

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

Custo energético no exercício de *Push-Up* realizado no TRX®

**TESE DE Mestrado em Ciências do Desporto – Especialização em
Atividades de Academia**

Orientador: Professor Doutor José Manuel Vilaça Maio Alves

Co-Orientador: Professor Doutor Victor Manuel Machado Reis

Discente: José Rafael Gonçalves Sousa Peixoto



**Vila Real, 2015
José Rafael Peixoto**

Custo energético no exercício de *Push-Up* realizado no *TRX*[®]



**Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Vila Real, Portugal, 2015**

Este trabalho foi expressamente elaborado como dissertação original para o efeito de obtenção do grau de Mestre em Ciências do Desporto, de acordo com o disposto no Decreto-Lei 107/2008, de 25 de Junho.

Agradecimentos

Agradeço a todos aqueles que me ajudaram na realização desta dissertação, destacando:

o Professor Doutor José Manuel Vilaça Maio Alves pela excelente orientação e apoio que sempre me prestou;

o Professor Doutor Victor Manuel Machado de Ribeiro dos Reis por toda a ajuda prestada e orientação;

os meus Pais e Irmã pela disponibilidade constante e apoio;

a todos os participantes no estudo, pela disponibilidade.

Índice Geral

Índice de Figuras	vi
Índice de Quadros	vii
Índice de Equações.....	viii
Índice de Abreviaturas	ix
Resumo	x
Abstract	xi
1. Introdução	12
2. Metodologia.....	15
2.1. Caracterização da Amostra.....	15
2.2. Tarefas e Procedimentos	15
2.2.1 Descrição do Exercício <i>Push-Up</i>	17
2.3 Instrumentos e Medições.....	17
2.3.1 Avaliações antropométricas.....	17
2.3.1.1 Estatura e Envergadura	17
2.3.1.2 Massa Corporal	18
2.3.1.3 Medição da Percentagem de Gordura Estimada	18
2.3.2 Ângulos	19
2.3.3 TRX®	19
2.3.4 Medição dos Indicadores Respiratórios.....	19
2.3.5 Frequência Cardíaca.....	21
2.3.6 Medição da Concentração de Lactato no sangue.....	21
2.3.7. Cálculos	21
2.4.Tratamento Estatístico	21
3. Resultados	22
4. Discussão.....	25
5. Conclusão	28
5. Referências	29
6. Anexos.....	33
Anexo I – Par-Q Teste	33
Anexo II – Anamnese.....	34
Anexo III – Termo Individual de Consentimento.....	35
Anexo IV – Registo Alimentar.....	36

Índice de Figuras

Figura 1 – <i>Push-Up</i> no TRX®	17
Figura 2 – Cinética do VO_2 durante as 4 intensidades (exemplo de um sujeito).....	22
Figura 3 – Retas de regressão VO_2 /carga para o exercício de <i>Push-Up</i> pelo método Standard (à esquerda) e Alternativo (à direita).....	23
Figura 4 – Cinética do VO_2 no esforço de alta intensidade até à exaustão (exemplo de um sujeito).....	23

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva e características antropométricas da amostra.....15

Tabela 2 - Média e desvio padrão nas medidas a 150º exercício *Push-Up*.....24

Índice de Equações

Equação 1 - Densidade Corporal = $1,112 - (0,00043499 (\Sigma \text{ das 7 pregas cutâneas}) + (0,00000055 (\Sigma \text{ das 7 pregas cutâneas})^2) - (0,00028826 (\text{idade}))$18

Equação 2 - Massa gorda estimada = $(4,95/\text{densidade corporal}) - 4,50 \times 100$18

Índice de Abreviaturas

ACSM – American College of Sport Medicine

BPM - Batimentos por Minuto

CE – Custo Energético

CO₂ – Dióxido de Carbono

CM – Centímetros

DOA – Défice de Oxigénio Acumulado

EPOC – Excesso de Consumo de Oxigénio pós Exercício

FC – Frequência Cardíaca

Mmol – Milimol

O₂ – Oxigénio

SEP - Erro Padrão da Regressão

TF – Treino de Força

VCO₂ – Excreção de Dióxido de Carbono

VCO₂/VO₂ – rácio Excreção de Dióxido de Carbono/Consumo de Oxigénio

VE – Ventilação

VO₂ – Consumo de Oxigénio

VO₂AC² – Volume de Oxigénio Acumulado

Kg - Quilogramas

Resumo

O *TRX Suspension Trainer*[®] é um material de treino que pode ser utilizado na realização de exercícios de treino de força (TF). Devido à ausência de estudos empíricos sobre o custo energético (CE) durante exercícios executados no *TRX Suspension Trainer*[®], o objetivo deste projeto é criar uma equação que permita estimar o custo energético no exercício *Push-Up* executado no *TRX*[®], em diferentes ângulos. Para tal, pretendeu-se recolher uma amostra constituída por 14 sujeitos do sexo masculino, com idades compreendidas entre os 18 e os 28 anos. Todos os sujeitos executaram o exercício de “*Push-Up*” no *TRX Suspension Trainer*[®], em cinco ângulos diferentes. Em cada uma das sessões foi medido o VO_2 em dois momentos: no período de repouso, ao longo de 15 minutos, e durante a execução exercício. O VO_2 foi medido com recurso a um espirómetro portátil (*K4b² COSMED[®] K4b², Roma, Itália*) e, desta forma, foi calculada a taxa metabólica de repouso e o VO_2 durante a execução do exercício. De igual forma, foi medida a frequência cardíaca durante o repouso e durante a execução do exercício nos diferentes ângulos, por meio de um cárdiofrequencímetro (*Polar Wireless Double Electrode, Kempele, Finlândia*). Por fim, por meio do analisador portátil *Accutrend[®] Plus*, foi medida a concentração de lactato na corrente sanguínea em repouso, no momento antes da realização do exercício, e imediatamente após a execução do exercício. Relativamente ao tratamento estatístico, foi efetuada uma regressão linear para obtenção das estimativas do declive, valor de dispersão e o valor no eixo das abcissas. O custo energético foi calculado por meio das equações obtidas pela regressão linear. O erro padrão da regressão foi utilizado como indicador da robustez da relação entre as variáveis utilizadas para a realização das equações de predição do custo energético. Foi obtida a reta standard, de predição do custo energético, $y = 0,196x - 9,554$ com um erro padrão de $0,35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e um $R=0,99$ e a reta alternativa $y = 0,068x + 4,021$ com um erro padrão de $1,72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e um $R=0,91$, em que Y é o VO_2 e X o ângulo de inclinação.

Palavras-chave: TRX, Treino de Força, Custo Energético, Défice de Oxigénio Acumulado.

