

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

O Dispêndio Energético e a Fadiga em Exercícios de Força

Leg Press e Bicípites Curl

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROVISÓRIA EM CIÊNCIAS DO DESPORTO,
ESPECIALIZAÇÃO EM ACTIVIDADES DE ACADEMIA

Nádia Santos de Magalhães



Vila Real - Portugal
2013

Dissertação expressamente elaborada com vista à obtenção do grau de mestre em Ciências do Desporto de acordo com o disposto no Decreto-Lei 216/92, de 13 de Outubro.



Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro
Departamento de Ciências do Desporto,
Exercício e Saúde



O Dispêndio Energético e a Fadiga em

Exercícios de Força

Leg Press e Bicípites Curl

Candidato: Nádía Santos de Magalhães

Orientadores: Professor Doutor João Moreira de Brito
Professor Doutor António Vences de Brito

Vila Real - Portugal
2013

Agradecimentos

À minha mãe, ao meu irmão e ao meu pai, que me encorajaram, apoiaram e sustentaram incondicionalmente, ao longo de toda a minha vida académica e especialmente na realização desta dissertação.

Ao Professor Doutor João Moreira de Brito, pelo seu apoio e orientação, por me encorajar e motivar quando quis desistir, e acima de tudo, pela formação que me deu enquanto investigadora – um muito obrigada.

Ao Professor Doutor António Vences de Brito, pela sua serenidade, apoio, pela sua exigência e cuidadosa orientação. Sem a sua ajuda, não teria sido possível a realização deste trabalho.

Ao Professor Doutor Orlando Fernandes, pelos seus conselhos, pela cedência de rotinas de tratamento do sinal eletromiográfico que facilitaram bastante a realização deste estudo, pela ajuda no tratamento estatístico, mas principalmente pelo seu incansável e incessante apoio, bom humor, pela sua constante disponibilidade e simplicidade que me ajudaram muito nos momentos mais críticos.

Ao Professor Doutor Félix Romero, pela sua ajuda no tratamento estatístico, mas acima de tudo, pela sua frontalidade, disponibilidade e boa disposição.

Ao Professor Mestre Renato Fernandes, pela sua ajuda no fornecimento de informação, pelo seu apoio, motivação e boa disposição constantes.

Ao Professor Doutor Roland Van de Tilaar, pelas suas recomendações e pela sua ajuda na leitura e interpretação dos dados.

À Sílvia Costa, à Diana Eustáquio e ao Xavier Melo, pelo vosso alento e motivação, por me tolerarem nos dias mais difíceis e me fazerem rir.

Aos meus amigos, por compreenderem e perdoarem a minha ausência, e por todo o apoio que me deram.

Aos sujeitos que se voluntariaram para este estudo, nunca vos poderei demonstrar de forma justa o tamanho da minha gratidão, pois sem vocês não seria possível! Muito obrigada!

Ao Laboratório de Investigação em Desporto da Escola Superior de Desporto de Rio Maior, por todo o apoio logístico.

Ao ginásio Boa Forma (Rio Maior), por ter disponibilizado as suas instalações para a concretização do estudo, pela simpatia com que nos receberam, pela disponibilidade e apoio dos funcionários na recolha de dados.

Índice

Agradecimentos	1
Índice de Tabelas	5
Índice de Figuras	7
Resumo	10
Abstract	11
1 - Introdução	12
2 - Revisão de Literatura	16
3 - Metodologia	29
3.1 - Amostra.....	29
3.2 - Instrumentos	30
3.3 - Procedimentos Gerais	31
3.3.1 - Procedimentos de Avaliação da composição corporal	31
3.3.2 - Procedimentos de Avaliação da 1 RM.....	32
3.3.3 - Procedimentos Experimentais	35
3.3.4 - Procedimentos de Registo da atividade Eletromiográfica	36
3.3.5 - Procedimentos de Registo Cardiorespiratório	39
3.3.6 - Procedimentos para a avaliação da Lactatémia	42
3.4 - Avaliação da Percepção Subjectiva de Esforço	43
3.5 - Definição de variáveis.....	44
3.6 - Análise Estatística.....	44
5 – Apresentação de Resultados	46
5.1 – Parâmetros Cardio-respiratórios	46
5.2 – Percepção Subjectiva de Esforço	52
5.3 – Concentrações de Lactato Sanguíneo.....	53
5.4 – Dados da Atividade Eletromiográfica	56
6 – Discussão de Resultados	78
6.1 – Quantificar a precisão da estimativa do Dispendio Energético nos 60 e 85% da 1 Repetição Máxima, dos exercícios de Leg Press e Bicípites Curl.....	78
6.2 - Quantificar o valor máximo e a variação de lactatémia pós-esforço nos 2 exercícios, nas 2 intensidades de 60% e 85% da 1 Repetição Máxima e avaliar a sua relação com a fracção anaeróbia do Dispendio Energético total determinada pelo máximo deficit acumulado de oxigénio.	82
6.3 - Análise da fadiga muscular através da análise espectral e determinar a existência ou não de correlação com variação da carga, Percepção Subjectiva de Esforço, consumo de oxigénio , Frequência Cardíaca e Lactato.....	84

6.4 – Comparação dos valores de Dispêndio Energético e de fadiga referentes às diferentes intensidades de execução do exercício, entre o género masculino e o género feminino.	87
7 – Conclusão	89
8 – Bibliografia	92
ANEXOS.....	100

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Características individuais dos sujeitos do género masculino.	29
Tabela 2 – Características individuais dos sujeitos do género feminino.	29
Tabela 3 – Caracterização da totalidade da amostra.	30
Tabela 4 - Valores da média e desvio padrão ($x \pm dp$) do consumo de oxigénio (VO_2), frequência cardíaca (FC), quociente respiratório (R), dispêndio energético (DE) e a carga levantada pelos sujeitos do género masculino (Masc) no exercício de Bicípites Curl (BC) e Leg Press (LP), nas respetivas percentagens de 1RM ($n=6$).	47
Tabela 5 - Valores da média e desvio padrão ($x \pm dp$) do consumo de oxigénio (VO_2), frequência cardíaca (FC), quociente respiratório (R), dispêndio energético (DE) e a carga levantada pelos sujeitos do género feminino (Fem) no exercício de Bicípites Curl (BC) e Leg Press (LP), nas respetivas percentagens de 1RM ($n=6$).	48
Tabela 6 – Comparação entre o valor de VO_2 medido (VO_{2ac}) e o valor de VO_2 estimado (DE_{total}), no exercício de LP e BC no género feminino.	51
Tabela 7 – Comparação entre o valor de VO_2 medido (VO_{2ac}) e o valor de VO_2 estimado (DE_{total}), no exercício de LP e BC no género masculino.	52
Tabela 8 - Valores da média ($\pm dp$) e desvio padrão ($x \pm dp$), mínimos e máximos da percepção subjetiva de esforço (PSE) do género feminino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) nas intensidades de 60% e 85% da 1RM ($n=6$).	52
Tabela 9 - Valores da média e desvio padrão ($x \pm dp$), mínimos e máximos da percepção subjetiva de esforço (PSE) do género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM ($n=6$).	53
Tabela 10 - Valores da concentração sanguínea de lactato (Lact) máxima (Max) e do delta (Δ) avaliados no género feminino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM	53
Tabela 11 - Valores da concentração de lactato (Lact) máxima (Max) e do delta (Δ) avaliados no género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM.	54
Tabela 12 - Valores médios ($x \pm dp$) do défice de oxigénio acumulado ($DefO_{2ac}$) do género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg press (LP) a 60% e 85% da 1RM ($n=6$).	54
Tabela 13 - Valores médios ($x \pm dp$) do défice de oxigénio acumulado ($DefO_{2ac}$) do género feminino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM ($n=6$).	55

Tabela 14 – Matriz de correlação entre os 2 indicadores de contribuição anaeróbia – lactato e DefO _{2ac} – no exercício de LP a 60% de 1RM (n=12).	55
Tabela 15 - Valores de média e desvio-padrão ($\bar{x} \pm dp$) estimados (DE_{total} ml.kg ⁻¹) e medidos de consumo de oxigénio (VO _{2ac} ml.kg ⁻¹) em ambos exercícios (LP e BC) nas intensidades de 60 e 85%RM de ambos os géneros.	55
Tabela 16 - Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm dp$) da mediana de frequência, da atividade do músculo quadricípite e bicípite femoral no exercício de LP, por cada repetição realizada no 1º momento de avaliação, em ambas as fases de movimento (1-flexão e 2-extensão) em cada intensidade (20%, 25% 30%, 35%, 60 e 85%RM).	57
Tabela 17 - Valores de média e desvio padrão ($\bar{x} \pm dp$) da mediana de frequência, da atividade do músculo <i>bicípite e tricípite braquial</i> no exercício de BC, por cada repetição realizada no 1º momento de avaliação, em ambas as fases de movimento (1-extensão e 2-flexão) em cada intensidade (20%, 25% 30%, 35%, 60% e 85%RM).	68
Tabela 18 – Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, PSE, FC e VO ₂ nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%RM no exercício de LP.	75
Tabela 19 – Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, lactato, PSE, VO ₂ e FC para a intensidade de exercício de 60 e 85%RM no exercício de LP.	75
Tabela 20 - Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, PSE, FC e VO ₂ nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%RM no exercício de BC.	76
Tabela 21 - Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, lactato, PSE, FC e VO ₂ nas intensidades de 60 e 85%RM no exercício de BC.	77
Tabela 22 - Percentagem de contribuição anaeróbia em ambos exercícios, por género.	82

Índice de Figuras

Figura 1 - Realização do exercício de Bicípites Curl na intensidade de 25%RM.	30
Figura 2 – Posição inicial na execução do exercício de Leg Press.....	33
Figura 3 – Posição final na realização do exercício de Leg Press.	34
Figura 4 – Posição inicial na execução do exercício de Bicípites Curl.	34
Figura 5 – Posição final na realização do exercício de Bicípites Curl.	35
Figura 6 – Sujeito equipado com o analisador de gases portátil e aparelho eletromiográfico.	39
Figura 7 – Captação dos dados cardiorespiratórios em tempo real.	40
Figura 8 – Sujeito em repouso entre exercícios.	41
Figura 9 - Recolha de sangue para análise da lactatemia.	42
Figura 10 - Escala OMNI-RES de Robertson <i>et al.</i> (2003).	43
Figura 11 – Comportamento do consumo de oxigénio num sujeito da amostra, na realização do exercício de Bicípites Curl e Leg Press a 25 e 35%RM.....	46
Figura 12 – Comportamento do VO_2 num sujeito da amostra, na realização do exercício de Bicípites Curl e Leg Press a 20 e 30%RM.....	47
Figura 13 - Retas de regressão dos valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) correspondentes aos valores percentuais da 1RM, no género masculino, em ambos exercícios.....	49
Figura 14 - Retas de regressão dos valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) correspondentes aos valores percentuais da 1RM, no género feminino, em ambos exercícios.....	49
Figura 15 – Relação entre os valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) medidos, em função da intensidade da carga nos sujeitos do género masculino.....	50
Figura 16 - Relação entre os valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) medidos, em função da intensidade da carga nos sujeitos do género feminino.....	50
Figura 17 – Comportamento do músculo quadríceps na porção reto femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).....	59

Figura 18 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).	60
Figura 19 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).	60
Figura 20 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (flexão).	61
Figura 21 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).	62
Figura 22 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).	62
Figura 23 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).	63
Figura 24 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (extensão).	63
Figura 25 - Comportamento do músculo bicípite femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).	64
Figura 26 - Comportamento do músculo quadricípete na porção bicípite femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).	64
Figura 27 - Comportamento do músculo bicípite femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).	65
Figura 28 - Comportamento do músculo bicípite femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (extensão).	66
Figura 29 - Comportamento do músculo bicípite braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).	69
Figura 30 - Comportamento do músculo bicípite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).	69

- Figura 31** - Comportamento do músculo bicípite braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão). 70
- Figura 32** - Comportamento do músculo bicípite braqueal nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão). 71
- Figura 33** - Comportamento do músculo tricípite braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão). 72
- Figura 34** - Comportamento do músculo tricípite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão). 72
- Figura 35** - Comportamento do músculo tricípite braquial nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão). 73
- Figura 36** - Comportamento do músculo tricípite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão). 74
- Figura 37** - Reta de regressão dos valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) em função dos valores percentuais da percentagem da 1RM, correspondentes ao sujeito 5 na realização do exercício de bicípite curl (azul) e leg press (vermelho). 79

Resumo

O treino de força teve um aumento exponencial do número de praticantes. Consequentemente, tornou-se essencial pesquisar mais sobre seus efeitos fisiológicos, já que várias comunidades científicas recomendam a prática de treino de força para melhorar a saúde, aumento da força, densidade óssea e capacidade funcional. Está também evidenciado o aumento do metabolismo em repouso e do DE diário, no cumprindo regular mínimo de determinados parâmetros de TF. Contudo, são poucos os estudos que abordam este tema e dado a sua crescente popularidade, tornou-se essencial averiguar não só para definir benefícios e malefícios, mas também para uma correta prescrição de exercício.

Os objetivos deste estudo foram avaliar a fadiga e o dispêndio energético (DE) nos exercícios de leg press (LP) e bicípites curl scott (BC).

Doze sujeitos treinados (6 do género masculino e 6 feminino; idade, 24.67 ± 3.55 anos; altura, 1.68 ± 0.09 m; massa corporal, 66.87 ± 14.11 Kg) realizaram os exercícios de LP e BC durante 5 minutos nas intensidades de 20%, 25%, 30% e 35% da 1RM. Para as intensidades de 60% e 85% 1RM os sujeitos realizaram o número máximo de repetições. O consumo de oxigénio (VO_2) foi avaliado através de um analisador de gases respiratórios portátil, e foram determinados os valores de lactatémia máximos pós-exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM. As equações de predição do DE foram calculadas para ambos exercícios utilizando uma regressão linear. A fadiga muscular foi avaliada através de eletromiografia de superfície. Os resultados demonstram que a relação carga e VO_2 parecem ser lineares, apenas em intensidades mais baixas e em pequenos grupos musculares. O DE para o género feminino no exercício de LP, pode ser calculado através da equação $Y = 0,369X + 8,046$, $R^2 = 0,990$ e no género masculino $Y = 0,534X + 2,724$, $R^2 = 0,967$; para o exercício de BC a equação para o género feminino é $Y = 0,135X + 5,566$, $R^2 = 0,879$ e para o género masculino $Y = 0,248X + 3,192$, $R^2 = 0,996$, em que o X corresponde à carga em quilogramas. A fadiga foi verificada nas intensidades mais elevadas (60 e 85% 1RM) e foram encontradas correlações entre os valores de mediana de frequência e intensidade, VO_2 , FC, PSE e lactato.

Abstract

Strength training has had an exponential increase in the number of practitioners. Consequently, it has become essential to research more about its physiological effects, since several scientific communities support the need for strength training to improve health, strength, bone density and functional capacity. It has also been shown that, when complying with some minimum standards of strength training, there is an increase metabolism at rest and daily EE. However, few studies address this issue and given its growing popularity, it has become essential not only to determine benefits or adverse effects, but also for proper exercise prescription.

The aims of this study were to assess the fatigue and energy cost (EC) in Leg Press (LP) and Curl Scott (CS) exercises.

Twelve trained subjects (6 male, 6 female; mean age, 24.67 ± 3.55 years; mean height, 1.68 ± 0.09 m; mean weight, 66.87 ± 14.11 Kg) performed the LP and CS exercises for a 5-minute period at the intensities of 20%, 25%, 30% and 35% of 1MR. For the 60% and 85% of 1RM the subjects performed their maximum number of repetitions. Oxygen consumption (VO_2) was assessed with a portable gas analyser and the maximum value of lactate post-exercise (Lac_{max}) at 60% and 85%1RM was also determined. Equations to predict EC for both exercises were calculated using linear regression. Fatigue was assessed through sEMG. These results demonstrated that the relation between load and VO_2 seems to be linear, in low intensities and in small muscle groups. The EE for the female gender in the performance of LP, can be calculated using the equation $Y = 0,369X + 8,046$ $R^2 = 0,990$, and in males $Y = 0,534X + 2,724$ $R^2 = 0,967$. In the performance of BC the equation for the feminine gender is $Y = 0,135X + 5,566$ $R^2 = 0.879$ for males and $Y = 0,248X + 3,192$ $R^2 = 0.996$, where X corresponds to the load in kilograms. Fatigue was verified in the highest intensities (60 and 85%1MR), and correlations between median frequency values, intensity, VO_2 , HR, RPE and lactate were found.

Capítulo I

1 - Introdução

1.1 - Apresentação do Problema

“Durante as duas últimas décadas, o treino de força evoluiu de um tipo de treino quase exclusivamente praticado por atletas, para um tipo de treino praticado por quase toda a população ativa” (Robergs, Gordon, Reynolds e Walker, 2007). O treino de força (TF) ou musculação, é uma modalidade que tem vindo a aumentar exponencialmente o número de praticantes, deixando de ser exercida exclusivamente por atletas com vista ao aumento da sua performance, e passou a ser uma atividade física praticada com o objetivo da saúde, reabilitação, funcionalidade e bem-estar (Robergs *et al.*, 2007; Farinatti *et al.*, 2009; Rawson e Walsh, 2010).

Devido a esta crescente popularidade entre vários modelos de população, tornou-se fundamental a sua investigação. Apesar dos avanços da tecnologia reduzirem a necessidade de níveis de força elevados, todas as comunidades científicas certificam a necessidade do treino de força (TF) para a saúde, capacidade funcional e qualidade de vida (ACSM, 2007; Robergs *et al.*, 2007; Rawson e Walsh, 2010).

Segundo as recomendações do ACSM (1998) para a população em geral, a prática do TF pode ter como benefícios, o aumento da força, aumento da capacidade anaeróbia, melhoria da composição corporal, densidade óssea, flexibilidade e funcionalidade. Graves e Franklin (2001) afirmam que o TF, quando apropriadamente prescrito e supervisionado, poderá ter efeitos benéficos a nível da força muscular, resistência cardiovascular, hipertensão, hiperlipidemia e bem-estar psicossocial. Estes efeitos são mediados pela adaptação do metabolismo cardiovascular, pulmonar, endócrino e neuromuscular, às cargas de treino (intensidade, especificidade e volume). Por exemplo, cumprindo um mínimo dos seguintes parâmetros de prescrição: três treinos por semana, nove exercícios, uma série de 3 a 6 repetições no máximo, ao fim de seis meses está evidenciado o aumento do metabolismo em repouso e do dispendio energético diário (Kirk *et al.*, 2009).

1.2 - Definição do Problema

Embora este modo de exercício seja recomendado, o dispendio energético (DE) no TF, é um tema menos abordado e comparativamente a outras actividades de academia, poucos são os estudos documentados que realizaram este tipo de avaliação (Philips and Ziuraitis, 2004; Robergs et al., 2007; Kirk et al., 2009; Farinatti et al., 2009). A sua estimativa é particularmente difícil de avaliar, visto que a exigência metabólica do TF envolve os três sistemas energéticos, invalidando a medição precisa do DE em intensidades moderadas a elevadas, através da calorimetria indirecta.

Durante algum tempo, acreditou-se que o DE pós esforço e durante o retorno ao metabolismo basal, podia ser calculado através do excesso de consumo de oxigénio pós exercício (*Excess Post Exercise Oxygen Consumption* – EPOC) e é considerado um indicador da energia anaeróbia (Robergs et al., 2007; Gardner. Osborne, D'auria e Jenkins, 2003). Mais recentemente inúmeros investigadores comprovaram a invalidade deste método para exercícios de elevada intensidade, visto que o EPOC varia com várias condicionantes como a intensidade e duração do exercício, repouso entre séries, ingestão calórica que antecede o exercício e a condição física do sujeito (Scott, 1997; Bahr, Inges, Vaage, Sejersted e Newsholme, 1987; Gaesser e Brooks, 1984). Após este método ter sido considerado pouco preciso por uma grande parte da comunidade científica, parecia não existir outro método exacto e não evasivo para o cálculo do custo energético em exercícios de força, para intensidades moderadas a elevadas (Robergs et al., 2007).

