82*	0,95*	1*	0,75*	0,93*					
Modelo Linear - Levantamento vs N° repetições	2 s	CLA	0,93*			1*	0,79*	0,82*	1**	0,721*	0,82*				
	4 s	CLA	0,733*			0,72*	0,99*	0,93*	0,62	1*	0,93*	0,721*			
	8 s	CLA	0,83*			0,83*	0,98*	1*	0,76*	0,97*	1*	0,83*	0,97*		

$P < 0,05$ *

Tabela 12. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pelo modelo linear 1/X aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o número de

repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Linear 1/X			Modelo Linear - Potência vs 1/Tempo			Modelo Linear - Força vs 1/Tempo			Modelo Linear - Peso vs 1/Tempo			Modelo Linear - Peso vs 1/Nº repetições					
			Cadências			2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s	2 s	4 s	8 s
			Variáveis	PC	PC	PC	FC	FC	FC	LC	LC	LC	LC	LC	LC		
Modelo Linear - Potência vs 1/Tempo	2 s	PC															
	4 s	PC	0,21														
	8 s	PC	0,18	0,2													
Modelo Linear - Força vs 1/Tempo	2 s	FC	0,84*	0,297	0,38												
	4 s	FC	0,58	0,73*	0,47	0,73*											
	8 s	FC	0,3	0,19	0,5	0,67*	0,66*										
Modelo Linear - Peso vs 1/Tempo	2 s	LC	0,83*	0,37	0,36	0,98*	0,76*	0,64*									
	4 s	LC	0,65*	0,61	0,5	0,82*	0,98*	0,7*	0,83*								
	8 s	LC	0,34	0,21	0,6	0,7*	0,67*	0,99*	0,66*	0,71*							
Modelo Linear - Peso vs 1/Nº repetições	2 s	LC	0,83*	0,37	0,36	0,99*	0,76*	0,64*	1*	0,83*	0,66*						
	4 s	LC	0,65*	0,61	0,5	0,82*	0,98*	0,7*	0,83*	1*	0,71*	0,83*					
	8 s	LC	0,34	0,21	0,6	0,7*	0,67*	0,99*	0,66*	0,71*	1*	0,66*	0,78*				

$P < 0,05$ *

Tabela 13. Coeficiente de correlação de Spearman entre as variáveis anaeróbias (CTA, CIA e CLA) obtidas pelo modelo linear 1/X aplicado a potência crítica, força crítica, levantamento crítico e levantamento crítico em que se utilizou o

número de repetições dos esforços exaustivos, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Linear 1/X	Modelo Linear - Potência vs 1/Tempo			Modelo Linear - Força vs 1/Tempo			Modelo Linear - Peso vs 1/Tempo			Modelo Linear - Peso vs 1/Nº repetições		
	Cadências			2 s			2 s			2 s		
	Variáveis			CTA	CTA	CTA	CIA	CIA	CIA	CLA	CLA	CLA
Modelo Linear - Potência vs 1/Tempo	2 s	CTA										
	4 s	CTA	0,78*									
	8 s	CTA	0,745*	0,68*								
Modelo Linear - Força vs 1/Tempo	2 s	CIA	0,89*	0,6	0,68*							
	4 s	CIA	0,82*	0,74*	0,76*	0,85*						
	8 s	CIA	0,90*	0,76*	0,67*	0,78*	0,80*					
Modelo Linear - Peso vs 1/Tempo	2 s	CLA	0,89*	0,6	0,68*	1*	0,85*	0,78*				
	4 s	CLA	0,82*	0,74*	0,76*	0,85*	1*	0,81*	0,85*			
	8 s	CLA	0,90*	0,76*	0,67*	0,78*	0,81*	1*	0,78*	0,81*		
Modelo Linear - Peso vs 1/Nº repetições	2 s	CLA	0,89*	0,6	0,68*	1*	0,85*	0,78*	1*	0,85*	0,78*	
	4 s	CLA	,81*	0,74*	0,76*	0,85*	1*	,81*	0,85*	1*	0,81*	0,85*
	8 s	CLA	0,90*	0,76*	0,67*	0,78*	0,81*	1*	0,78*	0,81*	1*	0,78*

P < 0,05 *

Na tabela 14 é evidenciado os coeficientes de correlação intraclass de uma única via aleatória para averiguar de existe semelhança entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC, FC e LC), obtidas pela aplicação dos modelos hiperbólico e modelo linear 1/X, sob esforços efetuados sob uma mesma cadência.

Tabela 14. Coeficientes de correlação intraclass entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pela aplicação dos modelos

hiperbólico e linear $1/X$, em esforços de mesma cadência, em que para as diferenças significantes atestadas o $P < 0,05$ (*).

Modelos Hiperbólicos - 2s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 2 segundos	PC	FC	LC
FC	-0,09		
LC - Tempo pelo peso	-0,44	-0,56	
LC - N° repetições pelo peso	-0,19	0,88	-0,57
Modelos Hiperbólicos - 4s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 4 segundos	PC	FC	LC
FC	0,36		
LC - Tempo pelo peso	0,33	0,99*	
LC - N° repetições pelo peso	0,26*	0,95*	1*
Modelos Hiperbólicos - 8s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 8 segundos	PC	FC	LC
FC	-0,58		
LC - Tempo pelo peso	-0,38	0,5	
LC - N° repetições pelo peso	-0,41	0,48	0,57*
Modelos lineares (1/X) - 2s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 2 segundos	PC	FC	LC
FC (Kg)	-0,08		
LC - 1/Tempo (Kg)	-0,17	-0,25	
LC - 1/N° repetições (Kg)	-0,25	-0,55	-0,57
Modelos lineares (1/X) - 4s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 4 segundos	PC	FC	LC
FC (Kg)	0,57*		
LC - 1/Tempo (Kg)	0,57*	1*	
LC - 1/N° repetições (Kg)	0,57*	1*	1*
Modelos lineares (1/X) - 8s			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 8 segundos	PC	FC	LC
FC	1*		
LC - 1/Tempo	-0,53	-0,53	
LC - 1/N° repetições	-0,53	-0,53	1*

$P < 0,05$ *

Na tabela 15 é evidenciado os valores de p do teste-t de Wilcoxon para averiguar se existe diferença entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC,

FC e LC) obtidas pela aplicação dos modelos hiperbólico e modelo linear $1/X$, em esforços efetuados sob uma mesma cadência.

Tabela 15. Valor de P do teste-t de Wilcoxon entre as massas dos pesos correspondentes as variáveis aeróbias (PC, FC e LC) obtidas pela aplicação dos modelos hiperbólico e linear $1/X$, em esforços de mesma cadência.

Modelos Hiperbólicos

Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 2 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	0,01		
LC - Tempo pelo peso	0,01	0,01	
LC - N° rep. pelo peso	0,01	0,07	0,01
Modelos Hiperbólicos			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 4 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	0,72		
LC - Tempo pelo peso	0,88	0,01	
LC - N° rep. pelo peso	0,88	0,01	1,00
Modelos Hiperbólicos			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 8 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	0,01		
LC - Tempo pelo peso	0,01	0,07	
LC - N° rep. pelo peso	0,01	0,01	0,18
Modelos lineares (1/X)			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 2 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	0,01		
LC - 1/Tempo	0,01	0,01	
LC - 1/N° repetições	0,01	0,17	0,01
Modelos lineares (1/X)			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 4 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	0,39		
LC - 1/Tempo	0,44	0,01	
LC - 1/N° repetições	0,44	0,01	1,00
Modelos lineares (1/X)			
Variáveis obtidas em esforços sob a cadência de 8 segundos	PC	FC	LC - 1/Tempo
FC	1,00		
LC - 1/Tempo	0,01	0,01	
LC - 1/N° repetições	0,01	0,01	0,32

Na tabela 16, 17, 18 e 19, temos os resultados interpretados do teste de ANOVA e post-hoc de Kruskal Wallis para os dados não paramétricos, e do teste de ANOVA e de Tukey para os dados paramétricos, referentes aos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e aos parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidos por esforços de diferentes cadências (2, 4 e 8 segundos), e pelos mesmos modelos (hiperbólico, linear e linear 1/X).

Tabela 16. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de PC e CTA obtidas em diferentes cadências.

Potência Crítica	Relações das variáveis obtidas nas cadências de 2, 4 e 8 segundos (2S, 4S e 8S)	p	Teste
Modelo Hiperbólico			
PC	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0444	Tukey
CTA	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0167	Kruskal Wallis
Modelo Linear			
PC	$2S < 8S > 4S; 2S < 4S$	$< 0,0001$	Kruskal Wallis
CTA	$2S > 8S < 4S; 2S > 4S$	$< 0,0001$	Kruskal Wallis
Modelo Linear 1/Tempo			
PC	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0062	Tukey
CTA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,1393	Tukey

Tabela 17. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas em diferentes cadências.