Abstract

The *TRX Suspension Trainer*[®] is a training material that could be used in resistance training exercises. Due to the lack of empirical studies about energy cost during exercise performed in *TRX Suspension Trainer*[®], the aim of this project was to create a predictin energy cost formula in the exercise *Push-Up* performed in *TRX*[®], in different angles. For that, it was recruited a sample constituted by 14 subjects aged 18 to 28 years old. All subjects performed the exercise of *Push-Up* in the *TRX Suspension Trainer*[®], in five different angles. In each session, it was measured the oxygen uptake in two different moments: during the rest moment, over 15 minutes, and during the exercise. The oxygen uptake was measured with a portable spirometer (*K4b² COSMED*[®] *K4b², Rome, Italy*) and, it was calculated the resting metabolic rate and the oxygen uptake during exercise. Likewise, it was measured the heart rate during rest moment and during the performance of exercise, in five different angles, through a strap (*Polar Wireless Double Electrode, Kempele, Finland*). Lastly, using a portable analyzer named *Accutrend*[®] Plus, it was measured the blood lactate concentration in rest, before the exercise performance, and immediately after the performance of the exercise. For the statistical analysis, it was performed a linear regression to obtain the estimates slope values , the dispersion value and the abscissa value. The energy cost was calculated by the formulas obtained by linear regression. The standard error of the regression was used as an indicator of the robustness of the relationship between the variables used to carry out the formulas for predicting the energy cost. The standard line prediction of energy cost was obtained, $y = 0,196x - 9,554$ with a SEP of 0,35 ml.kg⁻¹.min⁻¹ and a R=0,99 and the alternative line $y = 0,068x + 4,021$ with a SEP of 1,72 ml.kg⁻¹.min⁻¹ and a R=0,91, in which Y it's VO2 and X the angle of inclination.

Key-words: TRX, Resistance Training, Energy Cost, Accumulated Oxygen Deficit.

1. Introdução

O treino de força (TF) tornou-se, recentemente, como uma forma popular de exercício físico (Chou et al., 2010; Kraemer, Ratamess, & French, 2002). De acordo com a *American College of Sports Medicine* (ACSM), os adultos saudáveis devem praticar TF entre duas a três vezes por semana, através da realização de uma série, ou múltiplas séries por exercício, de oito a doze repetições, com uma carga de peso entre 60 a 80% da 1RM (ACSM, 2009; Garber et al., 2011).

De acordo com a literatura, o TF oferece diversos benefícios para a saúde, ao promover a alteração da composição corporal, a perda de massa gorda, o aumento de massa magra e o aumento da taxa metabólica basal (Kraemer et al., 2002; Robergs, Gordon, Reynolds, & Walker, 2007). Por sua vez, a alteração da composição corporal está relacionada com vários fatores que afetam o balanço de energia diário, sendo este o dispêndio e consumo de energia (Martinez, 2000). Devido ao aumento de praticantes do TF, e com a necessidade crescente de melhorar os seus efeitos, será necessário a quantificação do CE durante o TF (Robergs et al., 2007).

Entende-se por CE, como o próprio nome indica, o custo de energia gasto durante a realização de determinado exercício no TF. Contudo, o CE pode apenas ser estimado, uma vez que o CE possui duas componentes (aeróbia e anaeróbia) (Reis, Júnior, Zajac, & Oliveira, 2011) não sendo possível indicar com precisão a energia gasta ao realizar um exercício. A componente aeróbia do exercício pode facilmente ser obtida através de calorimetria indireta, nomeadamente através da análise de trocas gasosas, e pode ser calculada com grande precisão, principalmente em esforços de longa duração e baixa intensidade (ACSM, 2007). Contudo, o uso da análise do consumo de oxigénio (VO_2), para a determinação do custo energético, durante um exercício de força, torna-se mais difícil devido a não ocorrer uma estabilização do VO_2 . O tipo de esforços no TF são essencialmente de alta a moderada intensidade de curta duração e a via metabólica predominante, neste tipo de esforços é a via anaeróbia. Desta forma, a obtenção do custo energético, através do VO_2 durante o exercício não é precisa (Reis et al., 2011; Wilmore and Costill, 2004). A componente anaeróbia do exercício apenas pode ser estimada, e não medida com precisão, tal como acontece com a componente aeróbia. Para quantificar a componente anaeróbia do exercício, com o menor erro possível, é necessário efetuar uma biópsia muscular e retirar uma porção de músculo, sendo este método bastante evasivo e, portanto, raramente utilizado (Gollnick, Armstrong, Saubert, Piehl, & Saltin, 1972). Neste sentido, um dos métodos mais utilizado para prever a componente anaeróbia do exercício é a recolha

de lactato no sangue (Scott, Croteau, & Ravlo, 2009; Scott, Leighton, Ahearn, & McManus, 2011; Scott, 2006). A recolha de lactato no sangue, para quantificar o CE, é bastante importante, pois a utilização apenas do consumo de oxigênio para quantificar o CE é um processo incompleto, pelo que o CE ficaria subestimado (C. B. Scott, 2006). No entanto, este método apresenta limitações, pois a sua concentração sanguínea é diferente da sua concentração muscular (di Prampero & Ferretti, 1999; Margaria, Aghemo, & Sassi, 1971; Scott, 2005). Contudo, a utilização do VO_2 e da concentração de lactato no sangue para quantificar o custo energético devem ser utilizadas da melhor forma possível, pois se no VO_2 for utilizado o excesso de consumo de oxigênio pós-exercício (EPOC) juntamente com a concentração de lactato no sangue, o custo energético estará supra estimado, pois existe uma parte inicial do EPOC que já contabiliza energia utilizada pela via glicolítica rápida e pela produção de lactato., Isto é, se somado o EPOC com a concentração de lactato no sangue iremos contabilizar por duas vezes a mesma energia e assim supra estimar o custo energético. (Scott 2000 e Scott 2007)

Outro método utilizado para prever a componente anaeróbia do exercício é o défice de oxigênio acumulado (DOA). O DOA pode ser predito através da medição do VO_2 , permitindo quantificar a componente aeróbia e anaeróbia do exercício, obtendo assim uma reta de regressão linear (Reis et al., 2011; Robergs et al., 2007). Para tal, é necessário haver uma estabilização do VO_2 em distintos patamares de intensidade submáxima. Após esta estabilização, e através do CE submáximo, é possível, através da extrapolação linear, prever o CE supramáximo. A componente anaeróbia é obtida através da diferença entre o CE total e o consumo de oxigênio acumulado. O custo energético total é obtido através do CE juntamente com o tempo total de exercício. Por sua vez, o consumo de oxigênio acumulado é obtido através do VO_2 juntamente com o tempo total do exercício. Sendo assim, este método, consiste na estimativa do CE submáximo com a relação entre o VO_2 e a intensidade, a estimativa do CE supramáximo através da extrapolação linear do CE submáximo e da estabilidade do CE submáximo durante o esforço. (Bangsbo et al., 1990; Reis, Guidetti, Silva, Carneiro, & Baldari, 2006)

Ao longo dos anos, diversos materiais chegaram ao mercado do fitness e os seus níveis de popularidade têm vindo a aumentar. Contudo, nem sempre os resultados divulgados pelos vendedores e fabricantes dos aparelhos estão devidamente suportados empiricamente. Desta forma, tem havido um interesse da comunidade científica na realização de estudos com os mesmos, de forma a explorar

os seus reais efeitos, como por exemplo, a *swiss ball* (Barton et al., 2013; Marshall & Murphy, 2006; Sundstrup, Jakobsen, Andersen, Jay, & Andersen, 2012) e a *bosu® ball* (Romero-Franco et al., 2012; Saeterbakken & Fimland, 2013). Um dos novos aparelhos que chegou ao mercado do fitness foi o *TRX Suspension Trainer®*. O TRX foi criado e desenvolvido por Randy Hetrick, em 1988, devido às necessidades apresentadas pelos marinheiros Americanos, *Navy Seal*, de treinarem em situações em que não possuíam logística para a realização do seu TF de forma convencional. Assim, o *TRX Suspension Trainer®* é um aparelho de treino em suspensão, com um ponto de ancoramento único e com duas pegadas, uma para colocação das mãos e outra para a colocação dos pés. O *TRX Suspension Trainer®* rege-se por três princípios: i) o princípio da estabilidade, em que o tamanho e a posição da base de suporte determinam a estabilidade do exercício; ii) o princípio do vetor de resistência, em que o ângulo que o corpo faz relativamente ao chão determina a resistência/carga do exercício; e iii) o princípio do pêndulo, em que a posição do centro de gravidade relativa ao ponto de ancoragem determina a resistência/carga do exercício. (Bettendorf, 2010).