MedbØ et al. (1988), sugeriram uma nova abordagem do cálculo do DE para exercícios de características cardio-respiratórias, utilizando o método de máximo défice de oxigénio acumulado (MAOD). Robergs et al. (2007) adoptou o mesmo método aplicando-o numa nova abordagem para cálculo do DE no TF. Foi proposto que através da extrapolação de valores em estabilização, se estimasse o DE do TF em intensidades mais altas, ou seja, quantificando o consumo de oxigénio (VO_2) em exercícios de baixa intensidade que permitam a sua estabilização, pode-se através da equação da recta de regressão linear, determinar por extrapolação o VO_2 em intensidades mais elevadas e,

consequentemente o seu DE (MedbØ *et al.*, 1988; Robergs *et al.*, 2007). Apesar deste método de determinação do DE apresentar algumas limitações, é atualmente o método mais credível para a sua quantificação em exercícios de força.

O presente estudo pretende verificar qual o DE estimado utilizando o método do MAOD (MedbØ *et al.*, 1988; Robergs *et al.*, 2007), pela relação VO_2 / carga externa, nos exercícios i) flexão do cotovelo (*Biceps Curl Scott, BC*) e ii) extensão de pernas (*Inclined Leg Press, LP*). Pretende-se ainda estudar a fadiga muscular nestes exercícios, através da análise eletromiográfica de superfície (EMG).

1.3 - Objectivo

1.3.1 - Objectivo Geral

O objetivo geral do presente estudo, centra-se na determinação do DE através do método do MAOD (MedbØ *et al.*, 1988; Robergs *et al.*, 2007), pela relação VO_2 / carga externa nos exercícios flexão do cotovelo (*Biceps Curl Scott, BC*) e extensão de pernas (*Inclined Leg Press, LP*), e a análise da fadiga muscular através da EMG.

1.3.2 - Objectivos Específicos

- Determinar a equação de reta de regressão linear, através da relação carga externa/ VO_2 para os exercícios de BC e LP.
- Quantificar a precisão da estimativa do DE nos 60 e 85% da 1RM, dos 2 exercícios acima indicados;
- Quantificar a máxima lactatémia pós-esforço nos 2 exercícios, nas 2 intensidades de 60% e 85% da 1RM e avaliar a sua relação com a fracção anaeróbia do DE determinada pelo MAOD.
- Analisar a fadiga muscular através da análise espectral e determinar a existência ou não de correlação com variação da carga, percepção subjetiva de esforço (PSE), VO_2 , FC e Lactato.
- Comparar os valores de DE e de fadiga referentes às diferentes intensidades de execução do exercício, entre o género masculino e o género feminino.

1.4 - Hipóteses

As hipóteses operacionais são as seguintes:

H1 – A precisão dos valores de DE estimados, pela relação VO_2 / carga externa confirmam-se para o exercício de LP e BC.

H2 - Na realização dos exercícios a 60% e a 85% da 1RM, a contribuição anaeróbia é maior que a aeróbia.

H3 - Existe relação entre a variação de lactatemia pós-esforço e o DefO₂ acumulado nos 2 exercícios.

H4 - A fadiga provoca alterações na frequência de ativação muscular, e esta varia consoante as intensidades de esforço.

H5 - Existe associação entre os parâmetros EMG de fadiga muscular, e a intensidade do esforço, a percepção subjectiva de esforço, o consumo de oxigénio e os valores de lactatemia.

H6 – O DE e a fadiga são mais elevados nos sujeitos do género masculino, do que no género feminino.

1.5 - Pertinência do Estudo

Como já foi referido, o DE no TF é um tema ainda pouco abordado pela comunidade científica, pelo que se torna pertinente tentar descobrir, esclarecer, criar novas pontes e modelos de avaliação desta forma de atividade física, de modo facilitador para todos os profissionais da área.

Alguns estudos já realizados, investigaram o DE no TF em circuito (Morgan, Woodruff e Tiidus, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004; Hunter, Seelhorst e Snyder, 2003; Kirk et al., 2009; Farinatti et al., 2009; Kelleher et al., 2010), outros investigaram o DE em exercícios específicos do TF (Mazzetti et al., 2007; Robergs et al., 2007; Scott *et al.*, 2009) e outros investigaram formas alternativas de avaliar o DE excluindo a utilização de calorimetria indireta (Rawson e Walsh, 2010). Considerando a pouca pesquisa existente nesta área, achou-se pertinente a investigação do DE nos dois exercícios selecionados, bem como a investigação de uma relação entre este parâmetro e a fadiga observada na EMG, valores de lactatemia e PSE, uma vez que até ao presente, não se conhecem estudos com estas características.

Capítulo II

2 - Revisão de Literatura

2.1 - Sistemas energéticos

A capacidade do corpo humano para extrair energia dos nutrientes que consumimos e transferi-los para os processos decorrentes na contração muscular, é determinante na capacidade de realizar exercício a intensidades elevadas. Desde a sua ingestão até à chegada ao músculo onde são metabolizados, os nutrientes sofrem milhares de reacções químicas complexas, até serem armazenados em forma de energia - adenosina trifosfato (ATP) (McArdle, Katch e Katch, 2006).

Os hidratos de carbono, visto que são os únicos macronutrientes a produzir energia anaerobicamente (sem a presença de O_2), estão prontos a ser utilizados e são facilmente metabolizados pelos músculos. A gordura apesar de ser armazenada em maior quantidade que os hidratos de carbono, é menos acessível ao metabolismo, visto que só pode ser utilizada como energia depois de ser reduzida a glicerol e ácidos gordos livres. Contudo, depois de reduzida fornece uma quantidade substancial de energia em exercícios prolongados e de baixa intensidade. A proteína pode fornecer energia, após ser convertida à sua unidade básica – aminoácidos ou após estes serem convertidos a glucose, através da neoglucogénese (McArdle, Katch e Katch, 2006).

Existem três principais sistemas energéticos que interagem em função da necessidade energética do corpo, seja em repouso ou em diferentes intensidades de exercício:

- O sistema ATP-CP ou Anaeróbio Alático (energia instantânea) – fornece energia em situações de necessidade imediata e de intensidade elevada, anaerobiamente, como um sprint de 100metros, um lançamento no dardo/peso/martelo ou um serviço no ténis. O ATP e a fosfocreatina (CP) estão armazenadas no músculo, com este único propósito e as reservas terminam ao fim de aproximadamente 8-10 segundos;

- O sistema Glicolítico ou Anaeróbio Lático (sistema energético de curta duração) – Após o esgotamento de ATP-CP no início do esforço, a continuação do fornecimento de energia é assegurada pelo glicogénio muscular, que

durante a glicólise anaeróbia, liberta iões de H^+ . Em exercício intenso, a cadeia respiratória não consegue processar todos os H^+ e estes associam-se ao piruvato, formando o ácido láctico até atingir a fadiga (aproximadamente entre 60 e 180 segundos).

- O sistema Aeróbio ou Oxidativo - Na presença de oxigénio as moléculas de glicose são completamente hidrolisadas, resultando em dióxido de carbono (CO_2) água (H_2O) e 38 moléculas de ATP e divide-se em 4 fases: i) glicólise, ii) formação de Acetil CoA, iii) Ciclo de krebs, e iv) cadeia transportadora de eletrões.

2.2 - Cinética do Consumo de Oxigénio

O estudo do VO_2 e sua regulação são importantes, para melhor se compreender os vários sistemas energéticos e qual produz mais ou menos energia, consoante as características da atividade física ou exercício executados no quotidiano. Fatores como o consumo máximo de oxigénio ($VO_{2máx}$), o VO_2 necessário para realizar exercícios submáximos (i.e. a economia ou eficiência do exercício) e a taxa de aumento do VO_2 em função da energia necessária para alcançar uma estabilização de utilização de oxigénio, influenciam a capacidade individual de tolerância à atividade física (Grassi, B., 2006; Burnley e Jones, 2007).

Os métodos de medição direta do VO_2 mais utilizados atualmente, são os sistema de análise respiração-a-respiração (Burnley e Jones, 2007; McArdle, Katch e Katch, 2006). Através destes sistemas foi possível estudar a utilização do O_2 durante o esforço, e por isso, sabe-se que no início de um exercício com carga constante, existe um incremento instantâneo do VO_2 que corresponde à Fase I do modelo da cinética do VO_2 . Esta fase inicial caracteriza-se pelo aumento do fluxo sanguíneo pulmonar, fruto da contração muscular, mas o VO_2 medido não reflecte a quantidade de O_2 consumida pelos músculos ativos – tem um atraso de aproximadamente 10-20 segundos. Este fenómeno poderá ser explicado pelo tempo de adaptação necessário, para ocorrer uma estabilização das funções cardiovasculares e respiratórias, representando assim o transiente circulatório entre os músculos activos e os pulmões. Um novo aumento do VO_2 anuncia o início da fase II, que reflecte a

chegada aos pulmões do sangue venoso drenado, e a utilização de O_2 ao nível muscular. A Fase II conduz o VO_2 a valores próximos dos da estabilização do consumo, e a estabilização propriamente dita representa a fase III (Grassi, 2006; Burnley e Jones, 2007).

Em exercícios de intensidade moderada, o déficit de O_2 é determinado predominantemente por alterações nas reservas energéticas de fosfocreatina e na acessibilidade do O_2 , como tal, as reservas musculares de O_2 contribuem para a redução do déficit de oxigénio, predominantemente, durante a fase I e não nas fases subsequentes, ou seja, a cinética de extracção de O_2 é realmente mais rápida do que a do VO_2 , mas só no decorrer da fase I. A estabilização do VO_2 representa a fase III em exercícios de esforço moderado, mas em intensidades mais elevadas (acima do limiar anaeróbio) essa estabilização pode ser mais demorada ou não ser alcançada. Denomina-se por componente lenta da cinética de O_2 , quando em intensidades de exercício acima do limiar anaeróbio, se verifica um inesperado aumento adicional progressivo do VO_2 , resposta superior à prevista a partir da relação VO_2 – intensidade de exercício (Burnley e Jones, 2007).

2.3 - Dispendio Energético

O dispendio energético (DE) indica-nos a quantidade de calorias consumidas pelo metabolismo, na realização de qualquer tarefa seja esta na manutenção de funções vitais (metabolismo basal) ou em exercício (Kelleher *et al.*, 2010). Como não conseguimos avaliá-lo diretamente, o DE pode ser estimado/calculado através de técnicas como a calorimetria indireta, por espirometria de circuito aberto ou fechado - análise de gases (Rawson e Walsh, 2010).

Robergs *et al.* (2007), através do método de cálculo do máximo déficit de O_2 acumulado (*Maximal Accumulated Oxygen Deficit* - MAOD) proposto por Medbø *et al.* (1988), sugeriram uma nova abordagem à avaliação do DE no TF, pois até então, pareciam abordar este método recorrendo apenas ao uso de ergómetros e atletas (Gardner *et al.*, 2003; Aisbett e Rossignol, 2003; Reis e Carneiro, 2005) não existindo literatura fora desse âmbito.

Robergs *et al.* (2007), através da medição de análise de gases (calorimetria indirecta), avaliaram trinta sujeitos, praticantes de TF, na realização de um exercício de peito (prensa de peito em posição de supino) e outro para membros inferiores (agachamento). Na primeira sessão realizaram a avaliação da força máxima, através do método directo de uma repetição máxima (1RM) a partir do qual, calcularam as intensidades de esforço que permitiriam a estabilização do VO_2 , a realizar na sessão seguinte. Na segunda sessão os sujeitos realizaram as cinco intensidades pré-definidas (40, 50, 62.5, 65 e 70% da 1RM) aleatoriamente, durante cinco minutos cada, com intervalos de repouso mínimos de cinco minutos. Com os dados do VO_2 em estabilização, juntamente com as variáveis de intensidade e distância levantada, Robergs *et al.* (2007) calcularam as retas de regressão e as respectivas equações preditivas, que permitem o cálculo do DE dos exercícios avaliados.

O défice de O_2 acumulado ($\text{DefO}_{2\text{ac}}$) pode ser estimado pela diferença entre DE_{total} e pelo VO_2 acumulado ($\text{VO}_{2\text{ac}}$) obtidos durante o exercício. O $\text{VO}_{2\text{ac}}$ representa a contribuição energética de processos aeróbios, enquanto o $\text{DefO}_{2\text{ac}}$ representa a porção da contribuição energética pelos processos anaeróbios, como tal, o somatório de ambos equivale à despesa total de energia consumida durante o exercício, ou seja, DE_{total} (Reis e Carneiro, 2005).

A medição do VO_2 em intensidades submáximas permite, através da regressão linear da relação VO_2 -intensidade, a extrapolação para as intensidades superiores, através do qual, podemos calcular o MAOD. Apesar de se ter tornado um método popular para a estimação da capacidade anaeróbia de atletas (Medbø *et al.*, 1988), apresenta algumas fragilidades pois:

- i. A validade da estimativa do custo energético em intensidades elevadas por extrapolação linear, é indeterminada pela dúvida existência de linearidade na relação entre o VO_2 -intensidade;
- ii. A existência de uma relação linear entre a intensidade e VO_2 , que devido à componente lenta da cinética do VO_2 pode não acontecer em intensidades elevadas (Barstow, Casaburi e Wasserman, 1993).

Neste sentido, a forma como é manipulada a intensidade e a duração dos testes submáximos, aufere uma importância acrescentada, visto que pode interferir directamente com a determinação das retas de regressão linear. Contudo, alguns estudos realizados sobre esta relação, concluíram que esta

interferência, recai maioritariamente sobre a duração do exercício, e o facto de vários investigadores utilizarem durações aproximadas de seis minutos nos seus estudos, sugere que esta poderá ser a opção ideal para equilibrar os parâmetros de intensidade e duração (Green e Dawson, 1996; Aisbett e Rossignol, 2003; Reis e Carneiro, 2005; Nakamura e Franchini, 2006; Noordhof, Koning e Foster, 2010).

O VO_{2ac} é obtido pelo cálculo do VO_2 medido em função do tempo de exercício. O DE total também é calculado em relação ao tempo de esforço, mas tal como o $DefO_{2ac}$, tem de ser estimado e é quantificado pela equação do declive da reta de regressão obtida pela relação VO_2 -intensidade de esforço (Reis e Carneiro, 2005).

Existem no entanto algumas dificuldades nesta avaliação durante o TF, e isso reflete-se nos diferentes valores de DE apresentados por vários autores - homens $5,6 \text{ kcal.min}^{-1}$ e $3,4 \text{ kcal.min}^{-1}$ nas mulheres (Philips e Ziuraitis, 2003); a 65% de 1RM, aproximadamente 15 kcal.min^{-1} (Robergs *et al.*, 2007); $3,5 \text{ kcal.min}^{-1}$ no género masculino e $3,4 \text{ kcal.min}^{-1}$ no género feminino; entre 10 e 12 kJ (Hunter *et al.*, 2003); entre 9 e 11 Kcal (Mazzetti *et al.*, 2007). Estas diferenças podem estar relacionadas com inúmeras variações susceptíveis de influenciar o DE, como as características da amostra (género, tipo de população), aptidão física da amostra, das particularidades do programa de TF aplicado, os grupos musculares utilizados, os equipamentos utilizados e o tempo de exercício vs tempo de repouso (Robergs *et al.*, 2007; Morgan *et al.*, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004; Mazzetti *et al.*, 2007; Kelleher *et al.*, 2010).

Relativamente à duração do exercício na fase de ação muscular concêntrica e excêntrica do movimento, um estudo que comparou o DE em diferentes velocidades de movimento de exercício, concluiu que a velocidade de movimento numa relação de 1:1 revela um maior DE (Hunter *et al.*, 2003; Mazzetti *et al.*, 2007).

Alguns estudos (Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004) demonstraram que o DE no TF é diferente entre o género masculino e feminino. Observaram que nos homens, os valores absolutos são em média superiores, facto que poderá estar relacionado com uma maior quantidade absoluta de massa isenta de gordura, no entanto quando o DE é relativizado à

massa corporal não são observadas diferenças estatisticamente significativas entre géneros.

Outro aspeto a ter em conta, é a forma como o DE é determinado, pois a maioria dos estudos utiliza a determinação do VO_2 , através da calorimetria indireta, e o seu equivalente calórico (Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004; Robergs *et al.*, 2007; Scott *et al.*, 2009), contudo, Scott *et al.* (2009) afirmam que a avaliação do DE neste tipo de esforço intermitente, como o TF, deve incluir um marcador extra que quantifique a contribuição do metabolismo anaeróbio.

Rawson e Walsh (2010), utilizaram outro método para a estimativa do DE em TF, através da utilização de acelerómetros uniaxiais. Os participantes (15 sujeitos de cada género) foram equipados com acelerómetros no pulso, cintura e tornozelo, e também com um analisador de gases portátil, realizaram 2 series de 10 repetições, em 8 exercícios e foram avaliados a nível antropométrico. Os autores encontraram diferenças significativas entre as contagens realizadas pelos acelerómetros consoante a sua localização, concluindo que, o acelerómetro colocado na cintura é o que apresenta maior correlação com o DE, mas não apresentam os valores de DE obtidos por acelerómetro (apenas as contagens), apenas um valor total de 158 kcal.

2.4 - Eletromiografia de Superfície

O sinal eletromiográfico (EMG) proporciona um meio conveniente para estudar as complexidades da fisiologia neuromuscular durante vários tipos de contração muscular. É uma ferramenta vasta e complexa, com capacidade de responder a questões como, que músculo é utilizado em determinado movimento, em que situação é que o mesmo se “ativa” e/ou “desativa” entre muitas outras. Como tal, esta técnica exige que quem a manuseia saiba exatamente a questão a que quer responder, que grupos musculares precisa de testar, aplicar corretamente os eléctrodos, realizar adequadamente a captação/gravação dos sinais eléctricos, analisar e interpretar corretamente os dados de forma a obter uma resposta válida. Pode ser influenciado tanto pela quantidade como pela qualidade de actividade eléctrica gerada nos músculos, como tal, consoante os diferentes tipos de movimento, o sinal EMG apresenta

características diferentes, correspondentes (Kumar e Mital, 1996; McArdle, Katch, Katch, 1998).

A realização de todo e qualquer movimento executado pelo corpo, resulta da ativação dos músculos responsáveis por esse mesmo movimento, através de sinais elétricos aí produzidos, resultando eventualmente, na contração muscular através de alguns processos intermédios. Quando um único ou vários potenciais de ação percorrem o sarcolema (membrana muscular), estes potenciais elétricos são conduzidos até às células musculares através dos tubos-T, que são pequenas invaginações na membrana da célula. Estas invaginações são numerosas e localizam-se nas ligações das bandas (linhas Z) de miofibrilhas cercando-as em forma de “U”. Por sua vez, estes anéis estão interligados com outros anéis de miofibrilhas vizinhas, formando um extenso sistema de tubos. A “fechar” a forma “U” dos tubos-T, em volta do sarcomero, está o retículo sarcoplasmático. Esta organização estrutural permite que o potencial elétrico percorra a porção mais profunda do músculo, quase no mesmo instante em que percorre a superfície. A forma como o potencial de ação percorre a membrana muscular, pode assemelhar-se a ondas e são estas ondas que são captadas pela eletromiografia de superfície. Os eléctrodos de superfície são os mais utilizados, visto que são menos invasivos e particularmente fáceis de manusear, desde que sejam aplicadas as técnicas correctas de gravação, para que sejam captados sinais elétricos limpos, sem ruído ou outros problemas (Kumar, Mital, 1996).

A análise espectral de frequência, é realizada através de uma técnica do software de análise EMG, denominada por “*Fast Fourier Transform*” que modifica o sinal EMG em bruto do domínio de tempo, para domínio de frequência e de onde se podem retirar e calcular dados da componente de frequência, como a mediana, média e potência. Estes dados eletrofisiológicos do músculo, permitem determinar possíveis alterações fisiológicas e progressões para uma eventual fadiga, pois esta quando se instala, manifesta-se através do aumento da magnitude dos sinais de EMG e a diminuição dos componentes de frequência (Kumar e Mital, 1996; Contessa, Adam e De Luca, 2009; Izquierdo *et al.* 2011).

2.5 - Fadiga Central e Fadiga Periférica

O sistema neuromuscular tem como principal característica, a capacidade de adaptação crónica a um estímulo, como a imobilização, o treino ou mesmo, o efeito do envelhecimento, adaptando-se às exigências funcionais da mesma forma que se adapta a alterações agudas, como as associadas ao exercício prolongado ou intenso, como fadiga muscular (Ascensão *et al.*, 2003; Santos, Dezan e Sarraf, 2003).

As adaptações crónicas, são resultado de mudanças estruturais a nível muscular, causadas pelo aumento do número e de tamanho dos miofilamentos proteicos, que ocorrem ao longo do tempo e da evolução do treino. Já as adaptações agudas referem-se a adaptações imediatas causadas por um exercício (edemaciamento) (McArdle, Katch e Katch, 2006).