Força Crítica	Relações das variáveis obtidas nas cadências de 2, 4 e 8 segundos (2S, 4S e 8S)	p	Teste
Modelo Hiperbólico			
FC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,1175	Tukey
CIA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,425	Tukey
Modelo Linear			
FC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,2341	Tukey
CIA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,387	Tukey
Modelo Linear - 1/Tempo			
FC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,4899	Kruskal Wallis
CIA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,3877	Tukey

Tabela 18. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas em diferentes cadências.

Levantamento Crítico	Relações das variáveis obtidas nas cadências de 2, 4 e 8 segundos (2S, 4S e 8S)	p	Teste
Modelo Hiperbólico			
LC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,3866	Tukey

CLA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,2431	Tukey
Modelo Linear			
LC	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0338	Tukey
CLA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,3569	Tukey
Modelo Linear - 1/Tempo			
LC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,3866	Tukey
CLA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,2431	Tukey

Tabela 19. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de LC e CLA obtidas em diferentes cadências.

Levantamento Crítico - N° repetições	Relações das variáveis obtidas nas cadências de 2, 4 e 8 segundos (2S, 4S e 8S)	p	Teste
Modelo Hiperbólico			
LC	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0075	Tukey
CLA	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0167	Kruskal Wallis
Modelo Linear			
LC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,221	Tukey
CLA	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,1307	Tukey
Modelo Linear - 1/ N° repetições			
LC	$2S = 4S = 8S; 2S = 8S$	0,6874	Tukey
CLA	$2S > 8S = 4S; 2S = 8S$	0,0013	Kruskal Wallis

Na tabela 20, 21, 22 e 23, temos o teste de ANOVA e post-hoc de Kruskal Wallis para os dados não paramétricos e de Tukey para os dados paramétricos, referentes aos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e aos parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA) de diferentes modelos matemáticos e de mesma cadência.

Tabela 20. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de PC e CTA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.

Potência Crítica	Relações das variáveis obtidas nos modelos matemáticos (HIP, LIN, LIN1/X)	p	Teste
2 segundos			
PC	$HIP = LIN1/X = LIN$	0,9427	Tukey
CTA	$HIP = LIN1/X = LIN$	0,9695	Tukey
4 segundos			
PC	$LIN > HIP = LINP; LIN > LIN1/X$	<0,0001	Kruskal Wallis

CTA	LIN > HIP = LINP; LIN > LIN1/X	<0,0001	Kruskal Wallis
8 segundos			
PC	LIN > HIP = LINP; LIN > LIN1/X	<0,0001	Kruskal Wallis
CTA	LIN > HIP = LINP; LIN > LIN1/X	<0,0001	Kruskal Wallis

Tabela 21. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.

Força Crítica	Relações das variáveis obtidas nos modelos matemáticos (HIP, LIN, LIN1/X)	p	Teste (s)
2 segundos			
FC	HIP = LIN1/X = LIN	0,7353	Tukey
CIA	HIP = LIN1/X = LIN	0,9531	Tukey
4 segundos			
FC	HIP = LIN1/X = LIN	0,4207	Tukey
CIA	HIP = LIN1/X = LIN	0,8578	Tukey
8 segundos			
FC	LIN > HIP = LIN1/X; LIN > LIN1/X	<0.0001	Tukey
CIA	LIN > HIP = LIN1/X; LIN > LIN1/X	<0.0001	Tukey

Tabela 22. Valores e interpretação do p do teste de ANOVA para os dados de FC e CIA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.

Levantamento Crítico	Relações das variáveis obtidas nos modelos matemáticos (HIP, LIN, LIN1/X)	p	Teste
2 segundos			
LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,0716	Tukey
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,0705	Tukey
4 segundos			
LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,1415	Tukey
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,103	Tukey
8 segundos			

LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,7598	Kruskal Wallis
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,9932	Tukey

Tabela 23. Valores do p e interpretação do teste de ANOVA para os dados de LC e CLA obtidas pelos diferentes modelos matemáticos referentes ao hiperbólico (HIP), linear (LIN) e linear 1/X (LIN1/X), nas mesmas cadências.

Levantamento Crítico - N° repetições	Relações das variáveis obtidas nos modelos matemáticos (HIP, LIN, LIN1/X)	p	Teste
2 segundos			
LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,8641	Tukey
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,6755	Kruskal Wallis
4 segundos			
LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,8804	Kruskal Wallis
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,2846	Kruskal Wallis
8 segundos			
LC	HIP = LIN1/X = LIN	0,8772	Kruskal Wallis
CLA	HIP = LIN1/X = LIN	0,2836	Kruskal Wallis

Na tabela 24, 25, 26 e 27 é evidenciado os valores do coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores dos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos, de mesmo modelo. Em que os pontos 1, 2 e 3 possuem respectivamente a seguinte relação do valor da coordenada $x_1 > x_2 > x_3$ e $x_1 > x_2$.

Tabela 24. Coeficiente do teste de correlação intraclass de via única entre os valores de PC e CTA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.

Modelo Hiperbólico de Potência Crítica		
2s N = 8	PC Coef. De Correlação	CTA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,953*	0,94*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,874*	0,876*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,611*	0,799*
4s N = 9	PC Coef. De Correlação	CTA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,939*	0,889*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,923*	0,825*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,328	0,683*
8s N = 6	PC Coef. De Correlação	CTA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,968*	0,94*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,993*	0,876*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,887*	0,799*

Modelo Linear de Potência Crítica		
2s	PC	CTA
N = 10	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,953*	0,940*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,874*	0,876*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,611*	0,799*
Modelo Linear de 1/Tempo de Potência Crítica		
2s	PC	CTA
N = 10	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,553*	0,642
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,975*	0,998*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,13	0,626
4s	PC	CTA
N = 8	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,504	0,646*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,935*	0,998*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,782*	0,655*
8s	PC	CTA
N = 6	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,927*	1*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,99*	1*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,808*	0,973*

* P < 0,5.

Tabela 25. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de FC e CIA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.

Modelo Hiperbólico de Força Crítica		
2s	FC	CIA
N = 10	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,341	0,806*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,938*	0,946*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,912*	0,924*
4s	FC	CIA
N = 9	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,237	0,606*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,843*	0,891*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,872*	0,937*
8s	FC	CIA
N = 9	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	-0,042	0,505
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,835*	0,827*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,907*	0,912*
Modelo Linear de Força Crítica		
2s	FC	CIA
N = 10	Coef. De Correlação	Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,757*	0,827*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,998*	0,992*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,554*	0,912*

4s N = 9	FC Coef. De Correlação	CIA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,588*	0,82*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,99*	0,976*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,488	0,774*
8s N = 9	FC Coef. De Correlação	CIA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,646*	0,738*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,989*	0,966*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,211	0,73*
Modelo Linear 1/Tempo de Força Crítica		
2s N = 10	FC Coef. De Correlação	CIA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,956*	0,958*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,77*	0,894*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,556*	0,736*
4s N = 9	FC Coef. De Correlação	CIA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,739*	0,911*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,909*	0,998*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,556*	0,658*
8s N = 9	FC Coef. De Correlação	CIA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,598*	0,904*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,851*	0,996*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,152	0,516

* P < 0,5.

Tabela 26. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de LC e CLA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos.

Modelo Hiperbólico de Levantamento Crítico		
2s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,406	0,819*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,943*	0,947*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,915*	0,923*
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,155	0,521*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,843*	0,881*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,889*	0,934*
8s N = 8	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	1*	0,583
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,163	0,802*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,482	0,838*
Modelo Linear de Levantamento Crítico		
2s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,406	0,456
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,943*	0,994*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,915*	0,702*
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,755*	0,822*

1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,992*	0,97*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,398	0,642*
8s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,637*	0,742*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,988*	0,966*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,319	0,766*
Modelo Linear 1/Tempo de Levantamento Crítico		
2s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0	0,299
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,96*	0,999*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,583*	0,741*
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,617*	0,832*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	-0,01	0,5068
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,264	0,655*
8s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,672*	0,915*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,86*	0,996*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,15	0,522

* P < 0,5.

Tabela 27. Coeficiente do teste de correlação intraclasse de via única entre os valores de FC e CIA obtidos por meio das regressões de 3 pontos com regressões com 2 pontos, no levantamento crítico em que se utilizou o número de repetições.

Modelo Hiperbólico de Levantamento Crítico – N° repetição		
2s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,915*	0,33
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,943*	0,379
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,406	0,442
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,889*	0,521*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,843*	0,881*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,155	0,934*
8s N = 8	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	1	0,583*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,163	0,802*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,482	0,838*
Modelo Linear de Levantamento Crítico – N° repetição		
2s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,768*	0,83*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,999*	0,993*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,608*	0,915*
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,638*	0,82*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,987*	0,970*

1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,339	0,689*
8s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,637*	0,742*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,988*	0,966*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,258	0,733*
Modelo Linear 1/ N° repetição de Levantamento Crítico		
2s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,809	0,966*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,96*	0,999*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,583*	0,741*
4s N = 10	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,617	0,832*
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,91	0,998*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,264	0,655*
8s N = 9	LC Coef. De Correlação	CLA Coef. De Correlação
1, 2, e 3 vs 1 e 2	0,616	0,902
1, 2, e 3 vs 1 e 3	0,859*	0,966*
1, 2, e 3 vs 2 e 3	0,148	0,522

* P < 0,05.