O objetivo do presente trabalho é criar uma equação que permita estimar o custo energético no exercício de *Push-Up* no aparelho *TRX force kit: Tactical®*

2. Metodologia

2.1. Caracterização da Amostra

A amostra do presente estudo é constituída por 13 indivíduos do sexo masculino com idades compreendidas entre os 18 e 28 anos, com os seguintes critérios de inclusão: i) fisicamente ativos; i) aparentemente saudáveis; i) não tomavam medicação passível de alterar as variáveis em estudo; iv) não fumavam; e v) não possuíam lesões osteoarticulares e musculotendinosas.

Tabela 1 - Estatística descritiva e características antropométricas da amostra

N = 13			
	Mínimo	Máximo	Média±DP
Idade (anos)	19	27	22,69±2,21
Estatura (cm)	162	180	170,77±5,93
Envergadura (cm)	165	185	174,65±6,91
Massa Corporal (kg)	58	80	70,23±6,53
Gordura Corporal Estimada (%)	2,58	9,13	6,69±1,87

2.2. Tarefas e Procedimentos

Inicialmente foi realizada uma sessão com o objetivo de informar os sujeitos sobre os objetivos, procedimentos e possíveis desconfortos inerentes ao presente estudo. Foi permitida a colocação de qualquer questão ou dúvida relacionada com o estudo. Nessa mesma sessão, os indivíduos preencheram o questionário PAR-Q teste (Anexo I, ACSM, 2007) e uma ficha de anamnese (anexo II). Após confirmação de que os sujeitos preenchiam os critérios de inclusão neste estudo, foi-lhes entregue para assinarem um termo de consentimento informado de participação no presente estudo, elaborado segundo a declaração de Helsinkia de 2008 (Anexo III). Posteriormente, e na mesma sessão, foram efetuadas as recolhas das medidas antropométricas (massa corporal, estatura, envergadura e percentagem de gordura estimada). Após estes procedimentos e durante 2 semanas, com uma frequência mínima de 3 vezes por semana, foi efetuado o treino da técnica de execução do exercício *Push Up*, no aparelho *TRX force kit: Tactical®*. Esta adaptação foi feita através da realização de 3 séries de 10 repetições, com um 1 minuto e 30 segundos de descanso entre séries.

Os indivíduos foram submetidos a cinco sessões experimentais, com um intervalo 72h entre elas, efetuadas à mesma hora e com as mesmas condições de temperatura e humidade. Nessas sessões foi realizado o exercício de *Push Up*, no *TRX*[®] realizado a 40 batimentos por minuto, controlada por um metrónomo eletrónico “Korg MA – 30, Korg, New York, EUA”, nos ângulos de 90°, 100°, 110°, 120° e 150°, e onde foi medido o VO_2 em repouso e durante o esforço e a variação do ácido láctico.

O VO_2 foi avaliado antes da realização do exercício com o objetivo de definir a taxa metabólica de repouso. e durante o exercício para quantificar o VO_2 durante o esforço, com a utilização do aparelho “*K4b² COSMED[®] K4b², Roma, Itália*”. O aparelho esteve colocado durante toda a sessão experimental.

Foi igualmente medida a concentração de lactato no sangue, antes e após o exercício, através do analisador portátil Accutrend[®] Plus. Antes da realização do exercício, foi medida a concentração de lactato no sangue, para a avaliação do valor de repouso e após o exercício, para determinar o nível de lactato sanguíneo acumulado devido ao exercício. No ângulo de 150° foi medida a concentração de lactato no sangue imediatamente após a realização do exercício e repetiu-se a cada 90 segundos até se obter o valor máximo.

As sessões experimentais em causa foram realizadas de forma aleatória, por sorteio.

Os participantes foram devidamente informados para não realizar exercício intenso 72 horas antes das avaliações, para não ingerirem bebidas alcoólicas e/ou cafeína nas 24 horas antes não, não estarem em jejum, e manterem-se hidratados. Foi ainda aconselhado repouso adequado (6 a 8 horas de sono), e alimentação igualmente adequada (pelo menos 3 refeições diárias) (Wilmore e Costil, 2001), sendo necessário realizar o registo de todas as refeições realizadas nas 24 horas anteriores à 1ª sessão experimental de forma a poderem realizá-las nas 24 horas anteriores às sessões seguintes. Estas refeições foram registadas numa ficha elaborada para o efeito (Anexo IV).

Todos os dados recolhidos foram registados em Excel e tratados estatisticamente no programa SPSS (Versão 21.0, SPSS IBM).

2.2.1 Descrição do Exercício *Push-Up*



Figura 1 - *Push-Up* no TRX®

A posição inicial foi com as mãos em pronação a agarrar nas pegas do TRX®, os braços estendidos à frente do corpo, à altura do peito e à largura dos ombros, e os pés à largura dos ombros. As mãos ficaram fixadas durante o movimento, que consistiu numa descida do corpo totalmente alinhado, até ao braço e o antebraço contemplarem um ângulo de 90° entre si, sendo este medido por um goniómetro (Rulond). O exercício foi executado a 40 batimentos por minuto, controlados através de um metrónomo (ver Figura 1).

2.3 Instrumentos e Medições

2.3.1 Avaliações antropométricas

2.3.1.1 Estatura e Envergadura

Para medir a estatura foi utilizado um estadiómetro (SECA). A estatura foi definida como a distância, em linha reta, entre o vértex (crânio) e o piso sobre o qual se apoiam os pés estando estes formam um “V”, encontrando-se os sujeitos em posição ereta, posicionado segundo o plano de Frankfurt. Este plano consiste numa linha devidamente assinalada, que passa pelo ponto mais baixo do bordo inferior da órbita ocular direita e pelo ponto mais alto do lado superior do meato auditivo externo correspondente. A medição foi feita no momento de inspiração profunda. Os sujeitos encontravam-se descalços, com os pés juntos e com os calcanhares, o cóccix, a coluna dorsal e a parte occipital em contacto com o estadiómetro. A leitura foi expressa em centímetros (cm), com aproximação às décimas.

A envergadura foi medida com uma fita métrica numa distância entre as extremidades do dedo médio com abdução de ombros a 90°.

2.3.1.2 Massa Corporal

Para obter a massa corporal foi utilizada uma balança eletrônica (SECA). Os participantes encontravam-se descalços e apenas em calções e t-shirt, estavam colocados no centro da plataforma da balança e permaneceram imóveis. A medição admitida foi expressa em quilogramas (kg), com aproximação as décimas.

2.3.1.3 Medição da Percentagem de Gordura Estimada

A medição da percentagem de gordura estimada foi efetuada através das pregas cutâneas com a utilização do adipómetro “Sanny AD1010, American Medical do Brasil, Ltda, São Paulo, Brasil” realizadas sempre pelo mesmo avaliador. Foram avaliadas as seguintes pregas: peitoral; axilar média; tricipital; subescapular; abdominal; suprailíaca; e crural.