A fadiga muscular define-se pela capacidade regressiva para produzir e manter um determinado nível de força/potência, durante a execução de um exercício. São apontados vários motivos para o seu aparecimento, como o esgotamento das fontes energéticas a nível muscular (ATP), a acumulação de produtos metabólicos como o lactato e hidrogeniões, dependente de vários fatores como o tipo de esforço, tipo de músculo e sua composição, intensidade e duração das contrações, e aptidão física do sujeito (Kumar e Mital, 1996; Ascensão *et al.*, 2003).

A base da investigação sobre as causas da fadiga divide-a em dois, baseando-se na localização dos mecanismos que a justificam: (i) a fadiga central, está associada ao Sistema Nervoso Central que se relaciona com os processos de desenvolvimento dos padrões motores, ou seja, falhas voluntárias ou involuntárias na condução do impulso, a redução do número de unidades motoras activas e com a diminuição da frequência de disparo dos motoneurónios; ou (ii) a fadiga periférica, que se justifica pela falha ou limitação dentro dos processos da unidade motora - no motoneurónio, nas ligações neuromusculares, nas fibras musculares ou nos nervos periféricos (Ascensão *et al.*, 2003; Santos, Dezan e Sarraf, 2003).

A fibra muscular é uma estrutura complexa de onde se podem distinguir algumas partes: a componente contráctil, constituída pelos miofilamentos

proteicos dispostos longitudinalmente no citoplasma; uma componente endomembranosa denominada por retículo sarcoplasmático que juntamente com outras estruturas, é responsável pela associação da excitação da fibra à sua contração; outra componente da fibra muscular, são as numerosas mitocôndrias relacionadas com a produção de energia.

A cada fibra muscular, corresponde uma inervação motora de um motoneurónio – a sua união designa-se por placa motora e estas terminações têm numerosas vesículas com um neurotransmissor acetilcolina. O sarcolema, membrana que rodeia a fibra muscular, divide o fluido intracelular do fluido intersticial. Na sua comparação, o fluido intracelular é composto por concentrações mais elevadas de catiões de potássio K^+ e aniões de proteína, enquanto o intersticial é mais rico em catiões de sódio Na^+ e aniões de cloreto Cl^- (existem outros iões como cálcio, magnésio e fosfato, mas a sua influência no potencial de ação ou no desenvolvimento do mesmo, não é significativa). A distribuição desproporcionada da concentração de moléculas e iões, justifica-se com a permeabilidade da membrana aos iões de K^+ , podendo estes circular de acordo com o gradiente de concentração, isto é, do interior para o exterior da célula, mas o mesmo não acontece com as outras moléculas negativamente carregadas e particularmente com iões Na^+ . Visto que apenas alguns conseguem difundir-se do exterior para o interior da célula, o interior da célula fica negativamente carregado comparativamente ao exterior, pois embora os iões K^+ não se difundam em grandes quantidades, quando o fazem deixam iões negativamente carregados presos no interior. Mas como foi referido, os iões K^+ circulam segundo o gradiente de concentração e quando a carga no interior da célula está negativamente estabelecida, esta carga negativa atrai novamente os iões K^+ para evitar que mais se difundam para o exterior. Na ausência de perturbações externas, os potenciais de membrana mantêm-se constantes e a célula em repouso - potencial de repouso, em que o seu equilíbrio é proporcional à tendência dos iões K^+ circularem para fora ou para dentro da célula.

A excitação da fibra muscular, inicia-se com a chegada de um impulso nervoso ao motoneurónio/placa motora, libertando o neurotransmissor (acetilcolina) em direcção ao sarcolema, que por sua vez altera a sua estrutura com a abertura de poros/canais de passagem exclusiva aos iões Na^+ e K^+ . A

abertura dos poros, dá início a uma corrente de passagem de iões Na^+ para o interior da fibra, ao mesmo tempo, que no sentido oposto, os iões K^+ correm para o exterior. Contudo, a corrente de ambos iões é desigual e a entrada de carga positiva é superior à saída, o que provoca a despolarização do sarcolema e o desencadeamento do potencial de ação que se irá propagar por toda a membrana, culminando com a produção de força (Kumar, Mital, 1996; Pezarat, 2007).

O estado de contração muscular, é controlado pela concentração de iões de Ca^{2+} (cálcio) na área que contorna os miofilamentos (citosol), ou seja, se a concentração Ca^{2+} estiver abaixo de determinado valor, o músculo está relaxado. A membrana sarcoplasmática tem a capacidade de transportar activamente (com ATP) o Ca^{2+} para o interior dos tubos-T, e este é o responsável por manter a concentração de Ca^{2+} abaixo dos níveis necessários para manter o músculo em repouso. Quando o potencial de ação se desenvolve e percorre a membrana da fibra muscular, o sistema de tubos-T, conduz o estímulo para o interior da fibra, onde se encontra o reticulo sarcoplasmático, que em resposta à excitação liberta o cálcio para o citosol dando início ao desenvolvimento de força: o cálcio liga-se à troponina, provocando a alteração da posição da tropomiosina; as ligações dos filamentos de actina ficam expostas e as pontes entre os filamentos de actina e miosina são formadas – originando a contração muscular (Kumar, Mital, 1996).

A redução de produção de força e o aparecimento da fadiga, dá-se por fases:

- I. Devido à rápida acumulação de fosfato (Pi), consequência do rápido desgaste de ATP, a produção de força diminui, sem que se registem alterações na velocidade de encurtamento.
- II. Alterações na velocidade de hidrólise da molécula de ATP, provocam a acumulação de ADP e H^+ , verificando-se uma diminuição na velocidade de encurtamento.
- III. A instalação da fadiga propriamente dita, acontece com a diminuição da libertação de cálcio por parte do reticulo sarcoplasmático.

A despolarização do sarcolema, como foi referido anteriormente, é causada principalmente pela saída do ião potássio do interior da fibra (após ser atingida pelo potencial de ação) e da alteração da permeabilidade da membrana ao ião sódio. Com a instalação da fadiga, é possível que haja uma falha na propagação do potencial de ação (diminuição de amplitude da onda, aumento duração, propagação mais lenta), que consequentemente altera a capacidade de controlar este equilíbrio do fluxo iónico no sarcolema, que por sua vez, leva a que a libertação de cálcio no retículo sarcoplasmático seja reduzida, diminuindo o numero de pontes que se criam entre os filamentos de actina-miosina responsáveis pela contração muscular.

Durante muitos anos, pensou-se que a acumulação de ácido láctico era a principal causa da fadiga muscular. Porém, sabemos actualmente que o seu aumento pouco contribui para este processo de uma forma direta visto que juntamente com o ácido pirúvico, só causa o edemaciamento (aumento da quantidade de liquido intracelular – causa edema muscular), mas a acumulação do ião H^+ , uma das causa da fadiga muscular, é originado pela dissociação de ambos ácidos. Este influencia e altera o processo de regulação de contração, provocando o aumento da quantidade de cálcio necessária à produção da mesma quantidade de força. Este efeito faz-se notar com maior incidência em fibras musculares do tipo II (rápidas) devido à menor afinidade entre a troponina e o cálcio. A acidez muscular também afeta de forma direta a contração muscular, pois o H^+ interfere inibindo a transição da ligação actina-miosina para o estado de produção de força através do aumento da sua concentração e de fosfato, acompanhado também pela redução da produção de força pela redução das pontes de actina-miosina, a diminuição do pH intracelular e diminuição da velocidade máxima de encurtamento do músculo (Fitts, 1994; Pezarat, 2007).

Komi e Tesch (1979), estudaram a fadiga muscular em indivíduos treinados, através de um equipamento isocinético indicado para análise do grau de fadiga, e ao mesmo tempo, tentavam estudar as modificações quantitativas e qualitativas no padrão EMG e na frequência da potência média calculada através da função da densidade espectral. Cada sujeito realizou cem extensões (completas) máximas e voluntárias do joelho no equipamento isocinético, sendo registada a actividade EMG do músculo vasto lateral durante

todo o tempo de movimento. Os autores verificaram, que os indivíduos que apresentam grupos musculares com maior quantidade de fibras do tipo II (rápidas), demonstraram um pico de torque mais elevado e uma maior susceptibilidade para a fadiga que os indivíduos, cujos grupos musculares apresentam uma predominância de fibras do tipo I (lentas). Sugere-se então, que a incapacidade de realizar a contração muscular, está relacionada com as mudanças qualitativas no padrão de recrutamento das unidades motoras. Concluíram que, músculos caracterizados por uma predominância de fibras rápidas, demonstram uma maior susceptibilidade para a fadiga, e essa característica reflecte-se no decréscimo repentino da aplicação da força, bem como uma mudança significativa nas características do sinal EMG.

Masuda *et al.* (1999), também estudaram o efeito de vários tipos de contração (isotónica - concêntrico e excêntrico, e isométrica – estático) na velocidade de condução da fibra muscular, a mediana da frequência, e a amplitude média através de EMG de superfície, no vasto lateral. Dezanove sujeitos saudáveis realizaram o exercício de extensão do joelho a 50% da sua contração máxima voluntária, até à exaustão. A velocidade de condução da fibra muscular, diminuiu significativamente durante o exercício estático, mas durante o exercício isotónico não se verificaram alterações significativas. Relativamente à mediana da frequência e à amplitude média em ambos os exercícios, a primeira diminuiu e a segunda aumentou. Masuda *et al.* (1999), concluiu que a velocidade de condução da fibra muscular é afetada pelo estado metabólico do músculo, pois o fluxo sanguíneo dentro deste é mantido durante a contração dinâmica, pelo aumento do retorno venoso reforçado a partir do músculo em contração, o que explica o resultado obtido; as alterações na mediana da frequência e amplitude média, não foram justificadas.

Durante as últimas décadas, surgiu alguma controvérsia relativamente à relação entre a força produzida pelo músculo e pela amplitude do sinal EMG. Uma parte da comunidade científica descreve-a como linear, enquanto outra parte defende que não é linear, visto que a amplitude do sinal EMG tem um incremento superior à força produzida. De Luca, (2002), afirma que ambas as versões estão corretas, visto que em grupos musculares pequenos, e devido às suas características de recrutamento e impulsos elétricos, a relação é relativamente linear. Por outro lado, estas mesmas características em grupos

musculares maiores, tornam esta relação força produzida e sinal EMG, não linear (De Luca, 2002).

Tendo em conta a análise realizada em investigações que abordam o DE e a fadiga, durante a realização de exercícios de TF, pretendemos estudar o DE nos 2 exercícios selecionados visto que parece não existir um estudo que se refira aos mesmos, analisar uma relação entre este parâmetro e a fadiga observada na EMG, valores de lactatémia e percepção subjetiva de esforço.

Capítulo III

3 - Metodologia

3.1 - Amostra

Foram utilizados como critérios de inclusão na amostra, praticantes de musculação experientes (mínimo de um ano de prática), que praticassem pelo menos duas sessões de TF por semana, na qual o exercício de BC no banco Scott e o exercício de LP, estivessem incluídos no plano de treino, saudáveis e de ambos os géneros. Foram utilizados como critérios de exclusão, sujeitos que apresentassem um histórico de problemas ortopédicos.

A amostra foi constituída por doze voluntários saudáveis, seis do género masculino e seis do género feminino, com as seguintes características:

Tabela 1 – Características individuais dos sujeitos do género masculino.

Sujeitos	Idade (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	Estatura (cm)	IMC (Kg/m ²)	%MG	RM BC (kg)	RM LP (kg)
Suj.1	22	68,60	174,00	22,66	4,00	41,50	260,00
Suj.2	21	85,00	172,00	22,11	14,40	48,00	390,00
Suj.3	26	74,20	171,00	21,83	14,20	36,50	336,00
Suj.4	26	76,20	176,00	21,16	11,80	39,00	365,00
Suj.5	25	73,00	177,00	28,73	7,10	49,00	276,00
Suj.6	33	94,40	181,00	25,38	20,40	39,00	423,50

Média±DP 25,50±4,23 78,57±9,46 175,17±3,66 25,58±2,65 11,98±5,82 42,17±5,16 341,75±64,17

*IMC – Índice de Massa Corporal; %MG – percentagem de Massa Gorda; RM BC – carga máxima executada na avaliação da força máxima no exercício de BC; RM LP – carga máxima executada na avaliação da força máxima no exercício de LP; ±DP – Desvio-padrão.

Tabela 2 – Características individuais dos sujeitos do género feminino.

Sujeitos	Idade (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	Estatura (cm)	IMC (Kg/m ²)	%MG	RM BC (kg)	RM LP (kg)
Suj.1	24	56,60	160,00	22,11	19,60	21,50	171,00
Suj.2	28	58,00	163,00	21,83	20,00	26,50	200,00
Suj.3	23	47,60	150,00	21,16	18,10	21,50	216,00
Suj.4	26	60,60	165,00	22,26	20,20	22,50	216,00
Suj.5	20	53,80	160,00	21,02	15,30	21,50	206,00
Suj.6	22	54,40	163,00	20,47	14,80	26,50	226,00

Média±DP 23,83±2,86 55,17±4,46 160,17±5,34 21,48±0,70 18,00±2,41 23,33±2,48 205,83±19,29

Tabela 3 – Caracterização da totalidade da amostra.

Sujeitos	Idade (anos)	MASSA CORPORAL (kg)	Estatura (cm)	IMC (Kg/m ²)	%MG	RM BC (kg)	RM LP (kg)
Suj.1	22	68,60	174	22,66	4,00	41,50	260,00
Suj.2	24	56,60	160	22,11	19,60	21,50	171,00
Suj.3	28	58,00	163	21,83	20,00	26,50	200,00
Suj.4	23	47,60	150	21,16	18,10	21,50	216,00
Suj.5	21	85,00	172	28,73	14,40	48,00	390,00
Suj.6	26	74,20	171	25,38	14,20	36,50	336,00
Suj.7	26	76,20	176	24,60	11,80	39,00	365,00
Suj.8	25	73,00	177	23,30	7,10	49,00	276,00
Suj.9	33	94,40	181	28,81	20,40	39,00	423,50
Suj.10	26	60,60	165	22,26	20,20	22,50	216,00
Suj.11	20	53,80	160	21,02	15,30	21,50	206,00
Suj.12	22	54,40	163	20,47	14,80	26,50	226,00
Média±DP	24,67±3,55	66,87±14,11	167,67±8,97	23,53±2,78	14,99±5,28	32,75±10,57	273,79±84,14

3.2 - Instrumentos

O equipamento de musculação utilizado para o exercício de membros inferiores foi um aparelho de *Leg Press* inclinado 45° (David, LTD, Finland).

Para o exercício de membros superiores foi utilizado o banco *scott* (David, LTD, Finland), uma barra em forma “Z” de 9kg, e para as intensidades mais baixas utilizou-se uma barra e respectivos discos de carga (fig.1), para conseguir perfazer a carga correta a utilizar por cada sujeito.

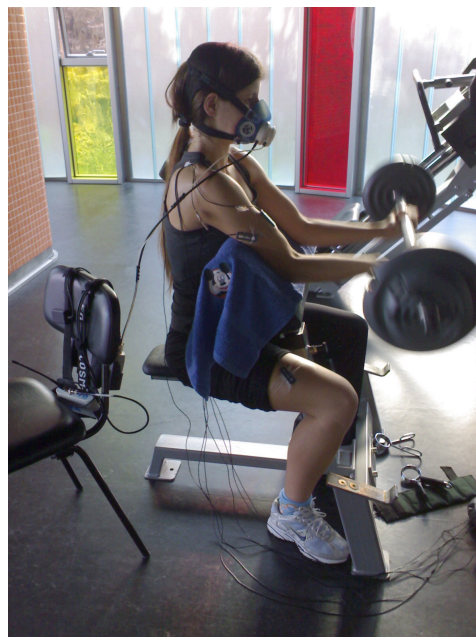


Figura 1 - Realização do exercício de Bicipite Curl na intensidade de 25%RM.

3.3 - Procedimentos Gerais

Todos os indivíduos realizaram no total cinco sessões, distribuídas por cinco dias distintos no ginásio “Boa Forma” da região de Rio Maior. Na primeira sessão, os indivíduos foram informados sobre os objectivos e procedimentos do estudo, e após esclarecimento de dúvidas remanescentes foram submetidos a uma entrevista. De seguida, foi solicitado o preenchimento de um questionário sobre a sua história clínica e actividade física (Anexo I), um termo de consentimento de participação no estudo (Anexo II), elaborada de acordo com a declaração de Helsínquia, e o teste Par-Q (Anexo III, ACSM, 2007). Foi também entregue um documento orientador, com um resumo das informações fornecidas durante a entrevista, a descrição das sessões a que serão submetidos e com as restrições a cumprir durante o tempo de participação no estudo (Anexo IV) - não deverão comer, fumar, ingerir cafeína ou qualquer tipo de ergogénicos nas 3 horas que antecedem o teste; não deverão realizar actividade física intensa, fora do normal, nas 48 horas anteriores ao teste.

De seguida, foram avaliadas e registadas as medidas antropométricas do entrevistado, foi apresentada a escala de percepção de esforço específica para exercícios de força, OMNI-RES (Robertson *et al.* 2003), para que se pudessem familiarizar com a mesma e por fim, procedeu-se à avaliação direta da 1RM de ambos exercícios (BC e LP).

3.3.1 - Procedimentos de Avaliação da composição corporal

Os sujeitos foram medidos descalços e em roupa interior. Os valores de massa corporal e altura, foram medidos utilizando uma balança digital SECA com estadiómetro (SECA 220, Hamburg, Germany). Para a avaliação da massa corporal, foi pedido aos sujeitos que se colocassem no centro da balança e que permanecessem imóveis, olhando em frente; após os dígitos da balança estabilizarem, foi registado o valor em quilogramas. Para a medição da altura, foi pedido aos sujeitos que se colocassem de costas com o cóccix encostado à balança, posição ereta, posicionados segundo o plano de *Frankfurt* e calcanhares juntos; a estatura foi medida em centímetros, através da distância do *vértex* (ponto mais alto na cabeça) e a plataforma da balança

sob a qual se apoiavam os pés.

A percentagem de massa gorda foi avaliada através de um aparelho de bio-impedância BF300 (Omron Healthcare Europe, Hoofddorp, Holand), e para uma avaliação correta e exata, foram seguidas as instruções e precauções do fabricante.

Estas avaliações foram realizadas individualmente, em dia e hora marcada com cada sujeito, pelo mesmo operador.

3.3.2 - Procedimentos de Avaliação da 1 RM

A avaliação da 1RM foi realizada seguindo os procedimentos indicados por Baechle (1994). Os sujeitos realizaram um breve aquecimento em ergómetro (5 minutos) e ativação geral nos equipamentos de LP e BC, com carga aproximadas a 50% da 1RM prevista pelo sujeito. Após o aquecimento, este realizou a tentativa inicial com uma carga estimada como próxima dos 90% da 1RM, e avaliou-se cada sujeito por tentativa e erro. Com pelo menos 2-3 minutos de repouso entre tentativas, aumentou-se a carga progressivamente entre 1kg e 5kg, dependendo do exercício, até o sujeito falhar duas vezes consecutivas na mesma carga. Considerou-se 1RM aquela em que os sujeitos foram capazes de executar corretamente, uma única repetição.

Os sujeitos da amostra foram sempre acompanhados e supervisionados por pelo menos, um técnico com experiência no treino de força.

Componentes críticas da execução técnica dos exercícios

- Para uma correta realização do exercício de LP (El-Hewie, 2003):
- Joelhos alinhados com os pés durante todo o movimento;
- Calcanhares sempre em contacto com a plataforma da máquina;
- Pés totalmente assentes na plataforma;
- As nádegas devem manter-se em contacto com o assento;
- Nuca encostada ao banco;
- Mãos seguram nas pegadas próprias para o efeito;

- Realização da contração excêntrica, até o joelho realizar um ângulo de 90°; não “trancar” os joelhos após a realização da extensão completa (contração concêntrica).
- Para uma correta execução do exercício de BC (El-Hewie, 2003):
- Altura do suporte do banco, ajustado a cada sujeito – parte superior do suporte deve ficar debaixo das axilas do sujeito.
- Braço totalmente apoiado no suporte do banco, durante todo o movimento;
- Realizar a extensão completa do antebraço;
- Pernas devem manter-se no prolongamento da posição de sentado.



Figura 2 – Posição inicial na execução do exercício de Leg Press.



Figura 3 – Posição final na realização do exercício de Leg Press.



Figura 4 – Posição inicial na execução do exercício de Bicípito Curl.