Na tabela 28 é evidenciado a média e o desvio padrão dos tempos limites obtidos em esforços sob diferentes pesos e cadências.

Tabela 28. Média e desvio padrão dos tempos limites dos esforços exaustivos realizados sob determinados pesos e cadências realizados respectivamente sob 19,36, 28,78 e 38,76 kg e 2, 4 e 8 segundos.

Tempos dos esforços exaustivos			
Cadência (segundos/repetição)	Peso (Kg)		
	19,36	28,78	38,76
2	122 ± 48	65 ± 18	46 ± 28
4	178 ± 70	83 ± 22	66 ± 60
8	242 ± 117	102 ± 33	83 ± 80

Na tabela 29 é evidenciado os valores dos coeficientes obtidos nos testes de correlação de Pearson, entre os valores dos tempos realizados nos esforços exaustivos sob respectivamente massas de pesos e cadência de 19,36, 28,78, 38,76 Kg e 2, 4 e 8 segundos.

Tabela 29. Coeficientes do teste correlação de Pearson, entre os tempos limites (TL) realizados nos esforços exaustivos sob respetivamente peso e cadência 19,36, 28,78 e 38,76 kg e 2, 4 e 8 segundos.

Cadência (s)		2 s			4 s			8 s		
	Peso (kg)	19,4 Kg	28,8 Kg	38,8 Kg	19,4 Kg	28,8 Kg	38,8 Kg	19,4 Kg	28,8 Kg	38,8 Kg
2 s	19,36 Kg									
	28,78 Kg	0,57								
	38,76 Kg	-0,12	0,63							
4 s	19,36 Kg	0,91*	0,48	-0,25						
	28,78 Kg	0,82*	0,88*	0,37	0,73*					
	38,76 Kg	-0,34	0,42	0,96	-0,44	0,17				
8 s	19,36 Kg	0,71	0,33	-0,26	0,83*	0,63	-0,39			
	28,78 Kg	0,66*	0,88*	0,48	0,51	0,94	0,30	0,48		
	38,76 Kg	-0,37	0,38	0,95	-0,47	0,13	1*	-0,42	0,25	

* P < 0,05

7. DISCUSSÃO

7.1. Análise cinética e cinemática do exercício resistido

O presente estudo, apresenta uma nova proposta de análise biomecânica dos movimentos no TR, por meio da utilização de sensores cinéticos e cinemáticos embarcados em uma placa micro controladora. O que garante a análise dinâmica e cinética do mesmo movimento, o que é um fator importante para obtenção de resultados, que por sua vez possam ser comparados de uma maneira mais clara, garantindo que não se ocorra conclusões equivocadas por apenas um ponto de vista da biomecânica do movimento (AMADIO et al., 2007). Sendo assim, foi notada uma concordância excelente e satisfatória dos diferentes métodos de análise (cinética e cinemática) para a mensuração de deslocamento e potência dos movimentos.

Neste sentido, é observado na análise biomecânica aplicada ao esporte, a existência de métodos menos apropriados para se calcular variáveis físicas, como a derivação da aceleração pelo deslocamento e tempo, obtendo a aceleração média dos

movimentos e não a aceleração de momento (AMADIO et al., 2002; AMADIO et al., 2007). O que pode explicar a pouca correlação existente entre a aceleração e força mensuradas pelo acelerômetro e a aceleração e força mensuradas pela célula de carga.

Para uma mensuração de velocidade e força mais fidedignas no TR, foi realizada uma mensuração direta do deslocamento e do tempo decorrido por meio de uma análise cinemática para obtenção de velocidade (AMADIO et al., 2007). E para o cálculo de força, foi utilizado o valor da aceleração de momento, e do valor das massas das anilhas e barra manipulados durante o exercício (MAYAGOITIA et al., 2002; CREWETHER et al., 2011).

7.2. Monitoramento de exercícios livres no treinamento resistido

No presente estudo, por meio do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, foi realizado o monitoramento de movimentos no exercício de remada unilateral. De acordo com esta análise, foi notado variações de força, velocidade e potência dos movimentos, que são dificilmente percebidas por um monitoramento ocular (SOUSA et al., 2013). Consequentemente, estas variações podem ser vistas claramente nos gráficos referentes a velocidade, força e potência, do presente estudo, em que se é observado uma dificuldade de execução do movimento lento sob uma velocidade e força constante, mas que pode ser justificado devido ao controle dos esforços realizados por meio de sinalizações sonoras, utilizadas para demarcar o fim e começo das repetições concêntricas e excêntricas, e por meio do controle da massa dos pesos utilizados nos esforços. Demasiado nisto, pode se concluir que o volume e a intensidade em exercícios do TR, influenciam na coordenação motora dos movimentos.

Durante a monitoração dos movimentos efetuados com a barra foi obtido também a rotação da barra em seu próprio eixo, que possibilitou identificação de movimentos efetuados incorretamente, em que se houve uma flexão ou extensão dos punhos (BOSCO et al., 2000). Sendo assim, esta análise permitiu identificar estes movimentos, que devido a uma limitação do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras, não se pode obter e calcular de forma precisa as variáveis de distância, deslocamento e

velocidade. Entretanto, em decorrência disto, os sinais provindos destes movimentos foram descartados e substituídos pela média de seus respectivos sinais antecessores e sucessores, que permitiu uma coleta e cálculo mais precisos das variáveis físicas de distância, deslocamento e velocidade.

Em relação a mensuração de variáveis físicas de movimento em exercícios do TR presentes na literatura, tem-se a utilização de aparelhos isocinéticos, que possuem um alto custo e se delimitam em apenas em uma análise de um movimento específico, que por sua vez não são de natureza dinâmica (BOSCO et al., 1995). Destarte disto, o aparelho desenvolvido para o presente supera os aparelhos isocinéticos no quesito aplicabilidade, pois pode ser adaptado para diferentes movimentos de natureza dinâmica.

Atualmente para prescrição do TR é comumente utilizado a avaliação de uma repetição máxima (1RM), em que se variando do objetivo (força, hipertrofia, resistência de força) do treinamento é prescrito exercícios sob faixa de diferentes percentuais de 1RM (SIMÃO et al., 2004). Conquanto, a utilização desta metodologia acaba sendo limitada e inespecífica quando os objetivos almejados por meio de TRs não podem ser mensurados, como é caso do ganho de velocidade e potência dos movimentos e a resistência da manutenção dos mesmos por longo período de tempo (CRONIN et al., 2005; CREWETHER et al., 2011). Entretanto, o equipamento proposto pelo presente estudo, é de baixo custo e possui uma alta aplicabilidade, e possibilita a avaliação e mensuração das variáveis físicas durante os treinamentos, permitindo a utilização do mesmo para a prescrição e investigação de TRs de diferentes objetivos (BEHM, 1988; BEHM et al., 1993).

Dentre estas variáveis que podem ser verificadas no TR é a realização de força, que por sua vez é uma variável física advinda do produto da multiplicação da massa pela aceleração, o que nos leva a pensar de que é equivocado afirmar que com 1RM é que se efetua a força máxima, já que com um peso menor se pode efetuar um movimento em um exercício do TR de máxima aceleração, podendo consequentemente ocasionar a realização de força máxima (AMADIO et al., 2002; AMADIO et al., 2007). Consequente disto, com a identificação do maior peso em que se obtém aceleração máxima, poderia se prescrever um TR resistido específico para o desenvolvimento de aceleração e força máxima. Portanto, a prescrição de TR realizada por meio destas avaliações poderia vir a ser mais eficiente para o aumento da performance de atletas de modalidades, que

necessitem da realização de movimentos sob altos níveis de aceleração (KRAEMER et al., 2004).

Além da força, existem outras capacidades físicas que podem ser desenvolvidas por meio da prática do TR. Porém, para o desenvolvimento destas capacidades de forma mais adequada, é necessário prescrições e avaliações adequadas (AMADIO et al., 2002). Como é caso do desenvolvimento da potência, em que é recomendado se identificar o peso apropriada para efetuação de potência máxima (BEHM et al, 1993). Nesse sentido, o mesmo ocorre para TRs que buscam promover o aumento da demanda energética metabólica aeróbia e anaeróbia em esforços de endurance, mas que no entanto, não utilizam aparelhos e avaliações que indiquem intensidades exatas (força, velocidade e potência) a serem implementadas em exercícios em treinamentos que tenham este objetivo (MORTON et al., 2014).