A equação para obter a densidade corporal (ACSM, 2007) foi a seguinte:

Equação 1 - Densidade Corporal = $1,112 - (0,00043499 (\Sigma \text{ das 7 pregas cutâneas}) + (0,00000055 (\Sigma \text{ das 7 pregas cutâneas})^2) - (0,00028826 (\text{idade}))$

A equação para converter a densidade corporal em percentagem de gordura corporal (ACSM, 2000) foi a seguinte:

Equação 2 - Massa gorda estimada = $(4,95/\text{densidade corporal}) - 4,50 \times 100$

As medições foram obtidas através dos seguintes procedimentos (ACSM, 2000): Todas as medidas foram realizadas do lado direito do corpo; A prega cutânea foi pinçada com o dedo polegar e indicador, cerca de 1 cm do local previamente marcado; O Adipómetro foi colocado perpendicularmente em relação a prega; A leitura foi efetuada cerca de 2 segundos após a colocação do adipómetro, sem largar a prega; Efetuaram-se duas medidas no mesmo local considerando-se a média de ambas como valor final, desde que as duas medições não apresentassem valores que diferissem entre si mais de 0,2 mm.

Os pontos anatómicos utilizados para a obtenção dos valores das pregas cutâneas foram os seguintes (ACSM, 2000):

- Tricipital: prega vertical; a meio e na parte posterior do braço; a meio de uma linha imaginária entre os processos acrómio e olecrano; e do braço livre ao lado do corpo;

- Crural: prega vertical; na face anterior da coxa e na sua linha media, a meio de uma linha imaginaria que passa pela crista ilíaca antero superior e da parte superior da rótula.
- Abdominal: prega vertical; a 2 cm lateralmente à direita do umbigo;
- Peitoral: prega diagonal; a meio da distância entre a parte anterior da linha da axila e o mamilo;
- Axilar média: prega vertical; entre o cruzamento das linhas imaginárias passando uma por entre o meio da axila em direção ao osso ilíaco do mesmo lado, e outra pelo do processo xifóide do esterno que vai na horizontal passar pela linha referida anteriormente;
- Subescapular: prega diagonal (a 45°); 2 cm após o ângulo inferior da escapula;
- Suprailíaca: prega diagonal; em linha com o natural ângulo formado pela crista ilíaca e tirada na parte anterior da linha axilar logo superiormente à crista ilíaca.

2.3.2 Ângulos

A medição dos ângulos foi efetuada através de um Goniómetro *Rulong*[®] com duas réguas para medição da amplitude articular, numa escala de 20 cm e transferidor de 0° a 360° graus, onde o eixo do instrumento foi colocado no maléolo externo do perónio, a barra fixa em contacto com o chão e a barra móvel em contacto com o maléolo externo do fémur. As medições foram sempre realizadas do lado direito do sujeito.

2.3.3 TRX[®]

O TRX[®] foi utilizado na sua extensão máxima e o seu ponto de ancoragem foi colocado a 2.50m de altura em relação ao chão.

2.3.4 Medição dos Indicadores Respiratórios

A medição dos indicadores respiratórios foi efetuada através de um sistema de circuito aberto portátil (*COSMED[®] K4b2, Roma, Itália*). Este aparelho é uma unidade portátil que pesa aproximadamente 1kg (incluindo a bateria) e contém um analisador de oxigénio e de dióxido de carbono. O aparelho esteve colocado num colete específico, no peito dos participantes. Antes de começar, a unidade portátil foi calibrada consoante as indicações do fabricante. Os participantes utilizaram este

dispositivo durante toda a sessão, ao longo das cinco sessões experimentais. Os dados obtidos foram: tempo, frequência respiratória, volume total, ventilação, consumo de oxigénio, produção de dióxido de carbono e frequência cardíaca. A validade deste aparelho foi demonstrada por McLaughlin e colaboradores (2001) e por Hausswirth e colaboradores (1997), considerando-se que fornece dados com uma percentagem de erro inferior a 1% em relação ao método de Douglas (ano).

Para determinar os valores metabólicos de repouso foram utilizados os valores obtidos nos últimos 10 minutos do período em repouso. A avaliação do metabolismo de repouso foi realizada numa sala ventilada, com uma luz de baixa intensidade, sem barulho, a uma temperatura ambiente entre os 20° e os 22° C, e uma humidade do ar entre os 50 e os 60%. Estes parâmetros foram medidos através de um termo higrómetro portátil "*Testo 625, Testo, Alemanha*". Foi pedido aos participantes que permanecessem deitados numa marquesa confortável. No mesmo momento em que se colocou o analisador de gases indireto (*COSMED® K4b², Roma, Itália*) colocou-se também o cárdiofrequencímetro (*Wireless Double Electrode, Polar®, Kempele, Finlândia*). Após estes procedimentos foi colocada, nos participantes, a máscara facial flexível do analisador de gases (Hans Rudolph, Kansas City, EUA) e foi pedido para se deitarem e permanecerem inativos durante 30 minutos. Após 15 minutos do início deste período pré-exercício, deu-se início às medições do VO₂, por meio do analisador de gases, que se manteve continuamente ligado, até ao final do protocolo da sessão de estudo.

Para a avaliação do VO₂, durante as sessões de treino os sujeitos da amostra utilizaram o aparelho K4b2, durante todo o exercício, com a duração necessária para se conseguir a estabilização do mesmo.

De forma a garantir a validade em todas as sessões, o analisador de gases, ligou-se nos 45 minutos antes da sua utilização, para este aquecer segundo as normas estabelecidas (COSMED, 2001). Este sistema de análise foi calibrado (calibração do ar ambiente, dos gases de referência, do tempo do *delay* e da turbina), antes de cada sessão, com uma mistura de gás ambiente e uma mistura de gás da calibração conhecida (16,00% O₂ e 5,00% de CO₂). A análise das concentrações de O₂ foi efetuada através de um sensor de zircónio e as de CO₂ através de um sensor de infravermelhos. A calibração da turbina do analisador de gases foi feita com uma seringa de 3 litros (COSMED, 2001).

2.3.5 Frequência Cardíaca

Com exceção das duas semanas de familiarização com o TRX®, em todas as cinco sessões experimentais foi medida a frequência cardíaca ininterruptamente através de um cárdiofrequencímetro (*Wireless Double Electrode, Polar®, Kempele, Finlândia*). Após o humedecimento dos elétrodos, colocou-se nos sujeitos o transmissor ao nível do apêndice xifoide.

2.3.6 Medição da Concentração de Lactato no sangue

A Concentração de lactato no sangue foi efetuada através da recolha de uma amostra de 25 microlitros de sangue capilar de uma das falanges distais da mão do sujeito, tendo sido este colocado numa Tira Reativa de Lactato e calculado pelo analisador portátil *Accutrend® Plus*. Esta medição foi sempre realizada no período de pré (em repouso) e pós exercício. No ângulo de 150° a recolha foi realizada imediatamente após e repetida a cada 90 segundos até se obter o valor máximo.

De modo a manter a fiabilidade dos resultados, o analisador portátil foi calibrado todas as semanas através das concentrações de lactato no sangue de 2, 4, 10, 15 e 30 mmol de Lactat-Kontrollsel LCQ 140, Berlin, Germany.