Figura 5 – Posição final na realização do exercício de Bicipite Curl.

3.3.3 - Procedimentos Experimentais

As sessões seguintes tiveram uma duração média de 45 minutos. Após a realização de um breve aquecimento (5 minutos), os sujeitos foram equipados com os respectivos aparelhos de avaliação eletromiográfica e análise de gases respiratórios.

A sequência de realização dos exercícios entre o BC e o LP foi cumprida de forma aleatória, mas a sessão foi iniciada sempre na intensidade mais baixa prevista para a mesma.

Na 2ª sessão os sujeitos:

- Realizaram os exercícios a 20 e 30% da RM, durante 5 minutos, tentando manter uma velocidade de execução de 1-1 (1 segundo fase concêntrica e 1 segundo na fase excêntrica). Foi efetuada a avaliação do consumo de oxigénio, de eletromiografia e avaliação da percepção subjetiva de esforço (PSE).

3ªSessão:

- Realizaram os exercícios a 25 e 35% da RM, durante 5 minutos, tentando manter uma velocidade de execução de 1-1 (1 segundo fase concêntrica e 1 segundo na fase excêntrica). Foi efetuada a avaliação do consumo de oxigénio, de eletromiografia e avaliação da PSE. Terminada a 3ªsessão, os sujeitos realizaram novamente 1RM em ambos os exercícios, com o único objetivo de executar o registo eletromiográfico.

4ªSessão:

- Antes de iniciarem o aquecimento, os sujeitos foram submetidos à medição da lactatémia em repouso. Só depois, realizaram o aquecimento e executaram os exercícios a 60% da 1RM, não durante 5 minutos como nas sessões anteriores, mas até à exaustão e com uma velocidade de execução adotada por cada indivíduo. Foi realizada a avaliação do consumo de oxigénio, eletromiografia, análise de lactatémia e PSE.

5ªSessão:

- Ocorreu da mesma forma que na sessão anterior (4ªsessão), com a diferença de que o exercício foi efetuado a 85% da 1RM até à exaustão. Foi realizada a avaliação do consumo de oxigénio, eletromiografia, análise de lactatémia e PSE.

3.3.4 - Procedimentos de Registo da atividade Eletromiográfica

Para a recolha de dados eletromiográficos da atividade muscular, foi utilizado o sistema de aquisição e conversão A/D (analógico-digital) de 16 bits *MP100 Data Acquisition System* (BIOPAC Systems, Santa Barbara, CA, USA). O armazenamento e análise de dados foi efectuado com um computador portátil LG (LG Electronics, China), que incluía um *software* específico de processamento de sinal *AcqKnowledge* versão 3.9.1.6 (BIOPAC Systems, AcqKnowledge, Santa Barbara, CA, United States), bem como o *software* *MatLab* versão 7.8.0.347 (R2009a) (Mathworks, Inc., United States) para o *Windows 7*, que utilizámos para o processamento dos dados recolhidos.

Foram utilizados os elétrodos bipolares ativos modelo TSD 150TM (BIOPAC Systems, Santa Barbara, CA, United States), com ganho de 350 (a 1000Hz), capacidade de rejeição de modo comum de 95dB, com distância inter-elétrodos fixa de dois centímetros. A frequência de amostragem utilizada foi de 1000Hz e o sinal foi filtrado tendo sido utilizada uma janela de banda passante de 10Hz a 490 Hz (Kumar e Mital, 1996; De Luca, 2002; The International Society of Electrophysiology and Kinesiology (ISEK), e Surface Electromyography for the Non-Invasive Assessment of Muscles (SENIAM), citados por Konrad, 2005).

Na realização do processamento dos sinais, podemos proceder à avaliação de parâmetros de amplitude da curva e a parâmetros de frequência de sinal. Para a análise da fadiga, os mais utilizados são os parâmetros de frequência, nomeadamente a análise espectral, que analisa a distribuição de energia pelas várias frequências através de um algoritmo, de seu nome “*Fast Fourier Transform*” (FFT), que decompõe o sinal EMG, transformando os dados que estão em bruto nas suas componentes de frequência (Kumar e Mital, 1996; Konrad, 2005). Todos estes procedimentos, foram praticados de acordo com as recomendações efetuadas pela Sociedade Internacional de Eletromiografia e Cinesilogia (ISEK).

Após este processo, das curvas resultantes da análise espectral, foram retirados das componentes de frequência, apenas os valores da mediana para a avaliação da fadiga, visto ser uma medida de tendência central onde se verifica a maior incidência de valores, tendo sido seguidas as recomendações de Kumar e Mital (1996) e de Konrad (2005). Todos estes procedimentos, foram realizados através de rotinas autónomas criadas especificamente para o *software MatLab* para o processamento dos sinais.

Após a realização do aquecimento, os sujeitos foram preparados de acordo com o seguinte protocolo (Konrad, P., 2005):

- Preparação da pele – limpeza inicial com álcool e algodão; depilação com lâmina de barbear e limpeza final com álcool; secagem da pele. Estes procedimentos visam a redução da impedância entre os elementos de contacto e a pele.

- Colocação dos eléktrodo – pediu-se ao sujeito para realizar a contração isométrica do músculo em questão, de forma a identificarmos a zona específica para a colocação do eléktrodo, que se localiza a meio do ventre muscular. O eléktrodo (foi colocado, seguindo a orientação das fibras musculares, isto é, a linha de união entre os dois eléktrodo fica paralela à linha que une a origem e inserção do músculo. O eléktrodo terra foi colocado sobre a sétima vértebra cervical (a mais proeminente) e reforçámos a fixação dos eléktrodo com fita adesiva antialérgica, sem que houvesse limitação dos movimentos para o sujeito.

Os eléktrodo, foram colocados nos principais músculos agonistas e antagonistas dos movimentos em causa, ou seja, no membro superior foram aplicados no *Bicípíte Braquial* (BB - *Biceps Brachii*) e no *Tricípíte Braquial* (TB - *Triceps Brachii*). Relativamente ao membro inferior, avaliámos a atividade do músculo *Quadricípíte* (*Quadriceps*) nas suas porções *Reto Femoral* (*Retus Femoralis*), *Vasto Externo* (*Vastus Lateralis*), e o *Bicípíte Femoral* (*Bíceps Femoris*). Foram avaliados os membros do lado direito do corpo dos sujeitos.

Uma vez equipado, testámos a funcionalidade do equipamento na obtenção de sinal EMG de cada músculo, do posicionamento do eléktrodo através do sinal EMG e a confirmação do canal de recolha para cada músculo (Konrad, 2005). Após a confirmação da correta funcionalidade do equipamento de EMG, era colocado o analisador de gases nos sujeitos, estes deslocavam-se para os equipamentos de musculação para iniciarmos as recolhas de dados durante a ação motora, em tempo real.

Em cada intensidade de esforço, foram medidos três momentos:

- i - Logo após o início da execução do exercício;
- ii - Aos 2:30 minutos de exercício ;
- iii – No término do exercício aos 4:40 minutos;

Em cada momento, foram avaliadas entre 4 e 5 execuções dos respetivos exercícios. Para que se pudessem identificar e distinguir cada execução, nos vários momentos de avaliação, foi introduzido em simultâneo com a recolha EMG um sinal eléctrico, denominado por “*trigger*”, que permitiu identificar uma

determinada alteração no desempenho do movimento. Como tal, dividimos a execução dos exercícios pelas seguintes fases de movimento:

- LP – Fase 1 – Flexão da coxa e da perna; Fase 2 – Extensão da coxa e da perna;

- BC – Fase 1 – Extensão do antebraço; Fase 2 – Flexão do antebraço.

O “*trigger*” foi accionado entre a fase 1 e a fase 2 do movimento, em cada exercício.

A avaliação da atividade elétrica muscular máxima, é determinada através da contração voluntária máxima e tem por objetivo, a normalização da amplitude do EMG, com a determinação do pico máximo de atividade elétrica para cada músculo, para que depois possamos comparar. Como tal, os sujeitos após o término da 3ª sessão, e já sem o analisador de gases, realizaram mais uma vez a 1RM em ambos exercícios.

3.3.5 - Procedimentos de Registo Cardiorespiratório

Após a conclusão dos procedimentos eletromiográficos, o sujeito era equipado com o analisador de gases portátil K4b² (Cosmed Srl., Rome, Italy) e banda de frequência cardíaca *Polar* (Cosmed Srl., Rome Italy) acoplada ao mesmo, permitindo que o VO_2 e a FC fossem avaliados durante a sessão (fig.6).

O arnês do aparelho (que conta com a unidade portátil e a bateria) pesa aproximadamente 1kg, e é normalmente utilizado no peito dos indivíduos, mas para a realização correta e confortável dos exercícios, foi colocado nas costas de um banco perto dos sujeitos (fig.2, fig.3 e fig.4). Desta



Figura 6 – Sujeito equipado com o analisador de gases portátil e aparelho eletromiográfico.

forma, foram equipados apenas com a máscara de silicone facial flexível (Hans

Rudolph, Kansas City, EUA) do analisador de gases, e com o sensor de FC, já mencionado, colocado ao nível do apêndice xifóide.

Este equipamento foi validado por vários autores (McLaughlin *et al.* 2001; Doyon *et al.* 2001; Pinnington *et al.* 2001; Duffield *et al.* 2004), que inclusive demonstraram uma garantia satisfatória e uma boa reprodutibilidade de medição, em particular para intensidades de exercício que permitem a estabilização do VO_2 , tendo sido também considerando que fornece dados com uma percentagem de erro inferior a 1 %, em relação ao método de *Douglas bag* (Hausswirth *et al.*, 1997). Antes da realização dos testes, foram realizados os procedimentos de calibração, indicados pelo fabricante.

Como tal, a unidade portátil (PU) foi ligada 1 hora antes do início de cada sessão, e seguindo as instruções do fabricante, após um período de aquecimento de aproximadamente 45 minutos, realizámos primeiro a calibração com gás de referência (16% O_2 e 5% CO_2), de seguida a calibração com ar ambiente, a calibração do tempo de transição do gás (ar expirado/inspirado) e a calibração da turbina (com seringa de 3000ml) (COSMED, 2001). Estes procedimentos foram realizados no início de cada sessão, e a calibração com ar ambiente e do tempo de transição do gás, nas sessões que incluíam a avaliação de vários sujeitos, foram repetidas de 2 em 2 avaliações.

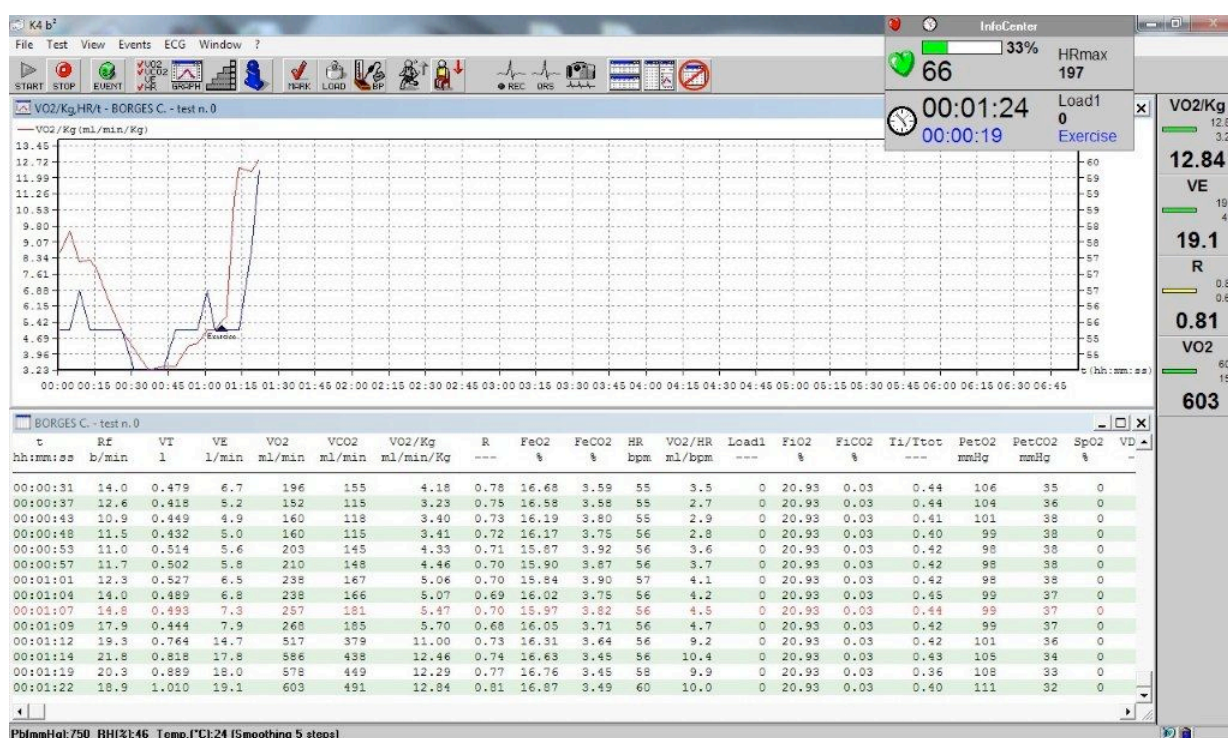


Figura 7 – Captação dos dados cardiorespiratórios em tempo real.

Os dados obtidos no decorrer da sessão foram obtidos através de telemetria, num computador portátil Sony (Vaio VGN-FE41, China), com o *software* de análise e tratamento dos dados CPET versão 9.1b (Cosmed, Rome, Italy), através do qual os dados como, VO_2 , FC, frequência respiratória, tempo de exercício/repouso, e outros, iam sendo exibidos em tempo real (fig.7). Quando o sujeito iniciava o exercício, era selecionado no *software* a fase “Exercise”, e em coordenação com o equipamento EMG, sempre que se iniciava a avaliação da atividade muscular, era colocada também uma “Mark”, para se referenciar a que valores cardiorespiratórios iria corresponder a avaliação EMG. No final dos cinco minutos de exercício, era selecionada a fase “Recovery”. Uma vez terminado o primeiro exercício da sessão, os sujeitos passavam para o exercício seguinte e só o iniciavam, após atingiram os valores de repouso de VO_2 , abaixo dos 6 ml.kg.min^{-1} (fig.8).

No tratamento dos dados cardio-respiratórios recolhidos, e tendo em conta que o próprio equipamento no decorrer da recolha realiza uma suavização de cinco pontos, as filtragens consistiram na eliminação de dados inválidos e a execução de uma média de 15 segundos nos valores de respiração-a-respiração (Aisbett e Rossignol, 2003). Após a conclusão das filtragens, os dados foram transferidos para Excel onde foram calculados os valores médios:

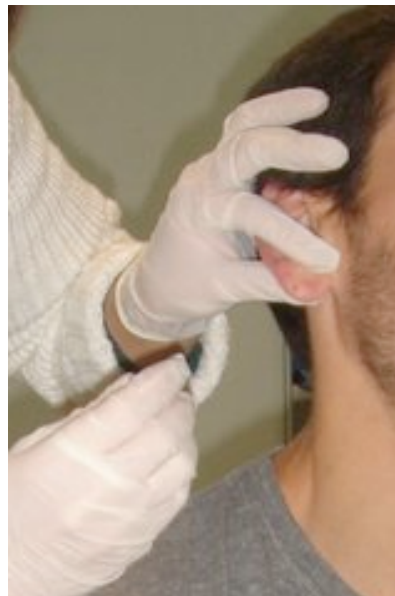
- Sessão 2 e 3 - análise dos 3 valores mais altos em estabilização após os 3 minutos de exercício; a diferença permitida entre os três valores consecutivos para se constatar estabilização no VO_2 foi igual ou inferior a $2,1 \text{ ml.kg}^{-1}.\text{min}^{-1}$.
- Sessão 4 e 5 – média de todos os valores obtidos durante a execução dos exercícios (McCann e Adams, 2002).



Figura 8 – Sujeito em repouso entre exercícios.

3.3.6 - Procedimentos para a avaliação da Lactatémia

Estes procedimentos foram realizados apenas na quarta e quinta sessão do estudo. Assim que os sujeitos chegaram ao ginásio, foi-lhes solicitado que se sentassem para procedermos à avaliação da lactatémia em repouso. Com álcool e algodão, era desinfetado o lobo da orelha, e após secagem a zone previamente hiperemiada do lóbulo da orelha, era lancetado com a lanceta de punção descartável (*OneTouch SureSoft*, LifeScan Inc, Issy-les-Moulineaux, France) (fig.9). Com a tira reativa de lactato (Arkray Factory, Inc, Shiga, Japan) já inserida no analisador *Lactate Pro* (Arkray Factory, Inc, Shiga, Japan) (Pyne, Boston e Martin, 2000),



pressionou-se ligeiramente o lobo até se formar uma bolha de sangue generosa, e encostou-se o

Figura 9 - Recolha de sangue para análise da lactatémia.

topo da tira reativa à bola de forma a esta ser absorvida. Quando a amostra de sangue preenche o espaço necessário indicado na tira reativa, o equipamento inicia a análise, que dura 60 segundos. Uma vez feita a recolha, limpou-se novamente o lóbulo da orelha de forma a não deixar vestígios de sangue. Tivemos também o cuidado de não contaminar o sangue recolhido com o suor.

Este procedimento repetiu-se 1 minuto após o término do exercício, e de 2 em 2 minutos até diminuir, depois de atingir o pico – valor mais elevado. O valor de repouso e o mais elevado, foram utilizados para calcular o delta, como tal, avaliou-se também o valor de “repouso” entre exercícios, visto que na mesma sessão realizavam o exercício de BC e o de LP.

3.4 - Avaliação da Percepção Subjectiva de Esforço

As escalas de percepção subjetiva de esforço, são um método comum para a determinação dos níveis de intensidade de exercício, para podermos descrever ou perceber a intensidade que determinado treino/exercício teve.

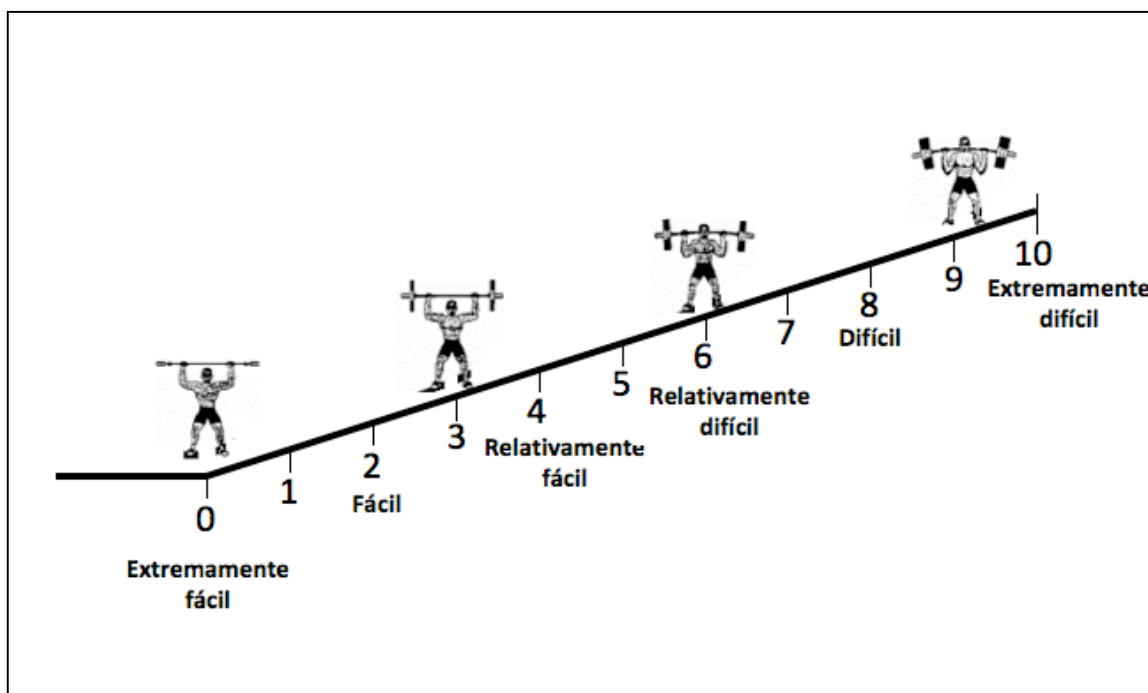


Figura 10 - Escala OMNI-RES de Robertson et al. (2003)

É uma escala subjetiva, porque por vezes é difícil avaliar a intensidade do que estamos a sentir. Neste estudo utilizámos a escala subjetiva de esforço OMNI-RES (Robertson et al. 2003). Como foi mencionado mais acima, na 1ª sessão os sujeitos tiveram o primeiro contacto com esta escala para se familiarizarem e as instruções dadas foram as seguintes:

Esta é a escala perceptiva de esforço que vamos utilizar (fig.10). Serve para descrever como se sente durante os exercícios que vamos realizar. Vamos mostrar esta escala à 5ª repetição e logo depois de terminar, e se sentir que está entre o Extremamente Fácil (0) e o Extremamente Difícil (10), aponta-nos um número entre 0 e 10 ou até mesmo uma das figuras; não existem números certos ou errados! Queremos saber se está bem e sem qualquer dificuldade ou se está fatigado, por isso, o número pode mudar dependendo do que sente ao realizar os exercícios. Se lhe pedisse para me apontar um numero agora, para

me dizer como se sente, deveria apontar o “0”, mas daqui a pouco quando fizermos a avaliação da 1RM, já me irá apontar o “10”.