7.3. Potência crítica, e suas respectivas adaptações do modelo de força crítica e o modelo de levantamento crítico

A presente pesquisa efetuou a aplicação dos modelos de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico no TR, que corroboraram com estudos que também realizarão a aplicação destas mesmas avaliações em exercícios resistidos para membros superiores (MONOD & SCHERRER, 1965; BARQUILHA et al., 2008; MORTON et al., 2014).

Ao analisar os resultados do presente estudo, é notado que as linhas de tendências obtidas pelo de modelos hiperbólico, linear e linear 1/X de potência crítica, em esforços sob as cadências de 2, 4 e 8 segundos, apresentaram um posicionamento paralelo, e em contra partida para força crítica e levantamento crítico, foi notado um posicionamento concorrente entre as linhas de tendência. Sob está perspectiva, e tentando explicar isto, é notado que em avaliações de força crítica e levantamento crítico, as intensidades se não foram as mesmas, foram semelhantes, isso para todos os indivíduos. Porém, para os modelos aplicados na avaliação de potência crítica, em que apesar das massas dos pesos utilizados nos esforços serem padronizadas, a velocidade de movimento não foi, pois cada

indivíduo possui uma amplitude diferente, o que impossibilitou a aplicação de uma mesma intensidade (potência) para todos os indivíduos.

No presente estudo, buscando uma melhor confiabilidade dos resultados para o modelo de potência crítica e suas respectivas adaptações de modelo de força crítica e modelo de levantamento crítico, foi necessária uma mensuração mais direta e exata das variáveis físicas de aceleração e deslocamento pelo tempo, para o cálculo respectivo de força, velocidade e potência efetuados no exercício resistido de supino reto.

Em relação aos valores dos graus de ajustes (R^2) das linhas de tendências, obtidos pelos modelos matemáticos demonstrados no presente estudo, fica evidente que estes são confiáveis e aplicáveis. No entanto, regressões obtidas pela avaliação de potência crítica, apresentaram graus de ajustes (R^2) menores do que é observado em outras pesquisas encontradas na literatura (HILL, 1993; HOUSH et al., 1990). Explorando mais afundo este assunto, temos que estudos mais recentes realizaram a avaliação de potência crítica para esforços de membros superiores (CALIS et al., 2000; TAYLOR et al., 2002; NAKAMURA, et al., 2005), utilizando os modelos lineares, em que foram observados graus de ajustes (R^2) de valores próximos com a da presente pesquisa. Sendo que para ambos os estudos foram utilizados diferentes ergômetros de braços (CALIS et al., 2000; TAYLOR et al., 2002; NAKAMURA et al., 2005). Ainda sobre este mesmo tema, no estudo de Taylor, em que foi atestado a reprodutibilidade do modelo de potência crítica, se obteve valores de graus de ajustes (R^2) superiores ao do presente estudo (TAYLOR et al., 2002), e nos estudos realizados por Barquilha, Meirelles, Polezi e Salvador em que foram aplicados os modelos de força crítica no exercício de supino reto, se obteve graus de ajustes (R^2) com valores semelhantes com o da presente pesquisa (BARQUILHA et al., 2008; POLEZI, 2008; MEIRELES, 2010; SALVADOR, 2010).

Com o intuito de propor uma adaptação mais aplicável do modelo de potência crítica na área de treinamento resistido, foi efetuada no presente estudo a aplicação do modelo de levantamento crítico, por meio da utilização do modelo linear $1/X$, que dentre os modelos apresentou ser o mais satisfatório dentre os demais, para se obter graus de ajustes (R^2) de valores mais elevados. Sendo assim, para a aplicação deste modelo, é preciso obter os valores da massa dos pesos utilizados nos esforços exaustivos, junto aos seus respectivos tempos limites, ou número de repetições. Nesse sentido, ainda sobre a aplicação deste modelo, foi notado um coeficiente intraclasse que indica uma correlação

se não perfeita, uma correlação moderada entre os pesos referentes a LC, FC e PC obtidas pelo modelo linear $1/X$ em esforços de sob a cadência de 4 segundos (tabela 15). Dessa forma, os resultados do presente estudo corroboram com o estudo realizado por Morton, que também efetuou a adaptação do modelo de potência crítica para levantamento crítico no exercício de supino reto, em que foi utilizado o modelo matemático hiperbólico a adaptado e modificado para levantamento crítico (MORTON et al., 2014). Levando em consideração estes fatores, o modelo de levantamento crítico poderia vir a ser uma medida mais viável para a avaliação e prescrição de TRs mais específicos, como para o condicionamento dos metabolismos aeróbios e anaeróbios (KRAEMER et al., 2004; BRAITH et al., 2008).

7.4. Parâmetros aeróbios (PC, FC e LC)

No presente estudo foi obtido os parâmetros aeróbios de PC, FC e LC sob as cadências de 8, 4 e 2 segundos, que por sua vez são variáveis referentes a uma maior intensidade que pode ser sustentada por um longo período de tempo, por meio da demanda energética fornecida pelo metabolismo aeróbio. Neste sentido, estas intensidades referentes a PC, FC e LC poderiam ser implementadas em TR com enfoque na otimização do fornecimento de energia pelo metabolismo aeróbio em esforços de longa duração. Desta forma, analisando a relação entre estas intensidades, foram observadas correlações se não perfeitas, correlações moderadas entre os valores PC, FC e LC obtidas por esforços realizados sob a cadência de 2 e 4 segundos (tabela 8, 10 e 12). Em contra partida, foi observado uma diferença significativa para os valores de PC, FC e LC obtidos por esforços sob as cadências de 2 e 8 segundos (tabela 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 e 23).

Comparando o presente estudo com os estudos realizados por Barquilha, Meirelles, Polezi e Salvador, que também aplicaram o modelo de força crítica e levantamento crítico, foi notado resultados bem próximos aos valores de FC e LC obtidos em esforços sob a cadência de 4 segundos do presente estudo. Por conseguinte, isso indica que a cadências em torno 4 segundos são intensidade ótimas para se implementar em estudos que tentem reproduzir a avaliação de força crítica e levantamento crítico (BARQUILHA et al., 2008; POLEZI, 2008; MEIRELES, 2010; SALVADOR, 2010). Além de que cadências de em torno de 4 segundos, proporcionou movimentos de

velocidade média, que consequentemente pode ter permitido o recrutamento de fibras musculares de contração lenta e rápida.

Analisando a PC como um parâmetro metabólico, temos que no estudo realizado por Devries a PC superestimou 28% da intensidade referente ao limiar 2 de lactato (DEVRIES et al., 1987), pensando nisso, temos no presente estudo que as cargas referentes a PC, FC e LC obtidas por esforços sob a cadência de 2 segundos, que por sua vez apresentaram uma forte correlação, poderiam servir como um parâmetro que se superestima o limiar 2 de lactato.

Buscando a comparação dos resultados da presente pesquisa para com outras, é encontrado na literatura o estudo de Calis e Nakamura, que realizaram a avaliação de potência crítica para exercícios de membros superiores, utilizando o modelo linear $1/X$ (CALIS et al., 2000; NAKAMURA et al., 2005). Neste sentido, estes estudos reportam valores de PC superiores aos encontrados na presente pesquisa, mas que no entanto estas diferenças podem ser justificadas pelas diferentes intensidades implementadas nos esforços exaustivos nos diferentes estudos, e pela utilização de um ergômetro que se difere do presente estudo (CALIS et al., 2000; NAKAMURA et al., 2005).

Em relação a aplicação da avaliação de levantamento crítico, temos que Morton em seu estudo, relatou valores de LC muito inferiores aos valores encontrados no presente estudo. No entanto, isto pode ser justificado pelo fato de que nos esforços exaustivos deste estudo foram utilizadas massas de pesos de valores muito altos, que por sua vez podem ter promovido uma exaustão dos esforços por fatores limitantes do metabolismo anaeróbio alático (MORTON et al., 2014). Sendo assim, complementando este assunto, conclui-se que a exaustão dos esforços da avaliação de potência crítica ocorra por fatores limitantes do fornecimento de energia metabólica dos metabolismos aeróbio e anaeróbio.

7.5. Parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA)

No presente estudo foram obtidos os parâmetros anaeróbios de CTA, CIA e CLA, sob as diferentes cadências de 8, 4 e 2 segundos, em que foram observadas correlações muito fortes e significativas entre elas, independente da cadência efetuada (tabelas 9, 11 e 13). Decorrente deste pensamento, estes resultados sugerem que CTA, CIA e CLA

poderiam vir a ser utilizadas como parâmetros anaeróbios avaliativos de TR, que possuam o objetivo de aumentar estoque de energia do metabolismo anaeróbio (BISHOP et al., 1996). Por sua vez, estes treinamentos seriam convenientes para a preparação física de atletas de modalidades esportivas, que possuem a necessidade da efetuação de esforços sob altas intensidades (KOMI et al., 1977).