2.3.7. Cálculos

Foram contruídas duas retas de regressão linear entre o VO_2 e a carga. Uma reta *standard*, com os valores de VO_2 durante o esforço e a carga, e uma reta alternativa incluindo o VO_2 em repouso. O CE foi calculado através das equações obtidas pelas regressões e do equivalente energético do lactato no sangue (usou-se o equivalente energético de 1mM/l de lactato = 3 $\text{mlO}_2/\text{kg}/\text{min}$ (DiPrampero e Ferretti, 1999). Para a conversão do O_2 em energia usou-se 1 litro de O_2 = 5Kcal.

2.4.Tratamento Estatístico

A análise de todos os dados foi efetuada pelo software de tratamento e análise de dados “Statistical Package for the Social Sciences” (*SPSS Science, Chicago, EUA*), versão 21,0. Foi realizada uma regressão linear para obtenção das estimativas do declive, valor de dispersão e o valor no eixo das abcissas. O custo energético foi calculado através das equações obtidas pela regressão linear e do equivalente energético do lactato no sangue. O erro padrão da regressão foi utilizado como indicador da robustez da relação entre as variáveis utilizadas para a realização das equações de predição do custo energético.

3. Resultados

A amostra do presente estudo apresentou um valor de VO_2 em repouso de $4,63 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e uma FC 56 bpm. Relativamente aos valores de lactato, a amostra apresentou um valor de repouso de $2,71 \text{ mmol/L}$.

Nas 4 intensidades mais baixas o VO_2 mostrou estabilização, conforme se ilustra com um exemplo na figura 2.

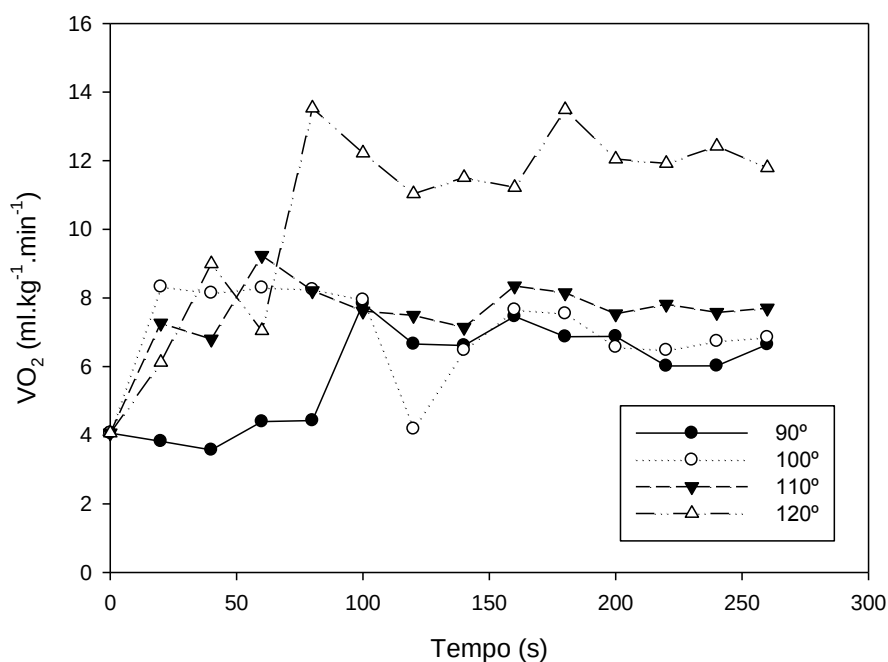


Figura 2 – Cinética do VO_2 durante as 4 intensidades (exemplo de um sujeito).

Na figura 3 é apresentado o VO_2 relativamente às cargas mais baixas utilizadas no exercício de *Push-Up*, com os dois métodos em estudo. A linearidade foi superior na regressão Standard ($R=0,99$), comparativamente à Alternativa ($R=0,91$). O erro padrão da regressão foi superior na reta Alternativa ($\text{Syx}= 1,72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$), comparativamente à Standard ($\text{Syx}= 0,35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$).

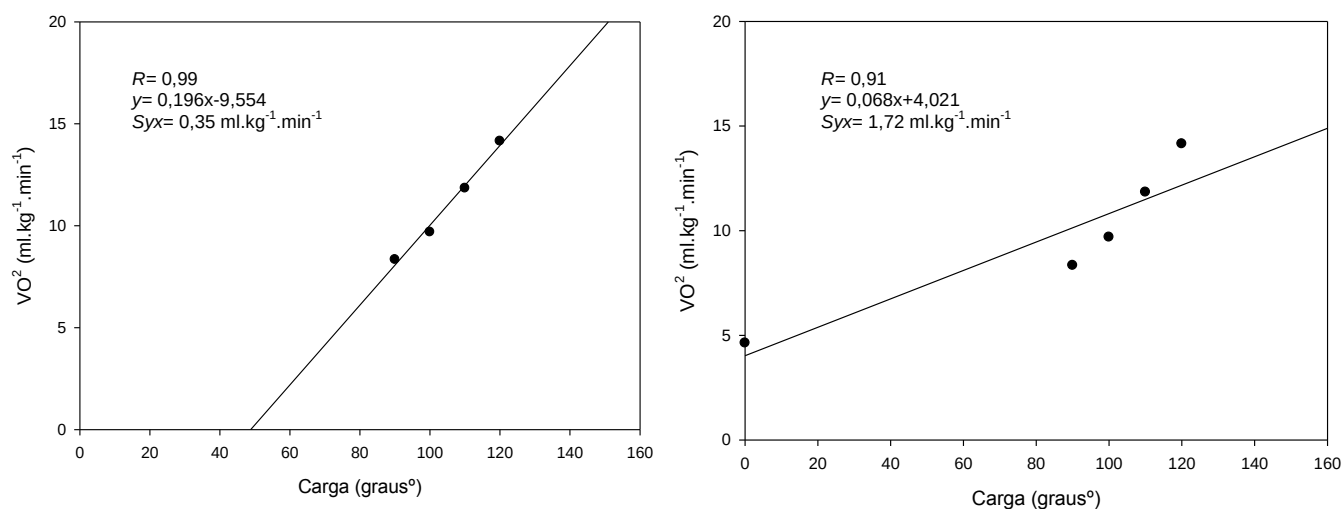


Figura 3 – Retas de regressão VO_2 /carga para o exercício de *Push-Up* pelo método Standard (à esquerda) e Alternativo (à direita).

O custo energético predito, para o ângulo de 150° , foi calculado através da extrapolação linear das retas de regressão individuais. Na tabela 1 são apresentados os resultados dessa extrapolação e de todas as restantes medidas e estimativas na intensidade de 150° .

Na intensidade mais elevada o VO_2 não mostrou estabilização, conforme se ilustra com um exemplo na figura 4.

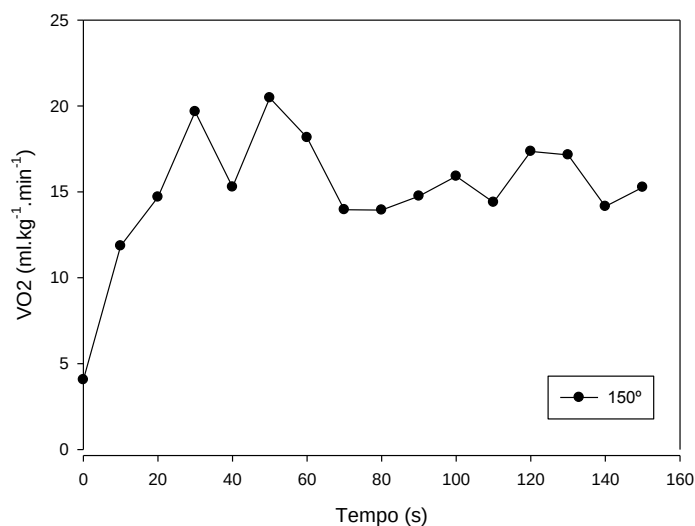


Figura 4 – Cinética do VO_2 no esforço de alta intensidade até à exaustão (exemplo de um sujeito).