Aproveitou-se o facto da avaliação da 1RM ser realizada após a familiarização com a escala de PSE, pois desta forma, os sujeitos tiveram uma referência do que significavam os valores extremos da escala. No decorrer das sessões, esta avaliação foi realizada durante a fase concêntrica da 5ª repetição e após o término de cada exercício e de cada intensidade.

3.5 - Definição de variáveis

As variáveis em estudo, foram definidas da seguinte forma:

Variáveis dependentes:

- Percepção subjectiva de esforço,
- Atividade eletromiográfica,
- Consumo de oxigénio,
- Frequência cardíaca,
- Níveis de lactatémia,
- Dispendio energético,
- Força muscular isotónica.

Variáveis independentes:

- *Incline Leg Press* (máquina),
- *Bicípita Curl Scott* (peso livre),
- Percentagem da carga relativa à carga da 1RM.

3.6 - Análise Estatística

Todos os dados foram analisados pelo *software* de tratamento e análise estatística “Predictive Analytics Software” (PASW Science, Chicago, EUA) versão 18.0. Foram utilizados procedimentos estatísticos para caracterizar os valores das diferentes variáveis em termos de tendência central e dispersão. Foi verificada a normalidade e homogeneidade da amostra através do teste de *Shapiro-Wilk*. Na análise inferencial dos dados foi verificado o nível de

associação das variáveis de VO_2 , EMG, PSE, intensidade e lactatemia através do coeficiente de correlação de Pearson. Foram calculadas as rectas de regressão linear que estabelecem a relação entre a carga e o VO_2 para cada exercício.

Foi utilizada a análise de variância - ANOVA para medidas repetidas para comparar os valores das médias de cada variável, nas diferentes condições de prática. A exigência referente às diferentes medições, para que sejam independentes intra-sujeitos, é conhecida por pressuposto de “esfericidade”. Este pressuposto traduz-se, em termos práticos, numa matriz de co-variância cuja diagonal principal é preenchida por variâncias iguais e zeros fora da diagonal principal. A validação da “esfericidade” é uma condição suficiente e necessária para a utilização da estatística F na ANOVA de medidas repetidas (Johnson, 1998).

O teste estatístico para verificação da “esfericidade” utilizado foi o “teste de esfericidade” de *Mauchly*. Sempre que o pressuposto de “esfericidade” não se verificou, foi utilizado o factor de correcção *Epsilon* de *Greenhouse-Geisser*, por ser o mais conservador e adequado para amostras de pequena dimensão (Pestana e Gageiro, 2005). Este factor é utilizado como factor de correcção da probabilidade de significância associada à estatística F calculada.

Para comparar as diferenças entre os valores preditos no presente estudo e os reportados anteriormente na literatura para o DE do TF foi utilizado a *One-sample t-test*. Para todos os procedimentos estatísticos o nível mínimo de significância admitido será de $P \leq 0,05$.

Para a análise inferencial dos dados eletromiográficos, foi utilizada a análise múltipla de variância – MANOVA para comparar os valores de mediana de frequência, entre intensidades, fases e repetições.

Capítulo V

5 – Apresentação de Resultados

Os resultados relativos a cada abordagem do estudo, são apresentados de seguida. Foram analisados os dados com maior significado para esta investigação, sendo a sua discussão realizada no capítulo seguinte. Como tal, primeiro estão expostos os dados descritivos das variáveis em estudo, referentes ao valor mínimo, máximo, média e desvio padrão, durante a realização dos exercícios nas diferentes intensidades.

Numa segunda fase, expõem-se os dados e as análises estatísticas relativas às diferentes condições de realização. O nível de associação e as comparações, constituem o procedimento fundamental para identificar as diferenças provocadas pelas condições de exercício, nos valores médios das variáveis analisadas. Os valores individuais encontram-se em anexo.

5.1 – Parâmetros Cardio-respiratórios

Verificou-se que em todas nas intensidades mais baixas (20, 25, 30 e 35%1RM) de exercício existia estabilização do VO_2 . Essa estabilização foi mais rápida (~2 min) nas intensidades de 20, 25 e 30% da 1RM.

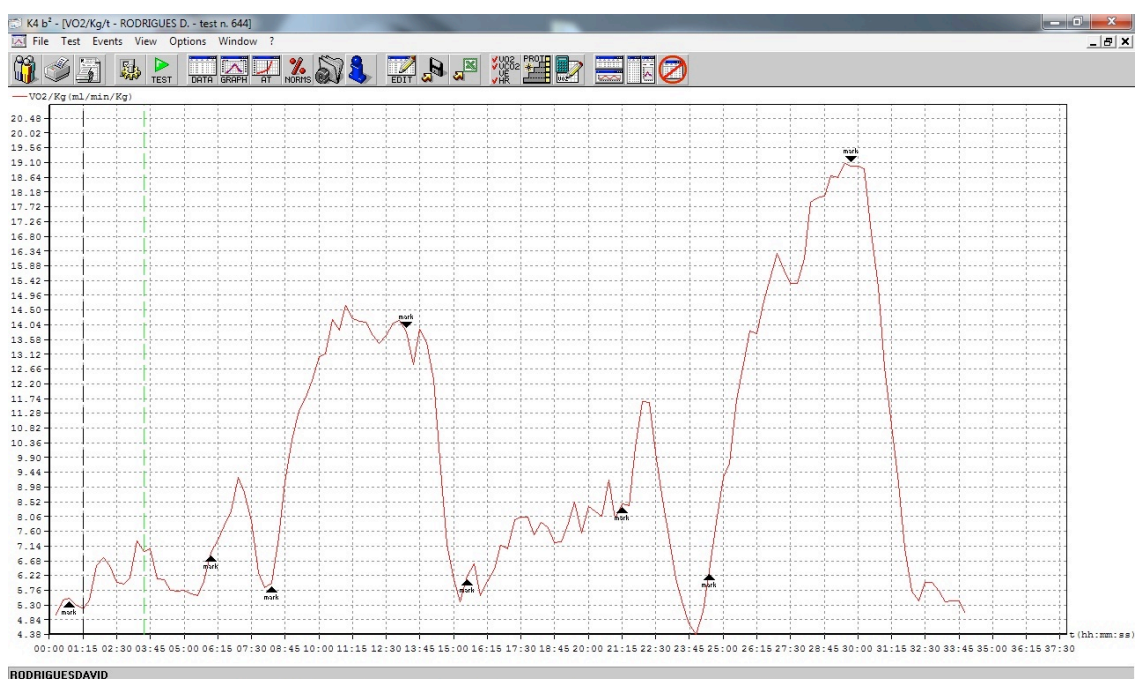


Figura 11 - Comportamento do consumo de oxigénio num sujeito da amostra, na realização do exercício de bícipite curl e leg press a 25 e 35%RM.



1	1	9	1	1
10	10	10	10	10

* Foi retirado 1 sujeito da amostra, devido a falha na captação de FC.

Verificou-se uma tendência para que os valores médios absolutos de DE nas mulheres, seja inferior aos dos homens em ambos os exercícios nas diferentes intensidades, contudo, os valores de VO_2 são muito semelhantes entre ambos géneros. Verifica-se também uma diferença significativa entre a carga (kg) que corresponde às diferentes intensidades de ambos exercícios.

Tabela 5 - Valores da média e desvio padrão ($\bar{x} \pm dp$) do consumo de oxigénio (VO_2), frequência cardíaca (FC), quociente respiratório (R), dispendio energético (DE) e a carga levantada pelos sujeitos do género feminino (Fem) no exercício de Bicípites Curl (BC) e Leg Press (LP), nas respetivas percentagens de 1RM (n=6).

Exercício	VO_2 (ml.kg.min ⁻¹)	FC (bpm)	R	DE (Kcal.min ⁻¹)	Carga (Kg)
BC Fem					
20%	8,31±2,07	102,33±8,55	0,83±0,07	2,16±0,43	4,75±0,54
25%	8,66±1,96	85,50±43,17	0,87±0,04	2,30±0,40	5,82±0,61
30%	10,06±1,79	110,84±11,50	0,87±0,03	2,66±0,41	7,08±0,72
35%	10,10±1,58	91,28±48,07	0,88±0,07	2,70±0,51	8,08±0,65
LP Fem					
20%	15,20±2,63	101,42±8,21*	0,83±0,07	4,02±0,79	41,17±3,97
25%	17,56±3,33	110,83±12,08	0,87±0,08	4,67±0,86	51,50±4,73
30%	19,17±2,69	121,44±13,97	0,87±0,05	5,12±0,76	62,00±6,10
35%	20,80±2,46	126,50±14,24	0,89±0,08	5,56±0,54	71,83±6,19

* Foram retirados 3 sujeitos da amostra, devido a falha na captação da FC.

Nas figuras 13 e 14 apresentam-se as rectas de regressão linear dos valores de VO_2 nos exercícios de BC e LP de ambos os géneros. Verificamos que todas as rectas apresentam coeficientes de determinação elevados, i.e., a proporção (ou %) da variação total (S_{yy}) que é explicada pela reta de regressão. Os valores elevados expressam a robustez das rectas. O $R^2 = 0,996$ significa que 99.5% da variabilidade encontrada para Y é explicada por X e apenas os restantes 0,5% se devem a outros fatores. Um bom ajuste do modelo deve reflectir-se num valor de R^2 próximo de 1. Como nos presentes casos o coeficiente de determinação é bastante elevado (muito próximo de 1), podemos concluir que a relação linear entre as duas variáveis é forte.

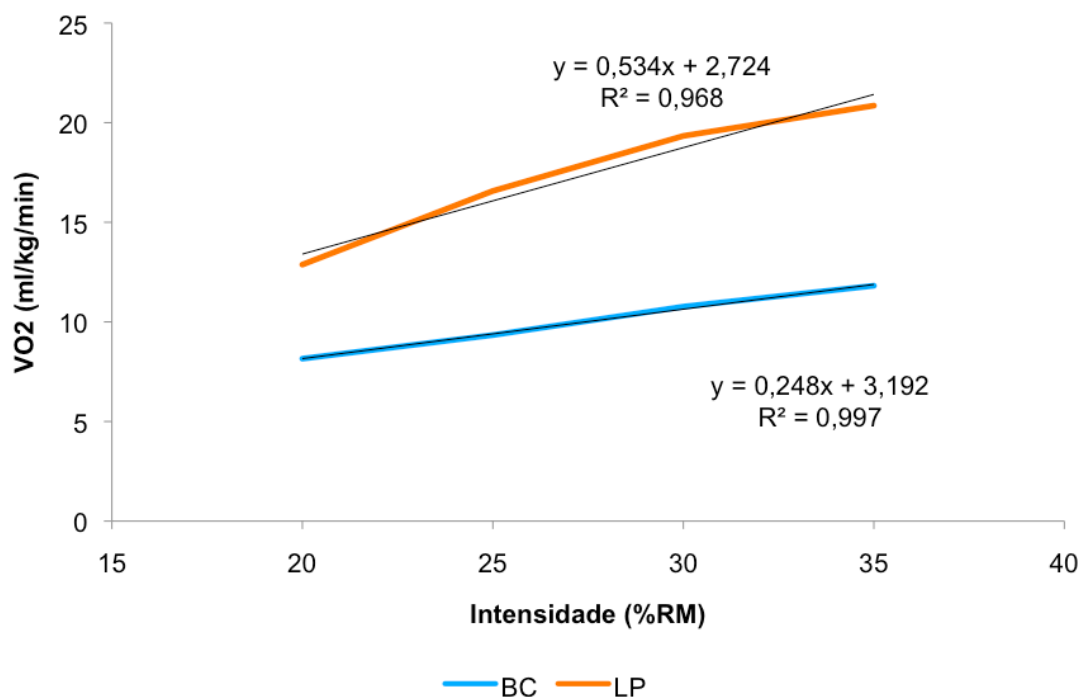


Figura 13 - Retas de regressão dos valores médios de consumo de oxigênio (VO_2) correspondentes aos valores percentuais da 1RM, no género masculino, em ambos exercícios.

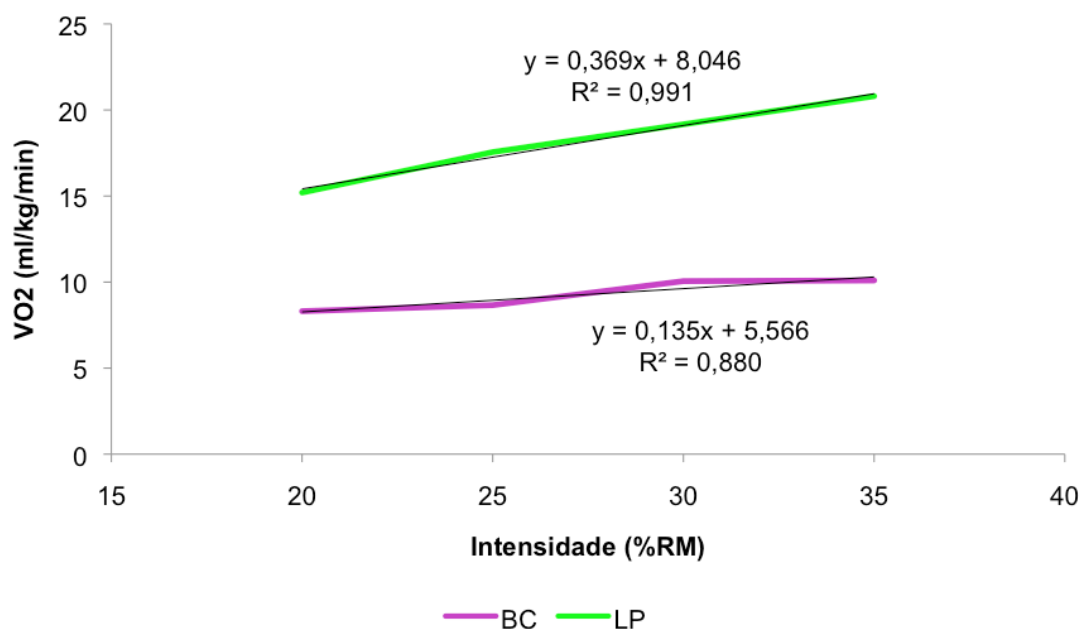


Figura 14 - Retas de regressão dos valores médios de consumo de oxigênio (VO_2) correspondentes aos valores percentuais da 1RM, no género feminino, em ambos exercícios.

No entanto, as figuras 15 e 16, ao incluírem as intensidades mais elevadas (60 e 85%1RM) no mesmo gráfico, verifica-se que, tal como foi documentado na literatura, a relação linear entre VO_2 e intensidade extingue-se, sendo mais acentuada no exercício de LP.

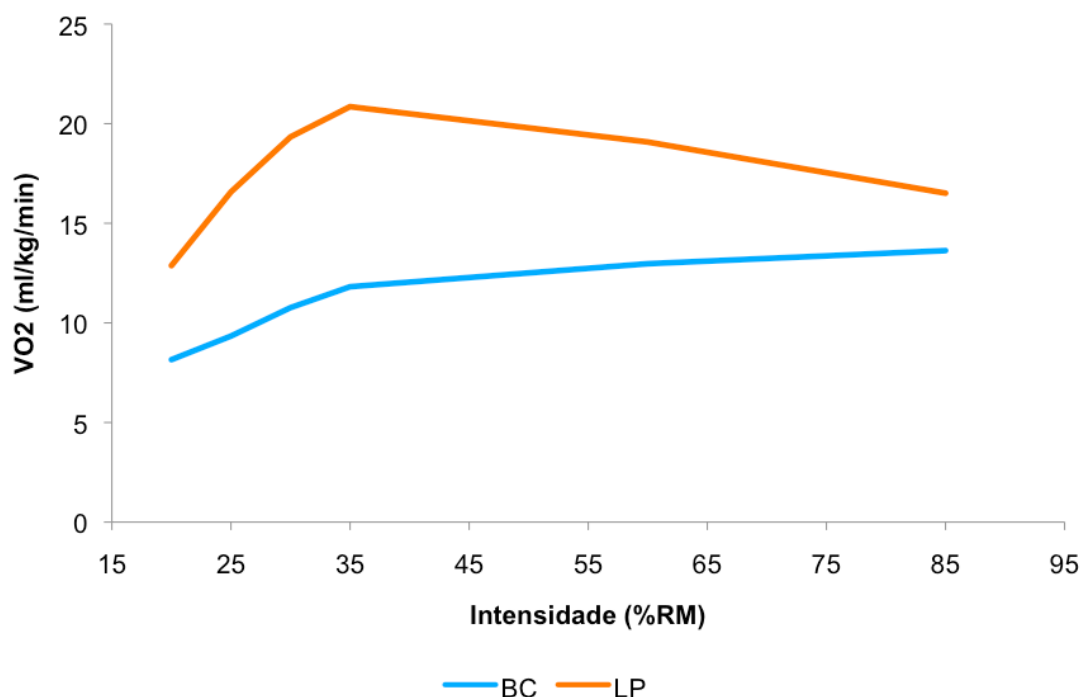


Figura 15 - Relação entre os valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) medidos, em função da intensidade da carga nos sujeitos do género masculino.

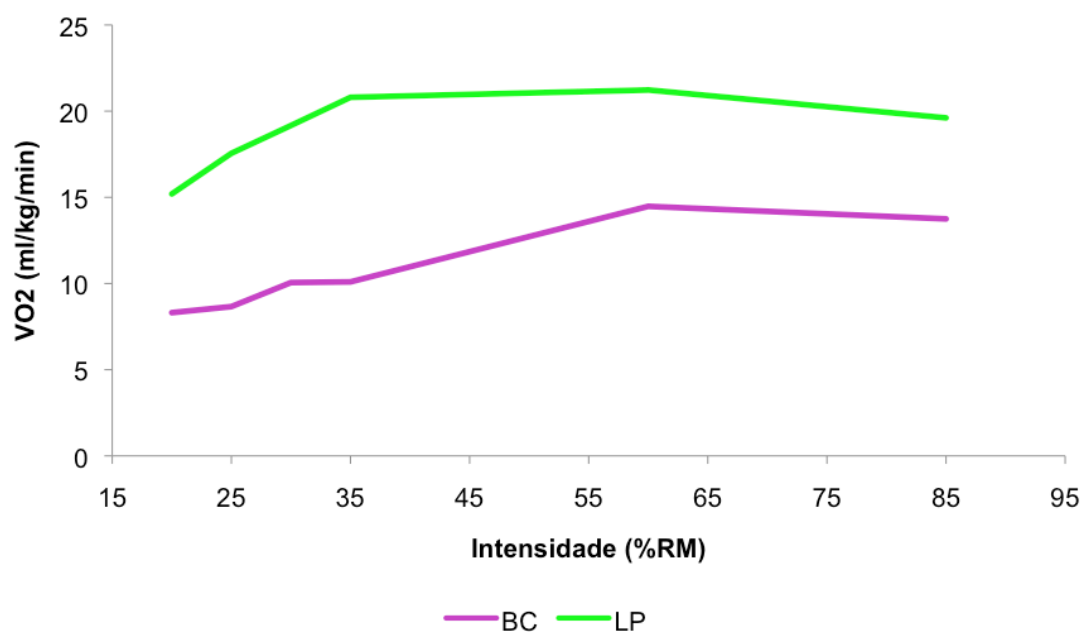


Figura 16 - Relação entre os valores médios de consumo de oxigénio (VO_2) medidos, em função da intensidade da carga nos sujeitos do género feminino.