Entre os estudos encontrados na literatura que realizaram a aplicação do modelo de potência crítica, temos nos diferentes trabalhos de Calis e Nakamura a utilização de ergômetros para braços (CALIS et al., 2000; NAKAMURA et al., 2005). Em que no estudo de Calis, por meio da aplicação da modelo matemático linear $1/X$, foi obtido valores para CTA levemente superiores aos da presente pesquisa (CALIS; DENADAI, 2000). Mas no entanto, o estudo de Nakamura foram obtidos valores para CTA superiores ao do presente estudo (NAKAMURA et al., 2005). Sendo que para ambos o estudo de Calis e Nakamura, estes valores para CTA foram mensurados em Kj, e no presente estudo estes valores foram mensurados em J, o que necessitou uma conversão de valores para a realização da comparação anteriormente comentada (CALIS et al., 2000; NAKAMURA et al., 2005).

Os resultados referentes a CIA obtido no presente estudo corroboram com respectivos resultados dos diferentes estudos realizados por Barquilha, Meirelles, Polezi e Salvador (BARQUILHA et al., 2008; POLEZI, 2008; MEIRELES, 2010; SALVADOR, 2010). Visto a semelhança dos parâmetros de CIA obtidas em diferentes estudos, temos que esta poderia ser utilizada como um parâmetro para avaliação e prescrição de TR, que promovam um aumento da capacidade de impulso dos movimentos, e do aumento da quantidade da realização dos mesmos. Continuando este pensamento, temos que no presente estudo foi obtido correlações fortes e significantes entre a CIA obtidas em esforços de cadência de 4 segundos para com CTA e CLA, obtidas em esforços de mesma cadência. Sendo assim, isso sugere que este parâmetro de CIA pode ser útil na prescrição de TRs que promovam o aumento da impulsão, força e da demanda energética anaeróbia (LUEBBERS et al., 2003; BURGESS et al., 2007).

Em relação a avaliação de levantamento crítico, temos a mensuração do parâmetro de CLA, que por sua vez é referente a soma da diferença das massas que pode ser levantada por meio da utilização da energia metabólica anaeróbia (MORTON et al., 2014). Sendo assim, os valores de CLA obtidos no presente estudo foram semelhantes

aos valores observados no estudo de Morton, apesar de se utilizar um modelo hiperbólico diferente (MORTON et al., 2014).

7.6. Intensidades impostas nos esforços exaustivos

O presente estudo, investigou o comportamento dos parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA), obtidos em diferentes cadências (2, 4 e 8 segundos). Por conseguinte, é encontrado na literatura estudos que aplicaram a avaliação de potência crítica no ciclismo, em que também se investigou a influência da imposição de diferentes cadências na obtenção de PC e CTA (HILL et al., 1995; BARKER et al., 2006). E sob esta perspectiva, fica evidenciado que tanto quanto no presente estudo quanto nos estudos anteriormente citados, que para avaliações de potência crítica com esforços exaustivos sob menores cadências ocorre uma maior predominância da participação do metabolismo aeróbio na demanda energética, e consequentemente se obtém maiores valores de PC (HILL et al., 1995; DEKERLE et al., 2-14). Complementando este tema, também é notado que em avaliações de potência crítica com esforços sob maiores cadências ocorre uma maior predominância da participação do metabolismo anaeróbio no fornecimento de energia, e consequentemente se obtém maiores valores de CTA (HILL et al., 1995; DEKERLE et al., 2-14).

Explorando ainda mais esta perspectiva, o estudo realizado por Baker (BARKER et al., 2006), sugere que a composição de tipos de fibras musculares exerce uma influência sobre os valores de PC e CTA (BAKER et al., 2001). Nesse sentido, este pensamento ajuda a justificar os resultados do presente estudo, em que foi notado uma diferença significativa entre os parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) referentes a esforços efetuados sob a cadência de 2 e 8 segundos, em que os esforços sob a cadência de 2 segundos, por possuir a efetuação de movimentos rápidos, poderiam ter ocasionado o maior recrutamento de fibras musculares de contração rápida, e para esforços sob a cadência de 8 segundos, por possuir a efetuação de movimentos lentos, poderiam ter ocasionado um maior recrutamento de fibras musculares de contração lenta.

Seguindo esta lógica de pensamento, de diferenças encontradas entre avaliações de potência crítica realizadas sob movimentos rápidos e lentos, temos que no estudo pioneiro

de Monod e Scherrer (MONOD & SCHERRER, 1965), foi notada uma diferença entre o trabalho efetuado em esforços dinâmicos e isométricos, em que graficamente é notável uma maior realização de trabalho em esforços isométricos, enquanto no presente estudo é notado graficamente que ocorreu uma maior efetuação de trabalho em esforços sob cadência menores. Isso nos leva a pensar que movimentos lentos e isométricos, podem possuir um fator semelhante, como poderia vir a ser o recrutamento de fibras de contração lenta, e a exaustão de comportamento gradativo, que por sua vez pode ser comprovada visualmente nos gráficos do presente estudo, e nos gráficos do estudo de Monod & Sherrer (MONOD & SCHERRER, 1965).

A determinação das intensidades impostas nos esforços exaustivos é um aspecto metodológico que afeta diretamente sobre o tempo limite dos esforços (HILL, 1993; BISHOP et al., 1998). E isto consequentemente afeta o grau de ajuste (R^2) da linha tendência de ambos os modelos de potência crítica, e a confiabilidade e precisão destes métodos para se estimar os parâmetros aeróbios (PC, FC E LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) (HILL, 1993; HOUSH. et al., 1990). Neste sentido, para a adaptação do modelo de potência crítica para diferentes modalidades é recomendado a padronização de cargas bem distanciadas, das quais os indivíduos perdurem nos tempos de esforços entre 1 a 10 minutos (HILL, 1993). No entanto, de acordo com estudos que reproduziram adaptações do modelo de potência crítica para força crítica e levantamento crítico, este fator foi uma dificuldade observada, em que para se obter um espaçamento ótimo entre as cargas foi necessária se obter tempos limites abaixo do recomendado (BARQUILHA et al., 2008; MORTON et al., 2014).

Seguindo essa lógica de pensamento, o presente estudo se atentou primeiramente em obter bons espaçamentos de tempos de duração dos esforços pelo espaçamento das intensidades, para poder efetuar regressões lineares e não lineares com valores de graus de ajustes das linhas de tendência (R^2) mais aceitáveis, por meio de uma distância mais padronizada entre os pontos de gráficos plotados pelas variáveis dos exercícios (potência, força, massa, tempo e número de repetições) (HILL, 1993). No entanto, em decorrência deste fator, para esforços exaustivos sob a cadência de 2 segundos com pesos de massa referente a 38,76 Kg, alguns voluntários não conseguiram perdurar por mais de 1 minuto, o que não coincide com os tempos limites recomendados (HOUSH. et al., 1990).

Sendo assim, para alguns estudos que realizaram a avaliação de força crítica e levantamento crítico, as intensidades impostas nos esforços exaustivos foram determinadas por meio de percentuais de 1RM (BARQUILHA et al, 2008; POLEZI, 2008; MEIRELES, 2010; SALVADOR, 2010). Mas pensando em promover uma melhor aplicação destes modelos independentes da aplicação da avaliação de 1RM, que por sua vez é uma avaliação que apresenta riscos (SHAW et al., 1995; NIEWIADOMSKI et al., 2008), o presente estudo, embasado em testes pilotos e pesquisas anteriores, estabeleceu 3 cargas leves e espaçadas por 10 Kg para os esforços exaustivos, que por sua vez ofereceram tempos de esforços exaustivos mais adequados do que tempos esforços exaustivos realizados sob intensidades embasadas em percentuais de 1RM. No entanto, é notado que talvez a implementação de massas de pesos padronizadas para todos os indivíduos não seja uma metodologia que preze pelas características individuais dos mesmos, nesse sentido, pensando em promover melhores aplicações do teste de potência crítica, foi calculado a média do percentual do peso dos participantes em relação aos pesos utilizados nos esforços exaustivos, em que se obteve os seguintes valores de 23,9 %; 35,5 %; 47,8 %, que poderiam servir para próximas pesquisas como intensidades para aplicação das avaliações de potência crítica, força crítica e levantamento crítico.

7.7. Critério de exaustão

Por meio do equipamento construído para o presente estudo, foi possível identificar de forma mais precisa a exaustão dos indivíduos nos esforços, o que de acordo com a literatura, proporciona uma melhor confiabilidade dos resultados na aplicação da avaliação de potência crítica (PEPPER et al., 1992). Neste sentido, é recomendado que para uma identificação de exaustão mais adequada, é necessário o estabelecimento e padronização de critérios que se preze por identificar a fadiga ocasionada por fatores metabólicos (PEPPER et al.; 1992; WALSH, 2000; JONES et al., 2008). No entanto, estes fatores podem ser confundidos pela falha do sistema nervoso no recrutamento de fibras musculares (HILL, 1993; BIGLAND-RITCHIE et al., 1986).