Tabela 2 - Média e desvio padrão nas medidas a 150º exercício *Push-Up*

	Standard	Alternativo
CE Predito ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	20,08±3,64	14,30±1,86
SEP ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	2,31±1,17	1,64±0,65
IC95 ($\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$)	10,97±5,54	7,94±3,59
CET (ml.kg^{-1})	28,50±9,29	19,97±4,28
VO ₂ AC (ml.kg^{-1})	21,71±7,53	21,71±7,53
Aeróbio (%)	74,41±22,92	105,29±22,38
Anaeróbio (%)	25,59±22,92	-5,29±22,38
DOA (ml.kg^{-1})	6,80±6,79	-1,74±4,78
Lactato (mmol.L^{-1})	2,45±1,09	2,45±1,09

CET – Custo Energético Total; DOA - Déficit de O₂ Acumulado; SEP – Erro Padrão da Predição; IC95 – Intervalo de Confiança VO₂AC – Consumo de Oxigênio Acumulado

4. Discussão

O objetivo do presente estudo foi quantificar o CE do exercício de *Push-Up* realizado no TRX, assim como quantificar a precisão da estimativa do CE através da reta de regressão VO_2 /carga no mesmo exercício.

O CE do exercício de *Push-Up* no TRX, variou entre 8,15 e 14,89 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (2,86 kcal/min e 5,22 kcal/min) nos ângulos de 90°, 100°, 110° e 120° e teve um valor de 25,22 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (8,86 kcal/min) para o ângulo de 150°, quando usada a reta standard. Quanto usada a reta alternativa, o CE variou entre 10,2 e 13,1 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (3,58 kcal/min e 4,6 kcal/min) nos ângulos de 90°, 100°, 110° e 120°, e no ângulo de 150° teve um valor de 19,44 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (6,83 kcal/min). Estes valores do CE foram obtidos através da soma do VO_2 e dos valores de lactato.

Em esforços de intensidade mais baixa, o CE pode ser obtido através do declive da reta de regressão entre o VO_2 e a intensidade do seu esforço, enquanto no caso de esforços de intensidade mais elevada, o CE pode ser obtido através da extrapolação linear do CE das intensidades mais baixas. Neste caso, aplica-se a equação da reta de regressão entre o VO_2 e a intensidade do esforço (Reis & Carneiro, 2005). Para a avaliação da robustez das retas de regressão são utilizados dois indicadores, sendo eles o R da regressão e o erro da regressão (Sy.x). (Carter H. et al, 2000; Bland JM. et al, 1996). No presente estudo, a reta Standard apresentou uma linearidade superior ($R=0,99$) comparativamente com a reta Alternativa ($R=0,91$). De igual forma, o erro da regressão foi inferior na reta Standard ($\text{Sy.x}=0,35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, variou entre 2,50% e 4,33%) comparativamente à reta Alternativa ($\text{Sy.x}=1,72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, variou entre 14,12% e 16,96%).

No caso da extrapolação linear para a estimativa do custo energético da intensidade mais elevada, o valor obtido deve ser interpretado acompanhado do respetivo erro, pois este tende a ser maior do que nas intensidades mais baixas, sendo ele o SEP (erro padrão do valor predito). Visto que a extrapolação linear é realizada através de um procedimento estatístico que nos permite estimar o CE através do VO_2 , para uma intensidade não analisada diretamente, é então importante medir a sua precisão, ou seja, o seu SEP (Reis, 2003). No presente estudo, o CE predito da intensidade mais elevada foi de 20,08 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, com um SEP de 2,31 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (11,5%) para a reta Standard, e no caso da reta Alternativa o CE predito foi de 14,30 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 1,64 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ (11,47%).

Vianna (2010), no seu estudo realizado em exercícios de treino de força obteve valores de CE predito de 25,34 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 6,36 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, para o exercício de puxada alta. Para o exercício de rosca tríceps obteve um valor de CE predito de 27,76 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 5,99 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, para o exercício de meio agachamento o CE predito foi de 91 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 18,97 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Por fim, para o exercício de supino horizontal os valores foram 29,15 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e 4,13 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ relativamente ao CE predito e ao SEP, respetivamente. Santos (2013), também realizou um estudo em treino de força e obteve valores de 64,17 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e de 12,65 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, para o CE predito e o SEP, relativamente ao exercício de extensão de pernas. Quanto ao exercício de extensão de pernas na prensa, o valor do CE predito foi de 54,20 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 4,59 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$, para o exercício de supino inclinado, os valores foram de 42,15 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o CE predito, com um SEP de 6,37 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Por último, para o exercício de flexão de antebraços o CE predito foi de 22,31 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ com um SEP de 2,51 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$. Após esta análise, é possível verificar que os valores de SEP obtidos no nosso estudo são inferiores a outros valores encontrados na literatura, no que toca a exercícios de treino de força.

Robergs e colaboradores, (2007), Vianna (2010) e Santos (2013) conduziram estudos com exercícios de treino de força, em que apresentaram regressões entre o VO_2 e a intensidade do esforço. O valor de R das retas de regressão do estudo de Robergs e colaboradores (2007) foi de 0,81 e 0,85 para os exercícios de supino e agachamento, respetivamente. Para o estudo de Vianna (2010), os valores foram de 0,96, 0,89, 0,98 e 0,97 para supino horizontal, meio agachamento, puxada alta e rosca tríceps, respetivamente. Por último, Santos (2013) obteve valores de R de 0,91, 0,93, 0,98 e 0,94 para extensão de pernas, supino inclinado, extensão de pernas na prensa e flexão de antebraços. Relativamente aos erros das regressões (Sy.x), Robergs e colaboradores (2007) obtiveram valores de 0,16 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o supino e de 0,31 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o agachamento. Vianna (2010) obteve valores de 1,21 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o supino horizontal, 5,47 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para o meio agachamento, 0,57 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para a puxada alta e de 0,91 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para a rosca tríceps. Por fim, Santos (2013) encontrou valores de 1,45 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para a extensão de pernas, 0,85 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para supino inclinado, 1,36 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para extensão de pernas na prensa e de 0,60 $\text{ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ para a flexão de antebraços. Verificamos assim, que os nossos valores obtidos de R estão de acordo com os valores encontrados na literatura.

Visto que na literatura existe escassez de estudos com exercícios de treino de força, pode ser relevante confrontar o presente estudo com estudos existentes de

outras modalidades. Reis e colaboradores (Reis, V et al., 2010) realizaram um estudo, na natação, onde apresentaram retas de regressão do VO_2 em função à velocidade do nado em diferentes distâncias, nomeadamente 100, 200 e 400 metros crawl. O valor de R das retas de regressão foi de 0,98 para as distâncias de 100 e 200 metros e de 0,97 para a distância de 400 metros. O valor de Sy.x , das retas de regressão, variou entre 4,13 e 5,29 ml/kg/min^{-1} . No que toca ao atletismo, Nevill e colaboradores (2008) realizaram um estudo para as distâncias de 100, 400 e 800 metros, em que obtiveram valores de R, das retas de regressão, entre 0,77 e 0,89. Após análise dos dados acima referidos, é possível verificar que o R de ambas as retas, alternativa e standard, se encontra dentro dos valores encontrados na literatura.