Na tabela 6 e 7, estão representados os valores de VO_2 estimados (equivalente ao DE_{total}) pela equação de regressão e os valores medidos (equivalente ao VO_{2ac}) em exercício nas intensidades de 60 e 85%. Para analisar a validade do método utilizado para o cálculo do DE (MAOD), realizámos a análise estatística test-t (significância $p < 0,05$) para confirmar a sua fiabilidade através destes valores (DE_{total} e VO_{2ac}) obtidos para as intensidades de 60% e 85% da 1RM.

Tabela 6 – Comparação entre o valor de VO_2 medido (VO_{2ac}) e o valor de VO_2 estimado (DE_{total}), no exercício de LP e BC no género feminino.

	Média±DP	Erro Padrão Médio	Sig.
Estim_LP60_DEtotal - Medido_LP60_VO2ac	21,64±19,35	7,89	0,041*
Estim_LP85_DEtotal - Medido_LP85_VO2ac	34,58±17,15	7,00	0,004*
Estim_BC60_DEtotal - Medido_BC60_VO2ac	-1,86±8,17	3,34	0,601
Estim_BC85_DEtotal - Medido_BC85_VO2ac	4,06±11,64	4,75	0,432

Estim_LP60_DEtotal, dispêndio energético total estimado no exercício de leg press a 60%1RM

Medido_LP60_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de leg press a 60%1RM

Estim_LP85_DEtotal, dispêndio energético total estimado no exercício de leg press a 85%1RM

Medido_LP85_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de leg press a 85%1RM

Estim_BC60_DEtotal, dispêndio energético total estimado no exercício de bicipite curl a 60%1RM

Medido_BC60_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de bicipite curl a 60%1RM

Estim_BC85_DEtotal, dispêndio energético total estimado no exercício de bicipite curl a 85%1RM

Medido_BC85_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de bicipite curl a 85%1RM

*estatisticamente significativo para $p < 0,05$

Podemos verificar em ambas tabelas (6 e 7), que em ambos géneros, existem diferenças significativas entre os dois valores de VO_2 (o medido e o estimado), no exercício de LP nas duas intensidades de carga utilizadas. O mesmo não se verifica no exercício de BC.

Tabela 7 – Comparação entre o valor de VO₂ medido (VO_{2ac}) e o valor de VO₂ estimado (DE_{total}), no exercício de LP e BC no género masculino.

	Média±DP	Erro Padrão Médio	Sig.
Estim_LP60_DEtotal - Medido_LP60_VO2ac	31,57±26,24	10,71	0,032*
Estim_LP85_DEtotal - Medido_LP85_VO2ac	31,38±13,72	5,60	0,003*
Estim_BC60_DEtotal - Medido_BC60_VO2ac	11,88±15,46	6,31	0,118
Estim_BC85_DEtotal - Medido_BC85_VO2ac	12,08±13,51	5,51	0,080

Estim_LP60_DEtotal, dispendio energético total estimado no exercício de leg press a 60%1RM

Medido_LP60_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de leg press a 60%1RM

Estim_LP85_DEtotal, dispendio energético total estimado no exercício de leg press a 85%1RM

Medido_LP85_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de leg press a 85%1RM

Estim_BC60_DEtotal, dispendio energético total estimado no exercício de bicipite curl a 60%1RM

Medido_BC60_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de bicipite curl a 60%1RM

Estim_BC85_DEtotal, dispendio energético total estimado no exercício de bicipite curl a 85%1RM

Medido_BC85_VO2ac, consumo de oxigénio acumulado no exercício de bicipite curl a 85%1RM

*estatisticamente significativo para $p < 0,05$

5.2 – Percepção Subjectiva de Esforço

Na avaliação da percepção subjectiva de esforço (PSE) através da Escala de OMNI (Robertson, 2003) nas intensidades de 60% e 85% da 1RM, os valores referidos pelos sujeitos foram máximos ou *quasi* máximos, expressando a fadiga máxima voluntária durante a realização dos mesmos (tabelas 8 e 9).

Tabela 8 - Valores da média (±DP e desvio padrão (x±dp), mínimos e máximos da percepção subjetiva de esforço (PSE) do género feminino, na realização dos exercícios de bicipite curl (BC) e leg Press (LP) nas intensidades de 60% e 85% da 1RM (n=6).

	Mínimo	Máximo	Média±DP
PSEf60_BC	9	10	9,50±0,54
PSEf60_LP	9	10	9,16±0,40
PSEf85_BC	10	10	10,00±0,00
PSEf85_LP	10	10	10,00±0,00

PSEf60_BC, PSE avaliada no final (f) do exercício de bicipite curl a 60% de 1RM.

PSEf60_LP, PSE avaliada no final (f) do exercício de leg press a 60% de 1RM.

PSEf85_BC, PSE avaliada no final (f) do exercício de bicipite curl a 85% de 1RM.

PSEf85_LP, PSE avaliada no final (f) do exercício de leg press a 85% de 1RM.

Tabela 9 - Valores da média e desvio padrão ($x \pm dp$), mínimos e máximos da percepção subjetiva de esforço (PSE) do género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg press (LP) a 60% e 85% da 1RM ($n=6$).

	Mínimo	Máximo	Média $\pm$ DP
PSEf60_BC	9	10	9,33 $\pm$ 0,52
PSEf60_LP	9	10	9,50 $\pm$ 0,55
PSEf85_BC	10	10	10,00 $\pm$ 0,00
PSEf85_LP	10	10	10,00 $\pm$ 0,00

PSEf60_BC, PSE avaliada no final (f) do exercício de bicípites curl a 60% de 1RM.

PSEf60_LP, PSE avaliada no final (f) do exercício de leg press a 60% de 1RM.

PSEf85_BC, PSE avaliada no final (f) do exercício de bicípites curl a 85% de 1RM.

PSEf85_LP, PSE avaliada no final (f) do exercício de leg press a 85% de 1RM.

5.3 – Concentrações de Lactato Sanguíneo

As concentrações de lactato no sangue, foram medidas na realização de ambos exercícios nas intensidades de 60 e 85% da 1RM (tabela 10 e 11). Foi determinado o valor da máxima concentração após o exercício e da diferença entre o valor de repouso e do valor máximo (Δ , delta).

Tabela 10 - Valores da concentração sanguínea de lactato (Lact) máxima (Max) e do delta (Δ) avaliados no género feminino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM.

Lact (mmol.L ⁻¹)	N	Mínimo	Máximo	Média $\pm$ DP
Lact.LP85_Max	5	3,90	6,90	5,48 $\pm$ 1,06
Lact.LP85_Δ	5	2,30	4,90	3,58 $\pm$ 0,92
Lact.BC85_Max	5	2,30	4,40	3,44 $\pm$ 0,84
Lact.BC85_Δ	5	0,60	1,70	1,04 $\pm$ 0,46
Lact.BC60_Max	6	2,90	5,10	3,92 $\pm$ 0,86
Lact.BC60_Δ	6	0,30	2,90	1,63 $\pm$ 0,96
Lact.LP60_max	6	4,30	8,20	6,18 $\pm$ 1,56
Lact.LP60_Δ	6	2,20	7,00	4,23 $\pm$ 1,79

De acordo com a literatura, os exercícios que envolvem mais massa muscular apresentam valores de concentração sanguínea de lactato mais elevado, tal tendência é conferida no presente estudo. Verifica-se que na intensidade de 85% da 1RM, os valores médios de lactatémia em ambos os exercícios, apresentam uma tendência para serem inferiores aos medidos na intensidade de 60% da 1RM.

Tabela 11 - Valores da concentração de lactato (Lact) máxima (Max) e do delta (Δ) avaliados no género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM.

Lact (mmol.L ⁻¹)	N	Mínimo	Máximo	Média±DP
Lact.LP85_Max	6	2,30	11,30	6,38±3,54
Lact.LP85_Δ	6	0,60	8,30	4,30±2,70
Lact.BC85_Max	6	2,80	6,60	5,00±1,70
Lact.BC85_Δ	6	1,00	4,60	2,50±1,34
Lact.BC60_Max	6	3,80	9,20	5,30±2,09
Lact.BC60_Δ	6	1,30	4,30	2,57±1,04
Lact.LP60_max	6	5,10	10,30	7,30±2,38
Lact.LP60_Δ	6	2,50	9,30	4,98±2,49

Foi realizada a estimativa do Deficit de Oxigénio Acumulado (DefO_{2ac}) (tabela 12 e 13). O DefO_{2ac} é quantificado pela diferença entre o dispendio energético (DE_{total}) do esforço e o consumo de oxigénio acumulado (VO_{2ac}) durante o esforço. O VO_{2ac} é calculado com base na medição direta do VO₂, em função do tempo de exercício. Contrariamente, o DE_{total} não pode ser medido diretamente sendo necessária a sua estimativa indireta, por extrapolação linear a partir da regressão VO₂-intensidade. A precisão do método depende principalmente da robustez da regressão VO₂-intensidade, bem como da robustez da extrapolação linear do CE e, como tal, depende do rigor do protocolo da prova submáxima. As tabelas 12 e 13 apresentam os valores do DefO_{2ac} em ambos os géneros, nos diferentes exercícios e intensidades.

O DefO_{2ac} representa a contribuição anaeróbia para a produção de energia.

Tabela 12 - Valores médios ($\bar{x} \pm dp$) do défice de oxigénio acumulado (DefO_{2ac}) do género masculino, na realização dos exercícios de bicípites curl (BC) e leg press (LP) a 60% e 85% da 1RM (n=6).

DefO _{2ac} (ml.kg ⁻¹)	Mínimo	Máximo	Média±DP
DefO _{2ac} _LP60	3,20	71,10	31,57±26,24
DefO _{2ac} _LP85	13,54	52,97	31,38±13,72
DefO _{2ac} _BC60	-1,23	41,93	11,88±15,46
DefO _{2ac} _BC85	-1,43	35,00	12,08±13,51

Tabela 13 - Valores médios ($x \pm dp$) do déficit de oxigénio acumulado ($DefO_{2ac}$) do género feminino, na realização dos exercícios de bicipite curl (BC) e leg Press (LP) a 60% e 85% da 1RM ($n=6$).

$DefO_{2ac}$ (ml.kg ⁻¹)	Mínimo	Máximo	Média $\pm$ DP
$DefO_{2ac_LP60}$	-13,22	42,98	21,64 $\pm$ 19,34
$DefO_{2ac_LP85}$	8,38	54,34	34,58 $\pm$ 17,14
$DefO_{2ac_BC60}$	-15,84	6,85	-1,86 $\pm$ 8,17
$DefO_{2ac_BC85}$	-15,76	14,11	4,06 $\pm$ 11,64

Para testar a relação entre os valores de lactatémia medidos e os valores de $DefO_{2ac}$, utilizámos o teste de correlação de *Pearson* (tabela 14).

Podemos verificar a existência de correlação entre os valores de lactato e o $DefO_{2ac}$ no exercício de LP a 60% de intensidade (tabela 14), apresentando o delta de lactato uma correlação elevada para $p < 0,009$ e o valor de lactato máximo uma correlação moderada $p < 0,041$. No entanto, não se verificam correlações estatisticamente significantes nos restantes exercícios e intensidades.

Tabela 14 – Matriz de correlação entre os 2 indicadores de contribuição anaeróbia – lactato e $DefO_{2ac}$ – no exercício de LP a 60% de 1RM ($n=12$).

	Lact.LP60_max	Lact.LP60_delta
DefO2_LP60	0,596*	0,712**
	0,041	0,009

Na tabela 15 apresentam-se os valores de DE_{total} , obtidos através das equações de regressão linear em função da intensidade de 60% e 85%, e os valores de VO_{2ac} medidos diretamente durante a execução dos exercícios através do analisador de gases.

Tabela 15 - Valores de média e desvio-padrão ($x \pm dp$) estimados (DE_{total} ml.kg⁻¹) e medidos de consumo de oxigénio (VO_{2ac} ml.kg⁻¹) em ambos exercícios (LP e BC) nas intensidades de 60 e 85% 1RM de ambos os géneros.

Género	LP60	LP85	BC60	BC85
Masculino				
DE_{total}	77,63 $\pm$ 37,77	47,73 $\pm$ 15,95	40,57 $\pm$ 19,62	25,82 $\pm$ 16,35
VO_{2ac}	46,05 $\pm$ 32,78	16,35 $\pm$ 5,02	28,69 $\pm$ 8,04	13,74 $\pm$ 3,64
Feminino				
DE_{total}	89,75 $\pm$ 36,02	71,18 $\pm$ 33,17	36,05 $\pm$ 16,90	22,73 $\pm$ 13,44
VO_{2ac}	68,11 $\pm$ 39,23	36,59 $\pm$ 18,84	37,91 $\pm$ 12,66	18,66 $\pm$ 5,49

5.4 – Dados da Atividade Eletromiográfica

As tabelas seguintes (tabela 16 e 17) apresentam, os valores (médios) da mediana de frequência correspondentes ao primeiro momento de avaliação EMG de cada intensidade, de cada músculo avaliado nos respectivos exercícios (BC ou LP), por fases de movimento (flexão ou extensão).

Na tabela 16 referente à atividade do membro inferior na execução do exercício de LP, verificamos que o músculo quadricípete na porção do reto femoral na fase 1 (flexão), os valores variaram entre os $82,50 \pm 22,13\text{Hz}$ e os $100,97 \pm 44,52\text{Hz}$; referente ao mesmo músculo mas na fase 2 (extensão), os valores são ligeiramente superiores variando entre os $95,29 \pm 33,50\text{Hz}$ e os $127,35 \pm 51,60\text{Hz}$. Na porção do vasto externo, na fase 1 os valores oscilaram entre $62,85 \pm 22,58\text{Hz}$ e $101,83 \pm 51,30\text{Hz}$, enquanto que na fase 2 alternaram entre $80,37 \pm 19,79\text{Hz}$ e $107,15 \pm 35,20\text{Hz}$. O músculo bicípite femoral, atingiu valores entre os $67,17 \pm 22,12$ e os $98,75 \pm 46,85$ na fase 1 e na fase 2 variou entre $71,89 \pm 18,75\text{Hz}$ e $109,52 \pm 36,31\text{Hz}$.

Tabela 16 - Valores de média e desvio padrão ($x \pm dp$) da mediana de frequência, da atividade do músculo quadricípite e bicípite femoral no exercício de LP, por cada repetição realizada no 1º momento de avaliação, em ambas as fases de movimento (1-flexão e 2-extensão) em cada intensidade (20%, 25%, 30%, 35%, 60 e 85%1RM).

Membro Inferior					
			Reto Femoral	Vasto Lateral	Bicípite Femoral
Momento		Intensidade	Média±DP	Média±DP	Média±DP
Fase 1	1	20%	84,01±42,82	62,85±22,58	75,05±23,68
	2		91,30±57,69	67,26±17,87	78,59±31,44
	3		81,32±28,27	66,57±24,15	67,17±22,12
	1	25%	85,68±25,27	78,72±28,98	82,24±25,09
	2		84,87±24,76	76,48±29,18	72,12±18,61
	3		84,41±23,00	83,96±34,05	90,58±62,33
	1	30%	82,77±24,84	80,30±42,70	83,39±46,58
	2		83,67±22,76	81,63±50,07	86,65±60,61
	3		82,50±22,13	74,09±24,13	86,73±54,79
	1	35%	97,03±29,38	86,06±30,99	98,75±46,85
	2		92,31±24,54	101,83±51,30	98,07±48,78
	3		100,97±44,52	87,43±29,96	91,47±40,35
	1	60%	138,44±69,23	131,63±72,80	101,65±41,48
	2		123,73±45,47	128,95±71,62	105,10±45,35
	3		135,53±51,70	131,76±56,20	119,65±45,79
	1	85%	134,44±36,99	105,45±34,99	91,42±27,52
	2		134,41±44,38	118,99±37,35	132,68±68,47
	3		126,63±37,98	109,54±30,55	112,32±49,66
Fase 2	1	20%	112,64±44,20	80,37±19,79	71,89±18,75
	2		113,68±61,55	86,40±21,90	75,86±13,66
	3		106,63±31,85	86,07±27,11	78,86±19,67
	1	25%	115,91±32,35	97,77±25,35	99,58±42,78
	2		117,60±37,52	104,31±29,49	88,78±28,16
	3		108,30±28,67	93,25±21,05	87,92±24,21
	1	30%	127,35±51,60	101,03±33,64	99,57±40,35
	2		105,75±36,97	95,85±47,30	95,49±60,72
	3		95,29±33,50	83,91±30,66	81,45±38,73
	1	35%	122,42±45,84	107,15±35,20	109,52±36,31
	2		124,21±42,75	104,72±43,42	100,48±37,05
	3		112,73±29,34	97,57±24,58	97,24±23,94
	1	60%	140,45±51,22	122,81±29,97	102,89±44,98
	2		142,43±52,76	120,67±33,34	114,57±53,24
	3		154,92±60,15	127,37±47,32	102,19±57,42
	1	85%	143,21±36,47	128,43±34,01	121,46±45,37
	2		155,66±45,82	125,24±36,14	113,88±40,39
	3		155,06±53,61	132,88±55,44	113,86±41,75

No geral, na atividade muscular das porções do reto femoral e do vasto externo, verificamos uma tendência dos valores da mediana em aumentar ligeira e gradualmente à medida que aumenta a intensidade, sendo mais notória a diferença entre as fases do movimento, visto que os valores são claramente maiores na fase de extensão (2) do que na fase de flexão (1). Comparando por repetição dentro de cada intensidade, no geral, observamos um aumento inicial da primeira para a segunda repetição, mas na terceira repetição volta a diminuir. Esta diminuição parece ser mais notória na fase 2 (extensão).

Apesar de se verificarem as mesmas diferenças no músculo bicípite femoral, o aumento progressivo dos valores não é tão notório entre intensidades, a diferença entre as fases não parece tão evidente e os valores de mediana são ligeiramente mais baixos, do que nas porções do quadricípite.

Comparativamente ao segundo e terceiro momento de avaliação, os valores de mediana de frequência obtidos, apesar de serem mais elevados, seguem a mesma dinâmica apresentada nos quadros referentes ao 1º momento, ou seja, os valores aumentam progressivamente entre intensidades, sendo mais elevados na extensão (fase 2) do que na flexão (fase 1). No que refere às repetições, os valores da terceira repetição são quase sempre mais reduzidos que os da primeira e segunda repetição.

As figuras seguintes (figura 14 a 33), retratam o comportamento da mediana de frequência em cada músculo, ao longo da realização do exercício (incluí todos os momentos de avaliação retratados nos números de repetições – 3 repetições por cada momento) nas diferentes fases de movimento. Através das mesmas, podemos analisar o padrão de ativação do mesmo músculo no decorrer do exercício, nas diferentes intensidades. Os gráficos das intensidades de 60 e 85%1RM são apresentados aparte, visto que, como está referido na metodologia, nestas intensidades os sujeitos realizaram o número máximo de repetições e não cinco minutos como nas intensidades inferiores.

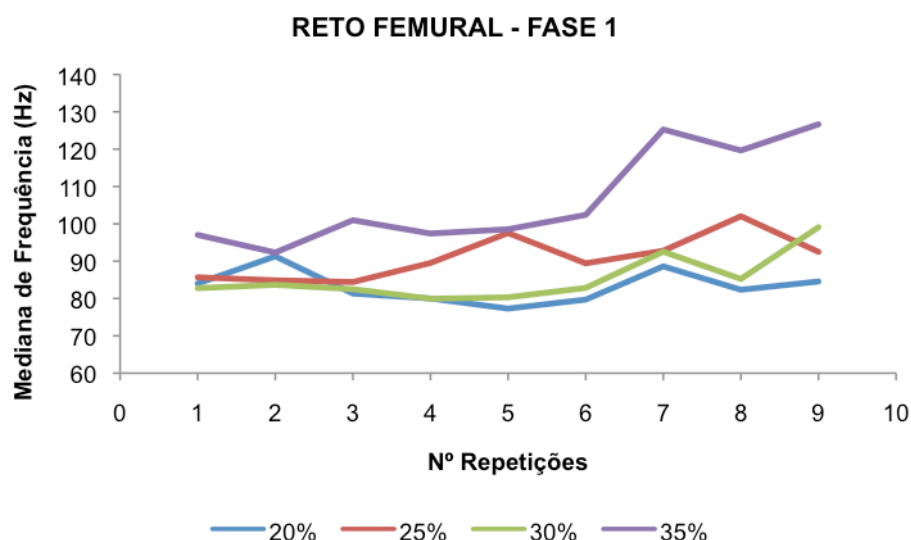


Figura 17 – Comportamento do músculo quadríceps na porção reto femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).