E para se prevenir deste equivoco foi estabelecido os seguintes critérios, em que o indivíduo não efetuasse o movimento correto, e não conseguisse seguir a cadência estabelecida pela segunda vez consecutiva. Além disso, foi necessária a escolha adequada

de intensidades impostas nos esforços exaustivos, em que se obtenha exaustões provenientes de limitações metabólicas, ligadas ao fornecimento de energia (HOUSH et al., 1989; WALSH, 2000; CHIDNOK et al., 2013), que por sua vez é um aspecto metodológico muito importante na aplicação da avaliação de potência crítica na obtenção de parâmetros metabólicos (FRY, 2004).

7.8. Duração dos esforços exaustivos

A obtenção de tempos de esforços exaustivos mais adequados, é um aspecto metodológico importante para obtenção de graus de ajustes (R^2) de linhas de tendências com valores satisfatórios (HILL, 1993; BISHOP et al., 1998). Levando isto em consideração, no presente estudo, todos os voluntários apresentaram tempos limites abaixo do recomendado na efetuação nos esforços exaustivos efetuados sob uma cadência de 2 segundos com pesos de massas referentes a 38, 76 Kg, no entanto isso não prejudicou na obtenção de graus de ajustes (R^2) de linhas de tendências com valores aceitáveis (HOUSH, J. et al., 1990).

Em contrapartida, o presente estudo obteve valores de tempos limites dos esforços exaustivos que corroboram com outros estudos realizados no exercício de supino reto (BARQUILHA et al., 2008; POLEZI, 2008; MEIRELES, 2010; SALVADOR, 2010; MORTON et al., 2014), em que os esforços exaustivos de alta intensidade (peso e cadência) também possuíram tempos limites abaixo do que é recomendado (HOUSH. et al., 1990). No entanto, ambos os estudos como no presente estudo se obteve regressões com valores de graus de ajustes de linhas de tendências (R^2) aceitáveis, e PC e CTA de valores coerentes, o que nos leva a pensar que talvez seria mais importante do que respeitar os tempos limites se atentar na escolha de intensidades em que se ocorra uma participação mais equilibrada dos metabolismos no fornecimento de energia.

Pensando sobre a duração dos esforços exaustivos, temos que o tempo limite pode vir a ser proporcional ao tamanho do grupo muscular recrutado nos esforços (HILL, 1993). Em que para esforços que se utilize membros superiores, ocorre um recrutamento de grupos musculares menores, e que consequentemente se obtém um menor tempo de duração de esforços sob intensidades menores, em relação a esforços exaustivos em que

se utilize os membros inferiores, em que ocorre um recrutamento de grupos musculares maiores, e que consequentemente se obtém um maior tempo de duração de esforços sob altas intensidades. Levando estes fatores em consideração, é notado que em avaliações de potência crítica, o tamanho dos grupos musculares recrutados nos testes interfere na escolha das intensidades e na obtenção de tempos de duração dos esforços exaustivos.

Sendo assim, estes fatores podem ser uma explicação para o comportamento dos tempos limites nos esforços do presente estudo, em que se demonstraram mais sensível a alterações de cargas. Consequentemente, isto deixa claro a necessidade de que se ocorra novas investigações sobre recomendações para os tempos limites em esforços resistidos (HOUSH et al., 1989; BARQUILHA et al., 2008; MORTON et al., 2014), para aplicação da avaliação de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico.

7.9. Aspectos metodológicos da aplicação das adaptações do modelo de potência crítica

No presente estudo foi atestado que a regressão realizada pelo modelo linear 1/X com apenas dois pontos mais distantes, foi eficiente para se estimar os parâmetros de PC, FC e LC, com uma maior correlação com regressões lineares em que se utilizou 3 pontos. Além disso, por meio da aplicação deste modelo em avaliações de potência crítica, força crítica, e levantamento crítico em esforços sob a cadência de 4 segundos, se obteve uma alta correlação entre os valores de intensidades convertidas em massa, referentes a PC, FC e LC.

Pensando em uma melhor forma em aplicar o teste de potência crítica e suas adaptações, seria interessante que ao invés de aplicar testes de intensidades pré-estabelecidas, aplicar os testes de menor e maior intensidade, e por meio de uma regressão de 2 pontos calcular as demais intensidades que forneçam pontos em gráficos que possam vir a ser mais equidistantes entre si.

Pelos resultados demonstrados na presente pesquisa é entendido que o modelo matemático linear de potência crítica se apresenta mais sensível nas adaptações de força

crítica e levantamento crítico. Pois foi o modelo que apresentou maiores diferenças entre os parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) obtidos em esforços realizados sob diferentes cadências.

Em contra partida o modelo linear de $1/X$ se apresentou mais efetivo em mensurar parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA) que não apresentem diferenças significativas, apesar de serem obtidos por esforços sob diferentes cadências. E complementando estas observações, o modelo hiperbólico segundo os resultados do presente estudo foi o que apresentou um maior valor de grau de ajuste (R^2) das linhas de tendências, o que nos leva a pensar que pode vir a ser o modelo matemático mais confiável dentre os outros.

8. CONCLUSÃO

Embasado nos resultados do presente estudo, concluimos que é viável a aplicação do sistema de dispositivos embarcados em placas micro controladoras para a mensuração das variáveis físicas de força, velocidade e potência efetuadas durante os movimentos em exercícios livres do TR. No presente estudo, também foi concluído que é viável a aplicação do modelo de potência crítica e suas respectivas adaptações de força crítica e levantamento crítico aplicados ao TR, sob baterias de esforços exaustivos, com 5 minutos de intervalo de descanso. Sendo que, para estes parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e anaeróbios (CTA, CIA e CLA), foi evidenciado a influência da escolha das cadências na obtenção de seus valores. Além de que foi identificado uma forte correlação (intraclasse de uma única via e de Spearman) satisfatória entre os parâmetros aeróbios (PC, FC e LC) e entre os parâmetros anaeróbios (CTA, CIA e CLA). Sendo assim, este estudo concede a possibilidade para que futuros estudos possam a vir a validar uma adaptação mais viável e confiável do modelo de potência crítica, o que poderia a fornecer e estabelecer um novo parâmetro avaliativo para prescrição de TRs.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADIO, A. C.; OTÁVIO, A.; ÁVILA, V.; et al. Métodos De Medição Em Biomecânica Do Esporte: Descrição De Protocolos Para Aplicação Nos Centros De Excelência Esportiva (Rede Cenesp -Met). , , n. September, 2002.

AMADIO, A. C.; SERRÃO, J. C. Contextualização da biomecânica para a investigação do movimento: fundamentos, métodos e aplicações para análise da técnica esportiva. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 21, n. esp, p. 61–85, 2007.

AMERICAN COLLEGE OF SPORTS MEDICINE. Progression models in resistance training for healthy adults. , 2009.

BAKER, D.; NANCE, S.; MOORE, M. The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 15, n. 1, p. 92–97, 2001.

BARKER, T.; POOLE, D. C.; NOBLE, M. L.; BARSTOW, T. J. Human critical power-oxygen uptake relationship at different pedalling frequencies. **Experimental physiology**, v. 91, n. 3, p. 621–632, 2006.

BARQUILHA, G.; PAPOTTI, M. Adaptação do modelo de potência crítica no exercício resistido para predição de uma carga capaz de ser sustentada durante longo tempo. **Movimento & Percepção**, v. 9, n. 13, p. 94–102, 2008.

BEATTIE, K.; KENNY, I. C.; LYONS, M.; CARSON, B. P. The effect of strength training on performance in endurance athletes. **Sports Medicine**, v. 44, n. 6, p. 845–865, 2014.

BEHM, D. G. Surgical tubing for sport and velocity specific training. **NSCA Journal**, v. 10, n. 4, p. 66–70, 1988.

BEHM, D. G.; SALE, D. G. Velocity specificity of resistance training. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 15, n. 6, p. 374–388, 1993.

BIEWENER, A. A; WAKELING, J. M.; LEE, S. S.; ARNOLD, A. S. Validation of hill-type muscle models in relation to neuromuscular recruitment and force-velocity

properties: predicting patterns of in vivo muscle force. **Integrative and comparative biology**, p. 1–12, 2014.

BIGLAND-RITCHIE, B.; FURBUSH, F.; WOODS, J. J. Fatigue of intermittent submaximal voluntary contractions: central and peripheral factors. **Journal of applied physiology**, v. 61, n. 2, p. 421–429, 1986.

BISHOP, D.; JENKINS, D. G. The influence of resistance training on the critical power function & time to fatigue at critical power. **Australian journal of science and medicine in sport**, v. 28, n. 4, p. 101–5, 1996.

BISHOP, D.; JENKINS, D. G.; HOWARD, A. The critical power function is dependent on the duration of the predictive exercise tests chosen. **International Journal of Sports Medicine**, v. 19, n. 2, p. 125–129, 1998.