Relativamente à contribuição da energia aeróbia e anaeróbia, na intensidade mais elevada, é possível quantificá-la através do DOA, que por sua vez é obtido através da medição do VO_2 . (Reis, V. et al., 2006). Quanto aos resultados deste estudo, os valores da componente aeróbia e anaeróbia foram de 74,41% e 25,59%, respetivamente, para o método Standard. Para o método Alternativo os valores foram de 105,29% e -5,29% para a componente aeróbia e anaeróbia respetivamente. Através dos valores de lactato obtidos a componente aeróbia e anaeróbia foram de 79,62% e 20,38% para o método standard, e para o método alternativo os valores foram de 73,56% e 26,44%. Os valores do DOA obtidos neste estudo foram de 6,80 ml.kg^{-1} e -1,74 ml.kg^{-1} , para o modelo Standard e Alternativo, respetivamente. Observando estes valores obtidos, é possível afirmar que o modelo mais adequado para o Custo Energético será o Standard, pois o valor do DOA do modelo Alternativo é um valor negativo, sendo fisiologicamente impossível, pois mesmo que, na intensidade mais elevada a necessidade de oxigénio (O_2) total fosse suprida pelo VO_2 em esforço, teria que existir, pelo menos, um valor de DOA inicial, consequente da subida do VO_2 desde o repouso até ao valor do VO_2 em esforço. Através da literatura é sabido que, pelo menos, o O_2 das reservas musculares e sanguíneas é utilizado no momento inicial do esforço. Estes valores de O_2 variam entre 2 e 6,4 ml/kg , pelo que o valor do DOA teria de ser um valor positivo. (Barstow, et al 1990; Inman, et al 1987; Bagsbo, et al 1990; Saltin, 1990; Di Prampero, et al 1983). Apesar disto, o método Standard apresenta as suas limitações, nomeadamente o fato de ter a ordenada de origem negativa, o que é também impossível em termos fisiológicos. O problema deste método pode ser originado devido aos valores de VO_2 , das duas primeiras intensidades serem demasiado baixos, logo resulta num declive da reta bastante acentuado. Estes valores de VO_2 obtidos nas primeiras intensidades foram baixos, uma vez que a carga mecânica do exercício aparentava ser bastante baixa, logo, é

possível que estas regressões do TRX possuam uma margem de erro diferente. Num exercício de treino de força a carga externa é medida em quilogramas (kg), logo, um aumento de 10kg é sempre um aumento igual, ou seja no caso da carga mecânica é sempre o mesmo aumento. No caso do TRX é diferente, uma vez que um aumento de 100° para 110°, o sujeito assume diferentes posições, e o segmento corporal do sujeito que se encontra a realizar o exercício resulta num ângulo diferente, O que poderia acontecer, no caso das quatro primeiras intensidades, é que existam quatro exercícios diferentes, o que pode explicar o VO₂ baixo das duas primeiras intensidades.

5. Conclusão

Foi obtida a reta standard, de predição do custo energético, $y = 0,196x - 9,554$ com um erro padrão de $0,35 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e um $R=0,99$ e a reta alternativa $y = 0,068x + 4,021$ com um erro padrão de $1,72 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$ e um $R=0,91$, em que Y é o VO₂ e X o ângulo de inclinação.

No presente estudo realizado foi possível verificar que o CE variou entre 2,86 kcal/min e 5,22 kcal/min, e 3,58 kcal/min e 4,6 kcal/min relativamente à reta Standard e Alternativa, respetivamente, nas intensidades mais baixas. Na intensidade mais elevada. o CE predito foi de 8,86 kcal/min e de 6,83 kcal/min para a reta Standard e Alternativa. O erro das regressões entre o VO₂ e a carga variou entre 2,50% e 4,33, e 14,12% e 16,96%, para as retas Standard e Alternativa. O SEP das retas Standard e Alternativa foi de 11,5% e 11,47%, respetivamente.

No exercício de *Push Up*. no TRX foi possível observar que a sua componente aeróbia foi predominante, tendo sido de 75% na reta Standard e de 105% na reta Alternativa, tendo-se, assim, obtido um DOA de 25%, na reta Standard, e de -5%, na reta Alternativa.

Podemos, ainda, concluir que para predizer o CE do exercício de *Push Up* a melhor reta a utilizar, parece ser, a reta Standard.

5. Referências

- American College of Sports Medicine. (2000). *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and prescription*. American College of Sport Medicine: Lippincott Williams & Wilkins.
- American College of Sports Medicine (ACSM) (2007) *Diretrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição* (7ª edição), Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687–708.
- Bangsbo, J., Gollnick, P. D., Graham, T. E., Juel, C., Kiens, B., Mizuno, M., & Saltin, B. (1990). Anaerobic energy production and O₂ deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. *The Journal of physiology*, 422, 539–559.
- Bland JM, Altman DG. Measurement error and correlation coefficients. *BMJ* 1996 Jul 6;313(7048):41-2
- Bettendorf, B. (2010). *TRX Suspension Training Bodyweight Exercise*. Fitness Anywhere, San Francisco, California.
- Barton, C. J., Kennedy, A., Twycross-Lewis, R., Woledge, R., Malliaras, P., & Morrissey, D. (2013). Gluteal muscle activation during the isometric phase of squatting exercises with and without a Swiss ball. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*. páginas e volume
- Carter H, Jones AM, Barstow TJ, Burnley M, Williams CA, Doust JH. Oxygen uptake kinetics in treadmill running and cycle ergometry: a comparison. *J Appl Physiol*. 2000 Sep;89(3):899-907
- Chou, P. P.-H., Hsu, H.-H., Chen, S.-K., Yang, S.-K., Kuo, C.-M., & Chou, Y.-L. (2010). Effect of Push-up Speed on Elbow Joint Loading. *Journal of Medical and Biological Engineering*, 31(3), 161–168.
- Di Prampero, P. E., & Ferretti, G. (1999). The energetics of anaerobic muscle metabolism: a reappraisal of older and recent concepts. *Respiration physiology*, 118(2-3), 103–115.

- Garber, C. E., Blissmer, B., Deschenes, M. R., Franklin, B. A., Lamonte, M. J., Lee, I.-M., ..., American College of Sports Medicine. (2011). American College of Sports Medicine position stand. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(7), 1334–1359.
- Gollnick, P. D., Armstrong, R. B., Saubert, C. W., 4th, Piehl, K., & Saltin, B. (1972). Enzyme activity and fiber composition in skeletal muscle of untrained and trained men. *Journal of applied physiology*, 33(3), 312–319.
- Hauswirth, C., Bigard, A. X., & Le Chevalier, J. M. (1997). The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptake measurements during exercise. *International journal of sports medicine*, 18(6), 449–453.
- Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., & French, D. N. (2002). Resistance training for health and performance. *Current sports medicine reports*, 1(3), 165–171.
- Margaria, R., Aghemo, P., & Sassi, G. (1971). Lactic acid production in supramaximal exercise. *Pflügers Archiv: European journal of physiology*, 326(2), 152–161.
- Marshall, P. W. M., & Murphy, B. A. (2006). Increased deltoid and abdominal muscle activity during Swiss ball bench press. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 20(4), 745–750.
- Martinez, J. A. (2000). Body-weight regulation: causes of obesity. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 59(3), 337–345.
- McLaughlin, J. E., King, G. A., Howley, E. T., Bassett, D. R., Jr, & Ainsworth, B. E. (2001). Validation of the COSMED K4 b2 portable metabolic system. *International journal of sports medicine*, 22(4), 280–284.
- Reis, V., Duarte, J., Espirito-Santo, J., Russel, A. (2004). Determination of Accumulated Oxygen Deficit during a 400m run. *Journal of Exercise Physiology*, 7(2), 77-83
- Reis, V., Carneiro, A. (2005). Metodologia de estimativa de déficit de oxigênio acumulado. *Revista Brasileira Ciência em Movimento*, 13(3), 35-42.
- Reis, V. M., Guidetti, L., Silva, A. J., Carneiro, A. L., & Baldari, C. (2006). Deficit de Oxigênio Acumulado e Produção de Energia Anaeróbia, 7(1), 87–92.