Como podemos observar na figura 14, a atividade da porção reto femoral nas intensidades de 20 e 30%1RM, foi muito similar em toda a dimensão com exceção do último momento, em que os valores da mediana são claramente superiores nos 30%1RM. A linha encarnada, representativa da intensidade 25%1RM, é inicialmente semelhante aos valores da intensidade de 20% e 30%, mas destaca-se de ambas a partir da 3 repetição (início do 2º momento de avaliação), voltando a aproximar-se da linha dos 30% no último momento. Nos 35% de intensidade, a linha destaca-se de todas as outras, com exceção de 2 picos que coincidem com um valor das intensidades mencionadas anteriormente.

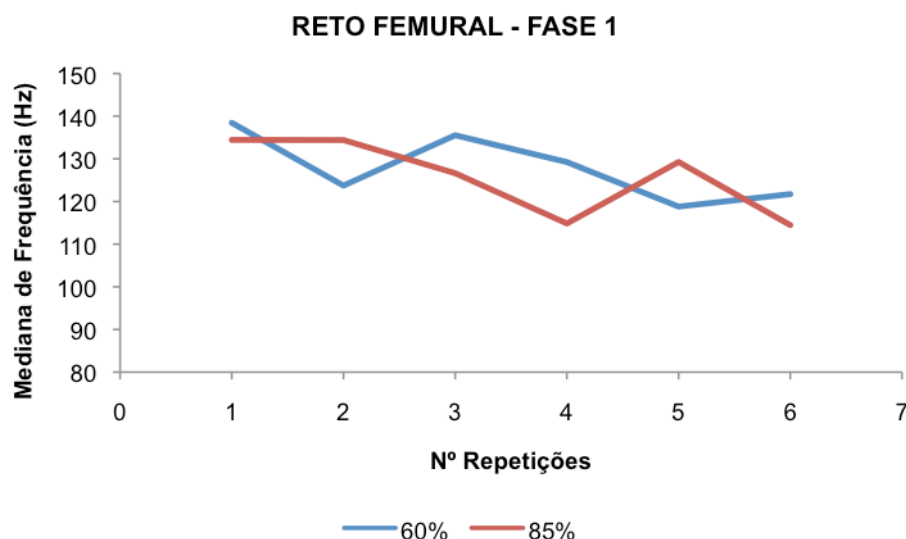


Figura 18 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).

Nas intensidades de 60 e 85%1RM (figura 15), as diferenças entre ambas não parecem significativas e inclusive, as retas que as representam, cruzam-se várias vezes.

Na fase de extensão do movimento (figura 16), os valores da mediana de frequência são claramente superiores aos da fase de flexão (figura 14), em todas as intensidades. Com a exceção da linha verde (30%1RM), todas aumentam à medida que a intensidade aumenta, enquanto que a linha verde apresenta várias oscilações entre a linha que representa os 20%1RM e a linha dos 25%1RM.

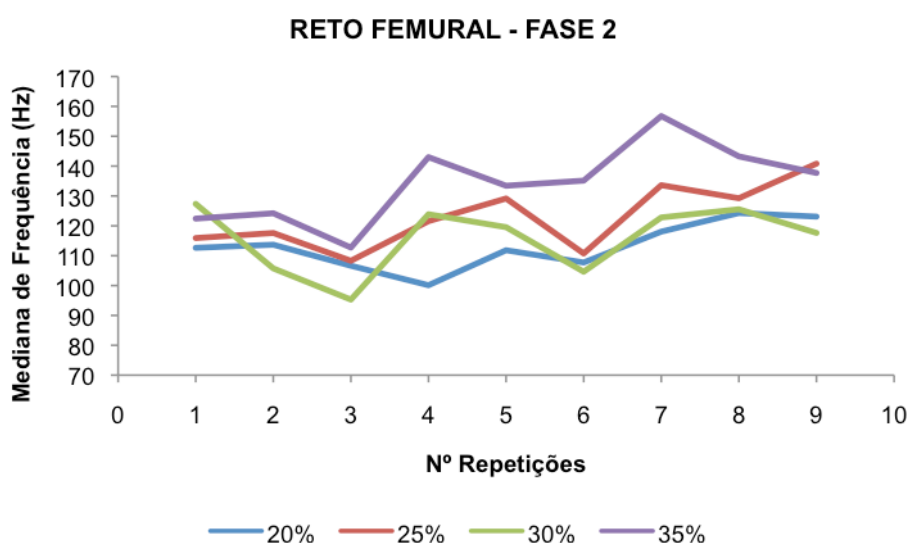


Figura 19 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).

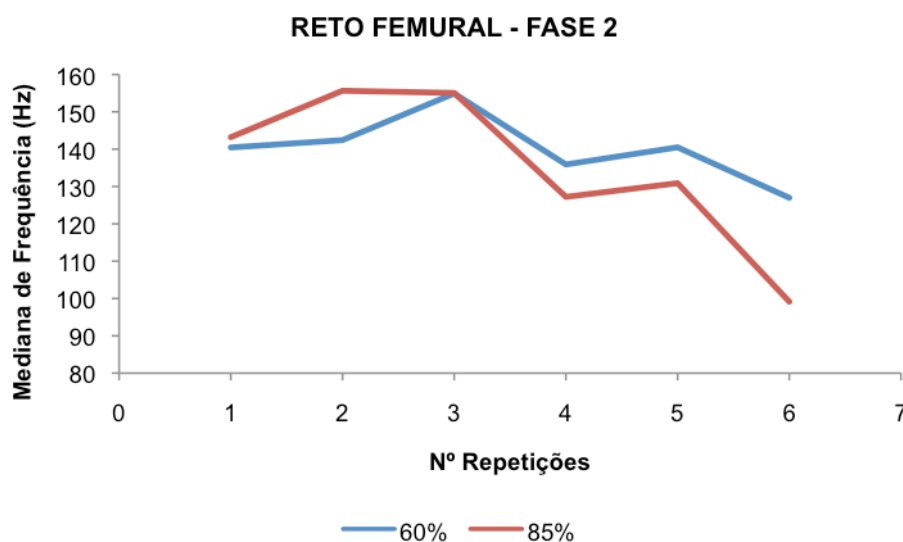


Figura 20 - Comportamento do músculo quadricípete na porção reto femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (extensão).

Comparativamente à fase 1, na intensidade de 60 e 85%1RM inicialmente, os valores são claramente superiores e a sua diminuição é bastante mais acentuada atingindo também valores inferiores aos da primeira fase, principalmente na intensidade de 85%1RM. Esta diminuição acentuada de valores, demonstra a existência de fadiga.

Tal como aconteceu com a porção anterior, também o vasto externo atingiu valores superiores na fase (2) de extensão do movimento, do que na fase de flexão. Podemos verificar que a figura 18 e 20, apresentam um padrão bastante semelhante mas com os valores de frequência alterados. Em ambas, as linhas representativas das intensidades de 20 a 30% encontram-se próximas, sendo que a única que se destaca é a que representa os 35%1RM.

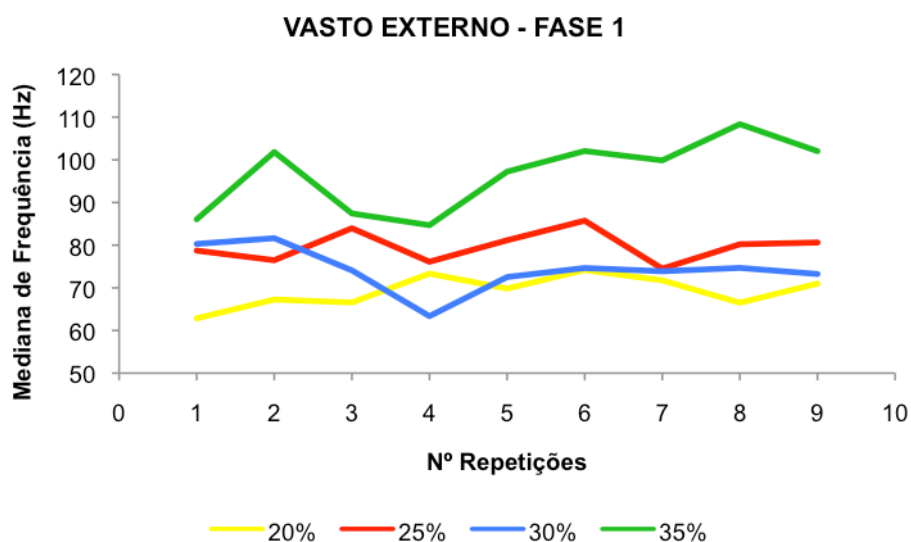


Figura 21 - Comportamento do músculo quadrícepete na porção vasto externo, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).

Na figura 19, onde estão representadas as intensidades mais elevadas, verificamos que os valores correspondentes à intensidade de 60%1RM, são superiores aos de 85%1RM sendo mais notória inicialmente e visto que ambas as curvas diminuem acabam por terminar muito próximas uma da outra, demonstrando também aqui a existência da fadiga.

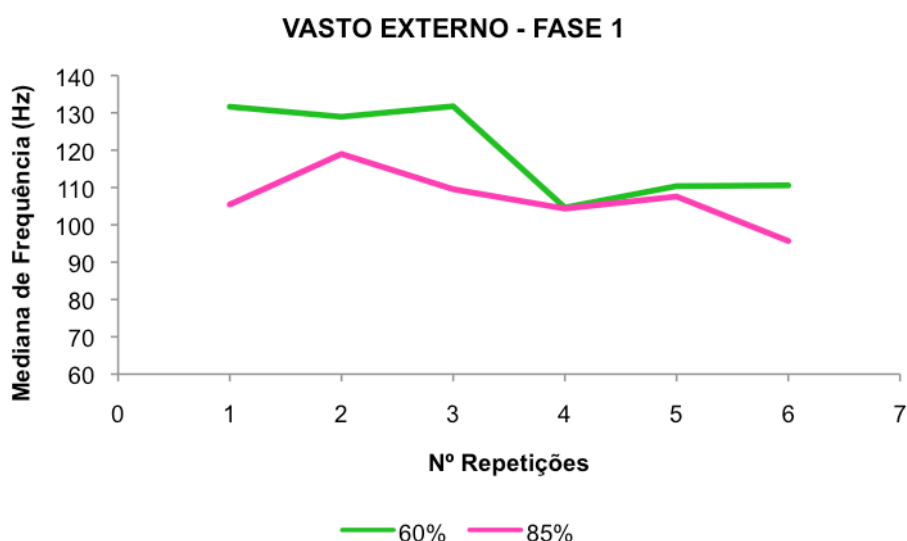


Figura 22 - Comportamento do músculo quadrícepete na porção vasto externo durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).

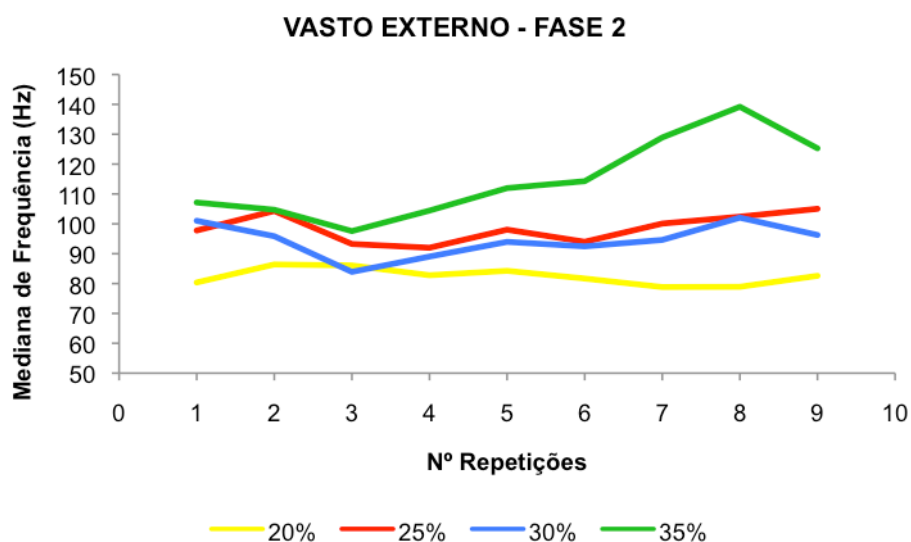


Figura 23 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).

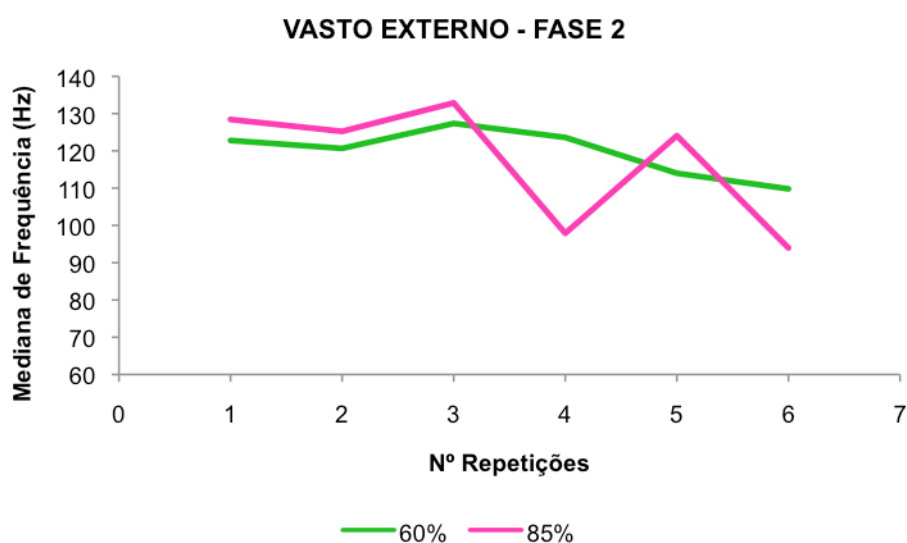


Figura 24 - Comportamento do músculo quadricípete na porção vasto externo durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (extensão).

Ao contrário do que se verificou na fase 1 (fig.19), verificamos que na fase de extensão (fase 2) os valores de 85%1RM são ligeiramente superiores aos de 60%1RM, mas nas ultimas repetições atinge valores inferiores, demonstrando a diferença da magnitude da fadiga entre ambas intensidades.

As figuras 22 a 25, representam a atividade do músculo bicípito femoral. Comparativamente ao músculo reto femoral, verificamos que os valores da

mediana de frequência, não são tão distintos em termos de grandeza entre fases, mas parece haver uma ligeira prevalência na fase 2. Na fase de flexão (figura 22), na intensidade de 20, 25 e 30%1RM, os valores são bastantes próximos e as linhas que os representam, encontram-se bastantes próximas do início ao fim do exercício. A linha correspondente aos 35% de intensidade é a que mais se destaca com os valores mais elevados.

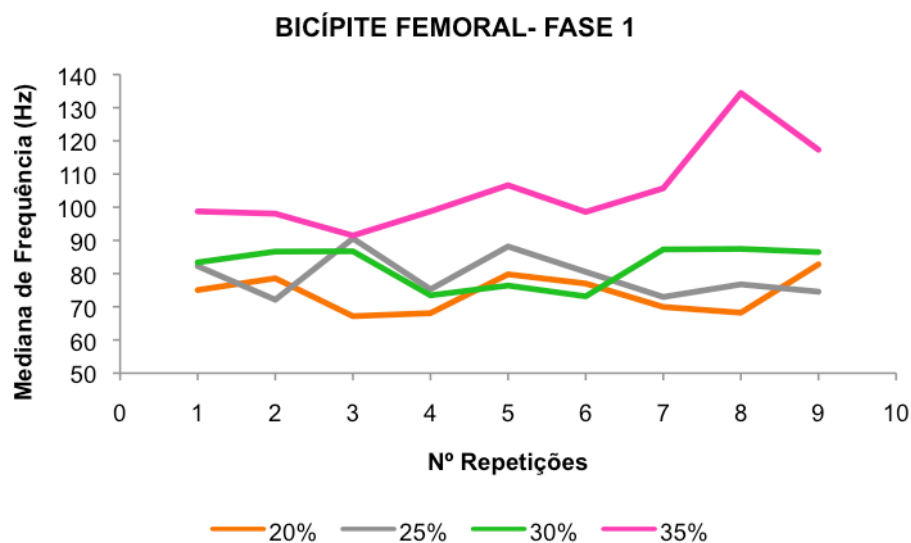


Figura 25 - Comportamento do músculo bicípite femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (flexão).

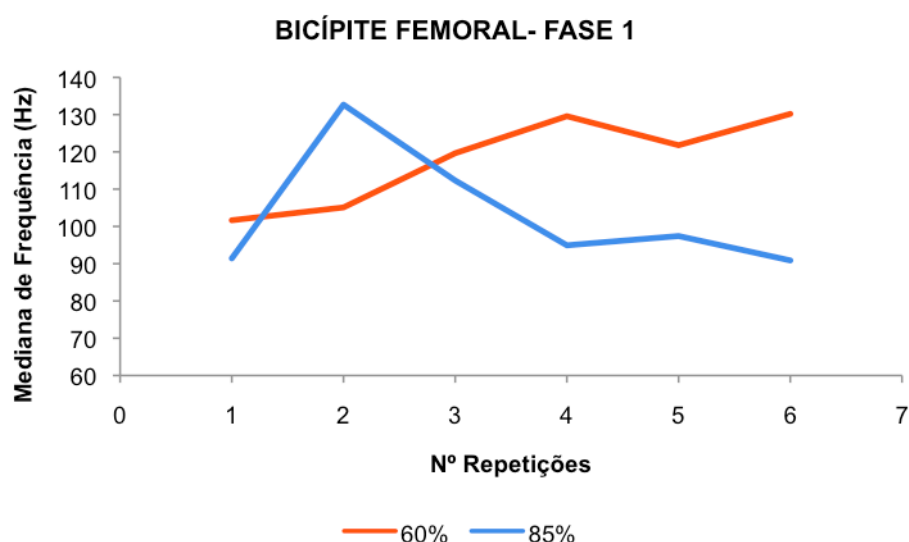


Figura 26 - Comportamento do músculo quadríceps na porção bicípite femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 1 (flexão).

Ao contrário do que se verificou nos gráficos das intensidades mais elevadas correspondentes ao reto femoral, o bicípите femoral (fig. 23) a 60%1RM na fase de flexão do movimento aumenta ao longo da execução do exercício, enquanto que na intensidade de 85%1RM, diminui significativamente após a segunda repetição demonstrando o aparecimento de fadiga.

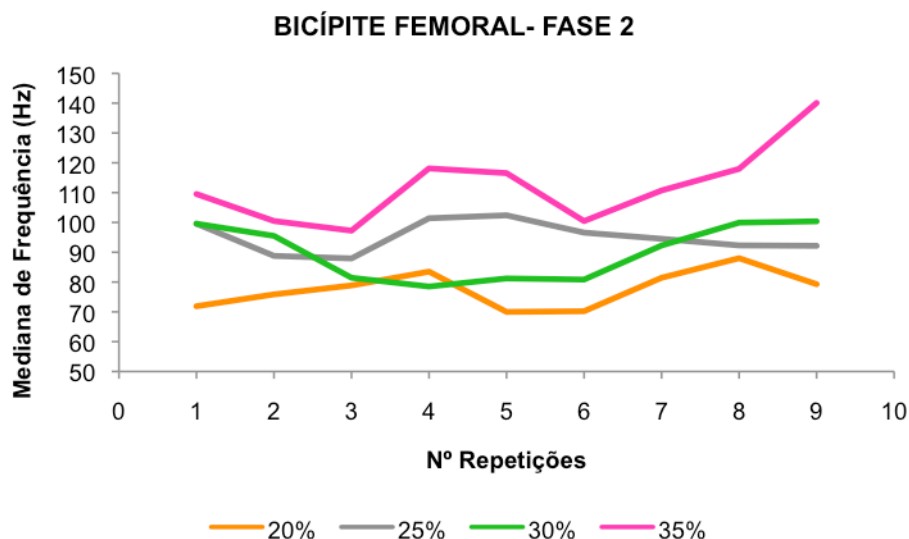


Figura 27 - Comportamento do músculo bicípите femoral, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (extensão).

Na fase de extensão (figura 24), os valores da mediana são ligeiramente superiores em todas as intensidades, mas variam predominantemente entre os mesmos valores, comparativamente à fase de flexão. Verificamos também que a linha que representa a intensidade mais alta (35%1RM), já não se destaca tanto das outras, como tinha acontecido até aqui, e enquanto na fase de flexão os valores diminuem no último momento, na fase de extensão aumentam.