BISHOP, P. A.; JONES, E.; WOODS, A. K. Recovery from training: a brief review. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 22, n. 3, p. 1015–1024, 2008.

BISHOP, D.; JENKINS, D.G.; Howard, A. The Critical Power Function depends on the Duration of the predictive Exercise Test chosen. **Int J Sports Med.**, v. 19, n. 2, p. 125–129, 1998.

BOGERT, A. J.; VAN DEN; READ, L.; NIGG, B. M. A method for inverse dynamic analysis using accelerometry. **Journal of Biomechanics**, v. 29, n. 5, p. 667–671, 1996.

BOSCO, C.; BELLI, A.; ASTRUA, M.; TIHANYI, J.; POZZO, R.; KELLIS, S.; TSARPELA, O.; FOTI, C.; MANNO, R.; TRANQUILLI, C. A dynamometer for evaluation of dynamic muscle work. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 70, n. 5, p. 379–386, 1995.

BOSCO, C.; COLLI, R.; BONOMI, R.; DUVILLARD, S. P. VON; VIRU, A. Monitoring strength training: neuromuscular and hormonal profile. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 32, p. 202–208, 2000.

BOTTARO, M.; MACHADO, S. N.; NOGUEIRA, W.; SCALES, R.; VELOSO, J. Effect of high versus low-velocity resistance training on muscular fitness and functional performance in older men. **European Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 257–264, 2007.

BRAITH, R. W.; BECK, D. T. Resistance exercise: Training adaptations and developing a safe exercise prescription. **Heart Failure Reviews**, v. 13, n. 1, p. 69–79, 2008.

BURGESS, K. E.; CONNICK, M. J.; GRAHAM-SMITH, P.; PEARSON, S. J. Plyometric vs. Isometric Training Influences on Tendon Properties and Muscle Output. **The Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 3, p. 986, 2007.

CALIS, J. F. F.; DENADAI, B. S. Influência das cargas selecionadas na determinação da potência crítica determinada no ergômetro de braço em dois modelos lineares. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 6, n. 1, p. 1–4, 2000.

CAMPOS, G. E. R.; LUECKE, T. J.; WENDELN, H. K.; et al. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: Specificity of repetition maximum training zones. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 50–60, 2002.

LE CHEVALIER, J. M.; VANDEWALLE, H.; THÉPAUT-MATHIEU, C.; et al. Critical power of knee extension exercises does not depend upon maximal strength. **European journal of applied physiology**, v. 81, n. 6, p. 513–516, 2000.

CHIDNOK, W.; FULFORD, J.; BAILEY, S. J.; DIMENNA, F. J.; SKIBA, P. F.; VANHATALO, A.; JONES, A. M. Muscle metabolic determinants of exercise tolerance following exhaustion: relationship to the “critical power”. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 115, n. 2, p. 243–50, 2013.

CREWETHER, B. T.; KILDUFF, L. P.; CUNNINGHAM, D. J.; COOK, C.; OWEN, N.; YANG, G. Z. Validating two systems for estimating force and power. **International Journal of Sports Medicine**, v. 32, n. 4, p. 254–258, 2011.

CRONIN, J. B.; MCNAIR, P. J.; MARSHALL, R. N. Force-velocity analysis of strength-training techniques and load: implications for training strategy and research. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 17, n. 1, p. 148–155, 2003.

CRONIN, J.; SLEIVERT, G. Challenges in understanding the influence of maximal power training on improving athletic performance. **Sports Medicine**, v. 35, n. 3, p. 213–234, 2005.

DEKERLE, J.; BARSTOW, T. J.; REGAN, L.; CARTER, H. The critical power concept in all-out isokinetic exercise. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 17, n. 6, p. 640–644, 2014.

DENADAI, B. S.; GRECO, C. C.; DONEGA, M. R. Comparação entre a velocidade de Limiar Anaeróbio e a velocidade Crítica em Nadadores com idade de 10 a 15 anos. **Rev Paul Educ Fís**, v. 11, n. 2, p. 128–134, 1997.

DEPRÁ, P. P.; BRENZIKOFER, R. Comparação de atletas do voleibol através da análise cinemática e dinâmica de trajetórias de bolas de saque. **Journal of Physical Education**, v. 15, n. 1, p. 7–15, 2004.

DESCHENES, M. R.; KRAEMER, W. J. Performance and physiologic adaptations to resistance training. **American journal of physical medicine & rehabilitation**, v. 81, n. 11 Suppl, p. S3-16, 2002.

DEVRIES, H. A.; TICHY, M. W.; HOUSH, T. J.; et al. A method for estimating physical working capacity at the fatigue threshold (PWCFT). **Ergonomics**, v. 30, n. 8, p. 1195–1204, 1987.

DEVRIES, H. A.; TICHY, M. W.; HOUSH, T. J.; SMYTH, K. D.; TICHY, A. M.; HOUSH, D. J. The relation between critical power and neuromuscular fatigue as estimated from electromyographic data. **Ergonomics**, v. 25, n. 9, p. 783–791, 1982.

CALDEIRA, L. F. S.; NAKAMURA, F. Y.; PAPST, R. R.; BRUNA, N.; GURJÃO, A. L. D. Influência do processo de familiarização para avaliação da força muscular em testes de 1-RM. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 11, n. 1, p. 34–42, 2005.

EBBEN, W. Strength and Conditioning for Stock Car Racing. **Strength and Conditioning Journal**, v. 32, n. 5, p. 16–27, 2010.

FAIGENBAUM, A. D.; KRAMER, W. B.; C. Risks and Concerns Related to Youth Resistance Training. **J Strength Con Res**, v. 23, n. 5, p. 60–79, 2009.

FIELDING, R. A; LEBRASSEUR, N. K.; CUOCO, A.; BEAN, J. High-Velocity Resistance Training Increases Skeletal Muscle Peak. **J Am Geriatr Soc**, v. 50, n. 4, p. 655–662, 2002.

FRONTERA, W. R.; MEREDITH, C. N.; O'REILLY, K. P.; EVANS, W. J. Strength training and determinants of VO₂max in older men. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 68, n. 1, p. 329–333, 1990.

FROST, D. M.; CRONIN, J.; NEWTON, R. U. A biomechanical evaluation of resistance: fundamental concepts for training and sports performance. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 40, n. 4, p. 303–326, 2010.

FRY, A. C. The role of resistance exercise intensity on muscle fiber adaptation. **Sports Med.**, v. 34, n. 10, p. 663–669, 2004.

BRICKLEY, G.; DOUST, J.; WILLIAMS, C. Physiological responses during exercise to exhaustion at critical power. **European Journal of Applied Physiology**, v. 88, n. 1–2, p. 146–151, 2002.

HALSON, S. L. Monitoring Training Load to Understand Fatigue in Athletes. **Sports Medicine**, v. 44, p. 139–147, 2014.

HICKSON, R. C.; DVORAK, B. A.; GOROSTIAGA, E. M.; KUROWSKI, T. T.; FOSTER, C. Potential for strength and endurance training to amplify endurance performance. **Journal of applied physiology**, v. 65, n. 5, p. 2285–2290. American Physiological Society. HILL, D. W. The Critical Power Concept. , v. 16, n. 4, p. 237–254, 1959.

HILL, D. W.; SMITH, J. C.; LENSCH, J. L.; CHASTEEN, S. D.; MILLER, S. A. Effect of pedal cadence on parameters of the hyperbolic power-time relationship. **International Journal of Sports Medicine**, v. 16, n. 2, p. 82–87, 1995.

HOUSH, J. D.; J. HOUSH, T.; BAUGE M., S. A Methodological Consideration for the Determination of Critical Power and Anaerobic Work Capacity. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, v. 61, n. 4, p. 406–409, 1990.

HOUSH, D. J.; HOUSH, T. J.; BAUGE, S. M. The accuracy of the critical power test for predicting time to exhaustion during cycle ergometry. **Ergonomics**, v. 32, n. February, p. 997–1004, 1989.

HOUSH, T. J.; DEVRIES, H. A.; HOUSH, D. J.; TICHY, M. W.; SMYTH, K. D.; TICHY, A. M. The relationship between critical power and the onset of blood lactate

accumulation. / Relation entre la puissance critique et le debut de l'accumulation du lactate sanguin. **Journal of Sports Medicine & Physical Fitness**, v. 31, n. 1, p. 31–36, 1991.

HUITEMA, R. B.; HOF, A. L.; POSTEMA, K. Ultrasonic motion analysis system--measurement of temporal and spatial gait parameters. **Journal of biomechanics**, v. 35, n. 6, p. 837–842, 2002.

JENKINS, D. G.; QUIGLEY, B. M. Blood lactate in trained cyclists during cycle ergometry at critical power. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 61, n. 3–4, p. 278–283, 1990.