- Reis, V., Marinho, D., Policarpo, F., Carneiro, A., Baldari, C., Silva, A. (2010). Examining the accumulated oxygen deficit method in front crawl swimming. *International Journal Sports Med*, 31, 421-427
- Reis, V. M., Júnior, R. S., Zajac, A., & Oliveira, D. R. (2011). Energy cost of resistance exercises: an uptade. *Journal of human kinetics*, 29A, 33–39.
- Robergs, R. A., Gordon, T., Reynolds, J., & Walker, T. B. (2007). Energy expenditure during bench press and squat exercises. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 21(1), 123–130.
- Romero-Franco, N., Martínez-López, E., Lomas-Vega, R., Hita-Contreras, F., Osuna-Pérez, C., & Martínez-Amat, A. (2012). Short-term effects of proprioceptive training with unstable plataform on athletes's stabilometry. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*.
- Saeterbakken, A. H., & Fimland, M. S. (2013). Muscle force output and electromyographic activity in squats with various unstable surfaces. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 27(1), 130–136.
- Santos, C. (2013). Custo energético em musculação: Estudo da precisão da sua estimativa pela relação consumo de oxigénio/intensidade nos exercícios de extensão de pernas (Leg Extension), supino inclinado (Inclined Bench Press), extensão de pernas na prensa (Leg Press) e flexão de antebraços (Scott Biceps Curl). UTAD, Vila Real.
- Scott, C. (2005). Misconceptions about Aerobic and Anaerobic Energy Expenditure. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 2, 32–37.
- Scott, C. B. (2006). Contribution of blood lactate to the energy expenditure of weight training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 20(2), 404–411.
- Scott, C. B., Croteau, A., & Ravlo, T. (2009). Energy expenditure before, during, and after the bench press. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 23(2), 611–618.
- Scott, C. B., Leighton, B. H., Ahearn, K. J., & McManus, J. J. (2011). Aerobic, anaerobic, and excess postexercise oxygen consumption energy expenditure of

muscular endurance and strength: 1-set of bench press to muscular fatigue. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 25(4), 903–908.

Sundstrup, E., Jakobsen, M. D., Andersen, C. H., Jay, K., & Andersen, L. L. (2012). Swiss ball abdominal crunch with added elastic resistance is an effective alternative to training machines. *International journal of sports physical therapy*, 7(4), 372–380.

Vianna, J. (2010). Custo energético nos exercícios resistidos: estudo da estimativa pela relação consumo de oxigénio/intensidade nos exercícios de supine horizontal, meio agachamento, puxada alta e extensão dos cotovelos. UTAD, Vila Real.

Wilmore, J., Costill, D. (2001). *Fisiologia do esporte e do exercício*. 2ª edição. Editora Manole.

Wilmore J, Costill D. (2004). *Physiology of Sports and Exercise*. 3rd Edition Champaign, IL: Human Kinetics

6. Anexos

Anexo I – Par-Q Teste

O Par – Q test (ACSM, 2007) é composto por 7 perguntas e é individual. Cada sujeito tem duas opções de resposta (Sim e Não). Se o sujeito responder afirmativamente a uma das questões não poderá ser incluído no estudo. As questões são as seguintes:

- 1- Alguma vez, algum médico o informou que tem um problema cardíaco e que só poderia efetuar alguma atividade física após recomendação médica? _____
- 2- Sente alguma dor no peito quando está a fazer alguma atividade física? _____
- 3- No mês passado, teve alguma dor no peito quando não estava a fazer atividade física? _____
- 4- Alguma vez perdeu o equilíbrio por causa de uma tontura ou alguma vez ficou inconsciente? _____
- 5- Tem algum problema ósseo ou articular que pode piorar com a alteração do tipo da sua atividade física? _____
- 6- Frequentemente o seu médico receita-lhe medicamentos para a pressão arterial ou para problemas cardíacos? _____
- 7- Você sabe de mais alguma razão pela qual não deva realizar atividade física? _____

Anexo II – Anamnese

Será fornecido um questionário individual com o objetivo de obter dados individuais dos sujeitos, para confirmar os diversos pressupostos de realização dos diferentes estudos. Neste questionário haverá um conjunto de perguntas relativas: ao nome; data de nascimento; raça; alterações ou não de peso nos últimos 6 meses; uso de medicamentos; consumo de cafeína; se fuma; se realiza atividade física; que tipo de atividade física realiza; há quanto tempo realiza atividade física; qual e a frequência semanal da prática de atividade física.

ANAMNESE

Nº _____

Nome: _____

Data de nascimento: ____/____/____; Massa corporal: _____Kg; Estatura: _____Cm;

Porcentagem de gordura estimada: _____.

i) Qual a cor de pele dos: Pai: _____; Mãe: _____; Avô Paterno: _____; Avó Paterna: _____; Avô Materno: _____; Avó Materna: _____; Bisavô Paterno: _____; Bisavó Paterna: _____; Bisavô Materno: _____; Bisavó Materna: _____.

ii) Houve alteração significativa da massa corporal nos últimos 6 meses?: _____ de quanto?: _____.

iii) Usa/toma algum tipo de medicação: _____; quais: _____.

iv) Fuma? _____;

v) Realiza atividade física? _____;

vi) Se sim, refira quais as atividades, há quanto tempo pratica e com que frequência: _____
_____.

vii) Bebe café?: _____;

Vila Real, _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Examinador

Anexo III – Termo Individual de Consentimento

TERMO DE RESPONSABILIDADE

Eu, _____, portador do B.I. nº _____ do Arq. De Identificação de _____, emitido em ____/____/____, declaro que fui suficientemente informado das finalidades, benefícios esperados e riscos associados à realização dos testes ou das atividades. Foi-me dada a oportunidade de formular questões e colocar dúvidas e estou na posse de informação suficiente para poder assinar o termo de consentimento.

Assumo a responsabilidade de eventuais lesões ou situações de risco de saúde que possam resultar do facto de não apresentar declaração médica que autorize a prática de atividade física. Assumo ainda a responsabilidade da ocorrência das situações nefastas para a minha saúde, que resultem do não cumprimento das indicações técnicas da UTAD.

E da minha inteira responsabilidade o não cumprimento do programa de exercícios e/ou de recomendações fornecidas pelos técnicos da UTAD.

Vila Real, UTAD ____ de _____ de 2013

Assinatura

Anexo IV – Registo Alimentar

Registo Alimentar

Nome:	Nº
--------------	-----------

	Descrição	Porção
Pequeno-almoço		

Meio da Manhã

Almoço		
---------------	--	--

Lanche

Jantar		
---------------	--	--

Deitar

Assinatura do Participante