JONES, A. M.; WILKERSON, D. P.; DIMENNA, F.; FULFORD, J.; POOLE, D. C. Muscle metabolic responses to exercise above and below the “critical power” assessed using ³¹P-MRS. **American journal of physiology. Regulatory, integrative and comparative physiology**, v. 294, p. R585–R593, 2008.

JUBRIAS, S. A; ESSELMAN, P. C.; PRICE, L. B.; CRESS, M. E.; CONLEY, K. E. Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training. **Journal of applied physiology (Bethesda, Md. : 1985)**, v. 90, n. 5, p. 1663–70, 2001.

KOMI, P. V; RUSKO, H.; VOS, J.; VIHKO, V. Anaerobic performance capacity in athletes. **Acta physiologica Scandinavica**, v. 100, n. 1, p. 107–14, 1977.

KRAEMER, W. J.; RATAMESS, N. A. Fundamentals of Resistance Training: Progression and Exercise Prescription. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 4, p. 674–688, 2004.

LENETSKY, S.; HARRIS, N.; BRUGHELLI, M. Assessment and Contributors of Punching Forces in Combat Sports Athletes. **Strength and Conditioning Journal**, v. 35, n. 2, p. 1–7, 2013.

LOTTERS, J. C.; SCHIPPER, J.; VELTINK, P. H.; OLTHUIS, W.; BERGVELD, P. Procedure for in-use calibration of triaxial accelerometers in medical applications. **Sensors and Actuators, A: Physical**, v. 68, n. 1–3 pt 2, p. 221–228, 1998.

LUEBBERS, P. E.; POTTEIGER, J. A.; HULVER, M. W.; THYFAULT, J. P.; CARPER, M. J.; LOCKWOOD, R. H. Effects of Plyometric Training and Recovery on

Vertical Jump Performance and Anaerobic Power. **Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association**, v. 17, n. 4, p. 704–709, 2003.

MAYAGOITIA, R. E.; NENE, A. V.; VELTINK, P. H. Accelerometer and rate gyroscope measurement of kinematics: An inexpensive alternative to optical motion analysis systems. **Journal of Biomechanics**, v. 35, n. 4, p. 537–542, 2002.

MEIRELES, C. L. DE S. **Força crítica, análise de parâmetros aeróbios e anaeróbios em exercício resistido – supino reto cláudio luiz de souza meireles**, 2010. Universidade Estadual Paulista. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100416>>.

MONOD, H.; SCHERRER, J. The work capacity of a synergic muscular group. **Ergonomics**, v. 8, n. 3, p. 329–338, 1965.

MORITANI, T., NAGATA, A., DEVRIES, H. A., & MURO, M. Critical power as a measure of physical work capacity and anaerobic threshold. **Ergonomics**, v. 24, n. 5, p. 339-350, 1981.

MOROUÇO, P. G.; MARINHO, D. A.; AMARO, N. M.; PERÉZ-TURPIN, J. A.; MARQUES, M. C. Effects of dry-land strength training on swimming performance: A brief review. **Journal of Human Sport and Exercise**, v. 7, n. 2, p. 553–559, 2012.

MORTON, R. H.; REDSTONE, M. D.; LAING, D. The Critical Power Concept and Bench Press: Modeling 1RM and Repetitions to Failure. **International Journal of Exercise Science**, v. 7, n. 2, p. 6, 2014.

NAKAMURA, F. Y.; BORGES, T. O.; BRUNETTO, A. F.; FRANCHINI, E. Correlação entre os parâmetros do modelo de potência crítica no cicloergômetro de membros superiores e no caiaque. **Revista Brasileira Ciências e Movimento**, v. 13, n. 2, p. 41–47, 2005.

NICKOLS-RICHARDSON, S. M.; MILLER, L. E.; WOOTTEN, D. F.; RAMP, W. K.; HERBERT, W. G. Concentric and eccentric isokinetic resistance training similarly increases muscular strength, fat-free soft tissue mass, and specific bone mineral measurements in young women. **Osteoporosis International**, v. 18, n. 6, p. 789–796, 2007.

NIEWIADOMSKI, W.; LASKOWSKA, D.; GAŚSIOROWSKA, A.; CYBULSKI, G.; STRASZ, A.; & LANGFORT, J. Determination and Prediction of One Repetition Maximum (1RM): Safety Considerations. **Journal of Human Kinetics**, v. 19, p. 109–120, 2008.

NOORDHOF, D. A.; KONING, J. J. DE; FOSTER, C. The maximal accumulated oxygen deficit method: a valid and reliable measure of anaerobic capacity? **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 40, n. 4, p. 285–302, 2010.

PEPPER, M. L.; HOUSH, T. J.; JOHNSON, G. O. The accuracy of the critical velocity test for predicting time to exhaustion during treadmill running. **International journal of sports medicine**, v. 13, n. 2, p. 121–124. 1992.

PIZZA, F. X.; NAGLIERI, T. A.; HOLTZ, R. W.; MITCHELL, J. B.; STARLING, R. D.; PHILLIPS, M. D.; CAVENDER, D. L.; BRAUN, W. A. Maximal accumulated oxygen deficit of resistance-trained men. **Canadian journal of applied physiology = Revue canadienne de physiologie appliquee**, v. 21, n. 5, p. 391–402, 1996.

POLEZI, L. Z. **Validação dos parâmetros aeróbio e anaeróbio a partir de protocolo não invasivo aplicado ao exercício resistido - supino reto**, 2008. Universidade Estadual Paulista.

POOLE, D. C.; WARD, S. A; GARDNER, G. W.; WHIPP, B. J. Metabolic and respiratory profile of the upper limit for prolonged exercise in man. **Ergonomics**, v. 31, n. 9, p. 1265–1279, 1988.

QI, Y.; SOH, C. B. OON; GUNAWAN, E.; LOW, K. S.; THOMAS, R. Estimation of spatial-temporal gait parameters using a low-cost ultrasonic motion analysis system. **Sensors (Basel, Switzerland)**, v. 14, n. 8, p. 15434–15457, 2014.

SALVADOR, M. B. **Determinação da força crítica em exercício resistido na cadeira extensora e supino reto: avaliação e validação de parâmetros aeróbios e anaeróbios**, 2010. Universidade Estadual Paulista.

SHAW, C. E.; MCCULLY, K. K.; POSNER, J. D. Injuries during the one repetition maximum assessment in the elderly. **J Cardiopulm Rehabil**, 1995.

SIMÃO, R.; POLY, M. A.; LEMOS, A. Prescrição de exercícios através do teste de T1

RM em homens treinados. **Fitness & Performance Journal**, v. 3, n. 1, p. 47–51, 2004.

SMITH, C. G. M.; JONES, A. M. The relationship between critical velocity, maximal lactate steady-state velocity and lactate turnpoint velocity in runners. **European Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 1–2, p. 19–26, 2001.

SOUSA, M. DE; SCHWARZ, L.; JONY LAUREANO SILVEIRA, W. K.; DIAS, J. A.; JÚNIOR, N. G. B. Medição da velocidade de execução do treinamento resistido utilizando um acelerômetro triaxial. **Revista Ilha Digital**, v. 4, n. 2008, p. 23–30, 2013.

TALBERT, S. M.; SMITH, J. C.; SCARBOROUGH, P. A.; HILL, D. W. Relationships between the power asymptote and indices of anaerobic and aerobic power. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, n. 4, p. S27, 1991.

TANAKA, H.; SWENSEN, T. Impact of resistance training on endurance performance. A new form of cross-training? **Sports Medicine**, v. 25, n. 3, p. 191–200, 1998.

TAYLOR, S. A.; BATTERHAM, A. M. The reproducibility of estimates of critical power and anaerobic work capacity in upper-body exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 87, n. 1, p. 43–49, 2002.

VOLTARELLI, F. A.; GOBATTO, C. A.; DE MELLO, M. A. R. Determination of anaerobic threshold in rats using the lactate minimum test. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 35, n. 11, p. 1389–1394, 2002.

WAHAB, Y.; BAKAR, N. A. Gait analysis measurement for sport application based on ultrasonic system. **Gait analysis measurement for sport application based on ultrasonic system**, v. 0, p. 20–24, 2011.

WALSH, M. L. Whole body fatigue and critical power: a physiological interpretation. **Sports medicine (Auckland, N.Z.)**, v. 29, n. 3, p. 153–166, 2000.

WHIPP, B. J.; HUNTSMAN, D. J.; STORER, T. W.; LAMARRA, N.; & WASSERMAN, K. A constant which determines the duration of tolerance to high-intensity work. **Federation Proceedings**, v. 41, n. 5, p. 1591, 1982. Rockville Pike, Bethesda.

WILLIAM J. K.; SCOTT A. M.; BRADLEY C. N.; LINCOLN A. G.; JEFF S. V.; JILL A. B.; JIM O. M.; KEI D.; ANA L. G. M.; MARY M.; STEVEN J. F.; ROBERT U. N.;

KEIJO, H. K. Effect of resistance training on women's strength/power and occupational performances. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 33, n. 6, p. 1011–1025, 2001.