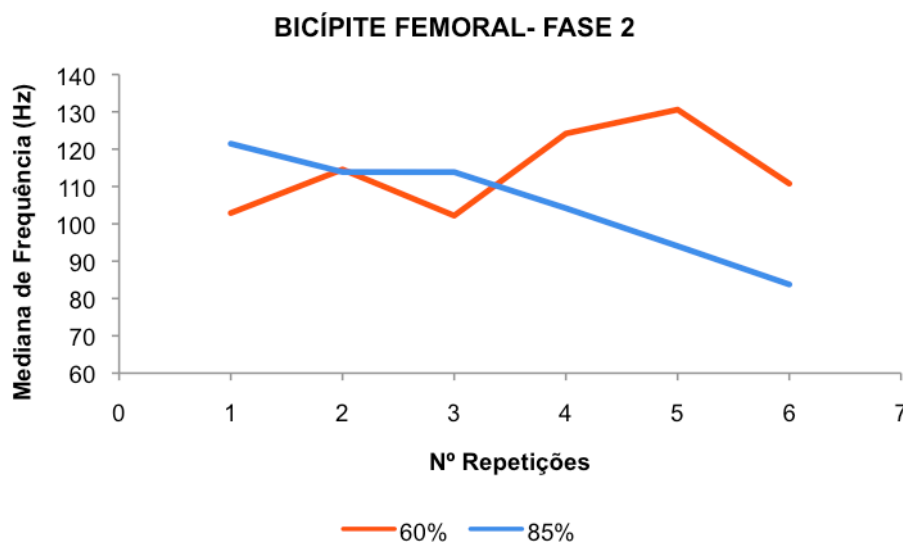


Figura 28 - Comportamento do músculo bicípite femoral durante a realização do exercício, nas intensidades de 60 e 85%RM na fase 2 (extensão).

Quanto às intensidades mais elevadas, verificamos que na intensidade de 60% os valores vão aumentando até à 5ª repetição, atingindo valores superiores aos de 85%1RM. Contrariamente, a linha representativa dos 85%1RM apresenta uma inclinação negativa, comprovando a existência de fadiga.

Em suma, o padrão de ativação do músculo quadricípete e reto femoral, variaram maioritariamente sobre os mesmos valores alterando de grandeza consoante a fase de movimento em questão, sendo a fase 2 (fase de extensão do movimento) a que apresenta os valores mais elevados. Entre os três músculos avaliados, a porção reto femoral é o que apresenta os valores mais elevados.

No exercício BC, foram avaliados os músculos bicípite e tricípite braquial. Verificamos na tabela 17, os valores referentes à fase 1 do músculo bicípite braquial, que oscilaram entre os $60,23 \pm 16,05\text{Hz}$ e os $75,67 \pm 27,60\text{Hz}$, e na fase 2, entre $58,15 \pm 19,85\text{Hz}$ e $80,44 \pm 17,99\text{Hz}$. No músculo tricípite braquial variaram entre $53,46 \pm 13,52\text{Hz}$ e os $66,08 \pm 22,06\text{Hz}$ na fase 1, e $48,56 \pm 13,26\text{Hz}$ e $59,48 \pm 12,88\text{Hz}$ na fase 2.

Ao contrário do que aconteceu com os membros inferiores no exercício de LP, neste, a progressão dos valores da mediana de frequência não parecem ser tão evidentes entre fases e intensidades, mas a fase 1 parece ser a predominante. Comparando os músculos intervenientes no exercício de BC, o trícipite e o bicípите braquial, os valores parecem ser ligeiramente superiores no bicípите.

As figuras seguintes (figura 26 a 33), retratam o comportamento da mediana de frequência, referente ao exercício de BC, nas diferentes fases de movimento, em todos os momentos de avaliação, em cada intensidade e grupo muscular.

Tabela 17 - Valores de média e desvio padrão ($x \pm dp$) da mediana de frequência, da atividade do músculo *bicípite* e *trícipite braquial* no exercício de *bicípite curl*, por cada repetição realizada no 1º momento de avaliação, em ambas as fases de movimento (1-extensão e 2-flexão) em cada intensidade (20%, 25% 30%, 35%, 60% e 85%1RM).

Membro Superior				
			Bicípite Braquial	Trícipite Braquial
	Momento	Intensidade	Média ($\pm DP$)	Média ($\pm DP$)
Fase 1	1	20%	67,90 $\pm$ 32,12	63,32 $\pm$ 29,72
	2		69,44 $\pm$ 38,55	62,43 $\pm$ 25,68
	3		61,09 $\pm$ 22,32	64,84 $\pm$ 23,43
	1	25%	75,18 $\pm$ 24,56	66,08 $\pm$ 22,06
	2		71,95 $\pm$ 21,10	60,69 $\pm$ 17,01
	3		73,64 $\pm$ 23,86	60,17 $\pm$ 12,97
	1	30%	60,23 $\pm$ 16,05	57,28 $\pm$ 20,71
	2		62,91 $\pm$ 15,85	56,47 $\pm$ 16,00
	3		61,97 $\pm$ 19,49	53,46 $\pm$ 13,52
	1	35%	75,67 $\pm$ 27,60	65,37 $\pm$ 13,91
	2		69,01 $\pm$ 15,91	61,78 $\pm$ 15,75
	3		68,06 $\pm$ 12,12	62,95 $\pm$ 13,82
	1	60%	98,91 $\pm$ 35,83	88,25 $\pm$ 30,00
	2		92,48 $\pm$ 30,02	88,91 $\pm$ 39,65
	3		86,59 $\pm$ 23,41	92,52 $\pm$ 41,03
	1	85%	75,53 $\pm$ 24,84	88,89 $\pm$ 36,59
	2		78,21 $\pm$ 19,66	78,64 $\pm$ 19,89
	3		78,16 $\pm$ 20,86	78,15 $\pm$ 19,39
Fase 2	1	20%	62,68 $\pm$ 29,68	53,09 $\pm$ 13,62
	2		63,35 $\pm$ 27,21	48,56 $\pm$ 13,27
	3		67,38 $\pm$ 30,62	54,19 $\pm$ 16,10
	1	25%	64,29 $\pm$ 19,03	58,76 $\pm$ 14,81
	2		66,30 $\pm$ 27,45	54,74 $\pm$ 8,59
	3		62,90 $\pm$ 23,35	57,29 $\pm$ 12,26
	1	30%	58,15 $\pm$ 19,85	49,32 $\pm$ 11,78
	2		63,18 $\pm$ 14,77	52,97 $\pm$ 14,35
	3		62,50 $\pm$ 16,64	51,31 $\pm$ 16,90
	1	35%	80,44 $\pm$ 17,99	59,48 $\pm$ 12,88
	2		72,16 $\pm$ 23,37	55,64 $\pm$ 12,56
	3		74,31 $\pm$ 21,48	54,89 $\pm$ 12,05
	1	60%	111,72 $\pm$ 58,79	91,88 $\pm$ 47,80
	2		108,09 $\pm$ 52,38	101,52 $\pm$ 57,55
	3		97,33 $\pm$ 36,29	98,12 $\pm$ 42,61
	1	85%	86,33 $\pm$ 47,19	68,86 $\pm$ 23,73
	2		87,39 $\pm$ 45,68	69,27 $\pm$ 24,12
	3		80,11 $\pm$ 43,62	66,58 $\pm$ 25,33

Na figura 26, está exposta a atividade muscular do bÍcÍpite na fase de extensão. Verificamos que os valores, mesmo correspondendo a diferentes intensidades, não são diferenciados visto que as linhas se entrelaçam várias vezes do início ao fim do exercício. A partir da 7ª repetição (último momento de avaliação) é que as linhas se destacam e verificamos que os valores são mais elevados na intensidade de 25%1RM do que em 30%1RM.

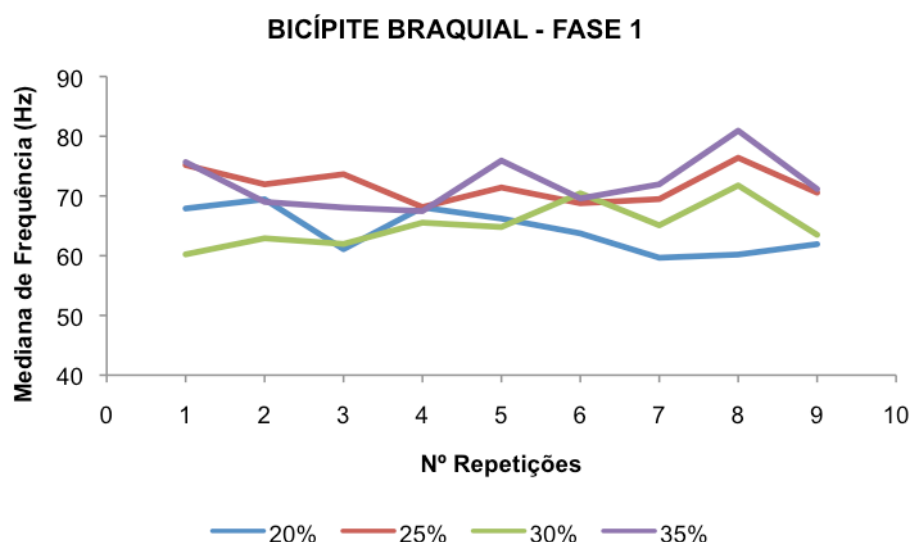


Figura 29 - Comportamento do músculo bÍcÍpite braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).

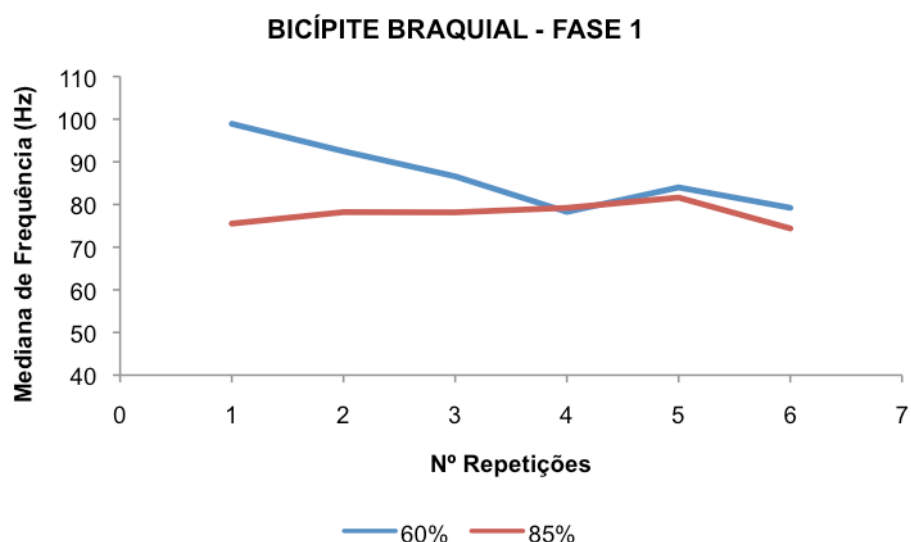


Figura 30 – Comportamento do músculo bÍcÍpite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).

Na figura 27, podemos verificar que a linha dos 85%1RM, ao contrário do que se verificou até aqui, é quase uma constante paralela ao eixo do número de repetições, mostrando uma depressão ligeira da 5ª repetição para a última. Quanto à linha dos 60%1RM, verificamos a inclinação negativa da mesma, evidenciando a existência de fadiga.

Na fase de flexão do movimento podemos verificar, através da figura 28, que as 3 intensidades mais baixas permanecem idênticas à fase anterior, cruzando-se várias vezes até se destacarem apenas no último momento de avaliação. A única linha que se mantém afastada, demonstra os valores mais elevados e refere-se à intensidade de 35%1RM.

Comparando ambas fases, os valores que se referem às intensidades de 20 e 30%1RM parecem ser muito semelhantes, mas na intensidade de 25% verificamos uma ligeira diminuição na fase de flexão. Na intensidade de 35%1RM, parece haver um ténue aumento dos valores da fase de extensão para a fase de flexão, de qualquer forma, no final do último momento de avaliação a maioria das linhas demonstra uma diminuição dos valores.

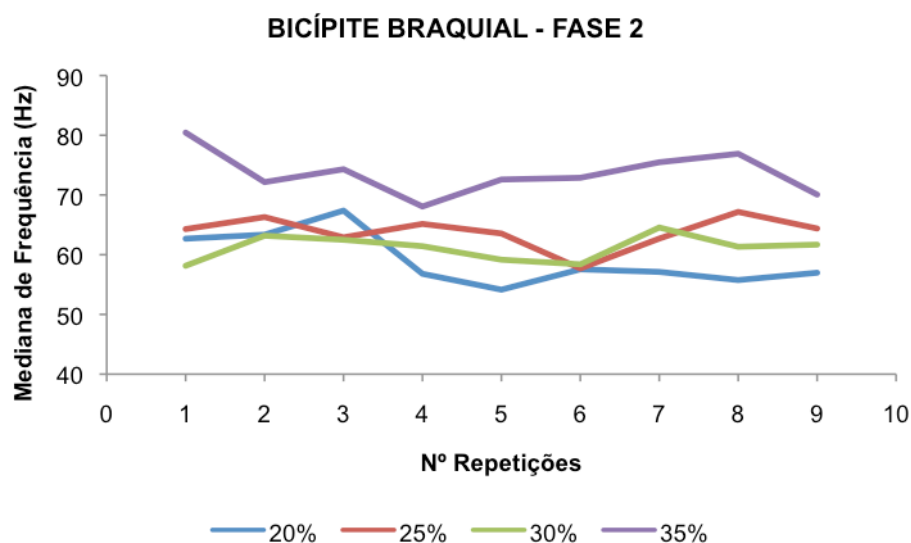


Figura 31 - Comportamento do músculo bicípite braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão).

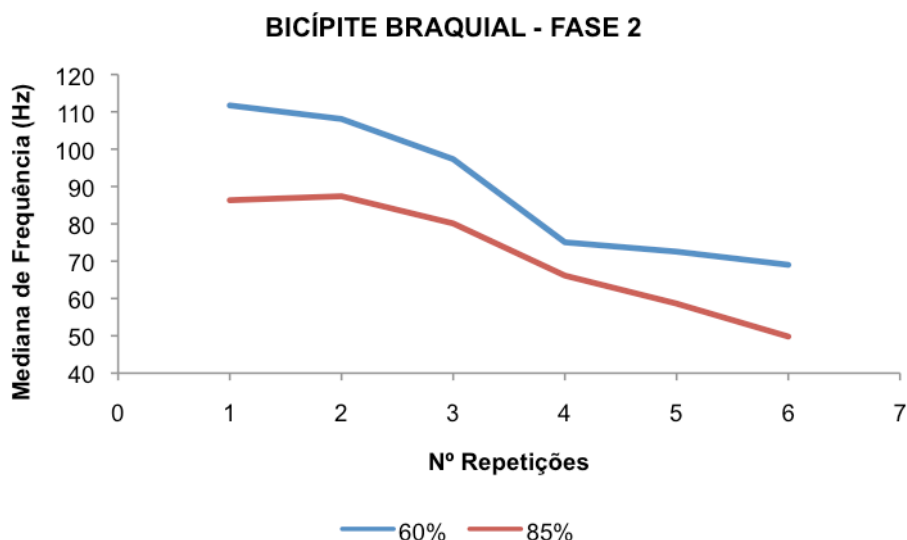


Figura 32 - Comportamento do músculo bicípite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão).

Na fase de flexão do movimento, verificamos que as intensidades de 60% e 85%1RM tem um comportamento gráfico muito diferente do que foi verificado na fase 1. Verificamos que ambas são retas de inclinação negativa bastante acentuadas, quando comparadas com a outra fase, e os valores da reta dos 60%1RM são superiores à reta dos 85%1RM.

Comparativamente à atividade do músculo tricípite braquial, verificamos que os valores da mediana que lhe correspondem, são mais baixos em todas as intensidades, sendo mais notável na fase 2 (flexão) na figura 32.

Na figura 30, verificámos que de forma semelhante à figura 26, parecem não existir diferenças consideráveis entre os valores de mediana, visto que as linhas das diversas intensidades se cruzam várias vezes ao longo da realização do exercício. As linhas referentes às intensidades de 20, 25 e 35%1RM iniciam praticamente no mesmo ponto, sendo a que está mais abaixo é a de 20%1RM, e vão diminuindo até à última repetição. A linha que representa os 30% é a mais linear e a que inicia nos valores mais baixos, variando aproximadamente entre os 54Hz e os 56Hz, sofrendo um ligeiro aumento na 7ª repetição, para voltar a diminuir ao lado da linha dos 25% e cruzando-se com a de 35%1RM. Entre a 4ª e a 7ª repetição, a linha dos

35%1RM destaca-se das restantes, mas no último momento de avaliação volta a ter valores próximos das restantes intensidades.

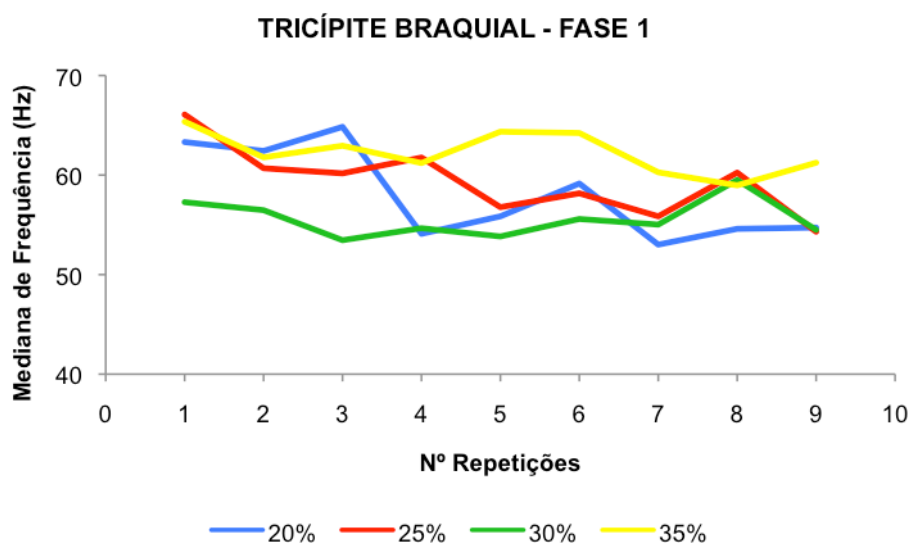


Figura 33 - Comportamento do músculo tricípите braquial, nas intensidades 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).

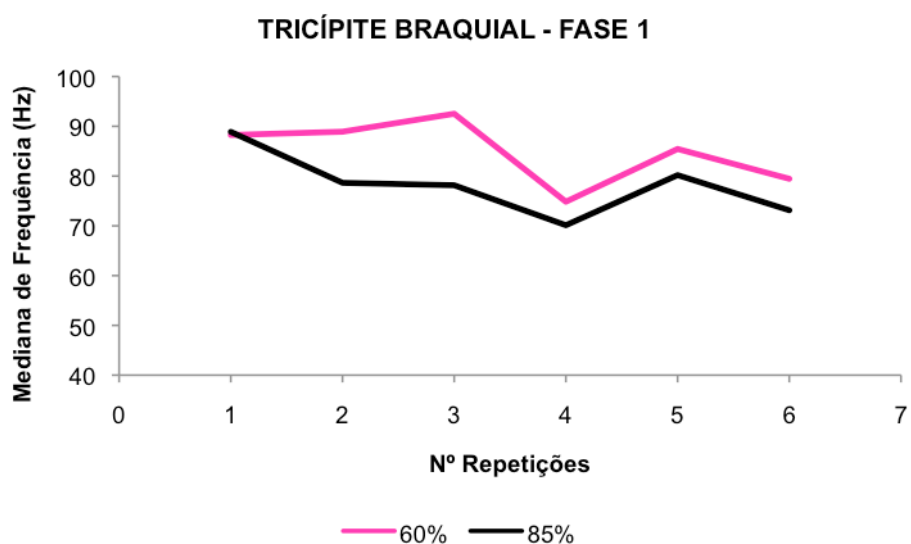


Figura 34 - Comportamento do músculo tricípите braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 1 do movimento (extensão).

Na figura 31, os valores correspondentes à linha dos 60%1RM são ligeiramente superiores aos valores verificados nos 85%1RM e ambas as linhas oscilam entre aproximadamente os 93Hz e os 70Hz, terminando próximos dos 80Hz.

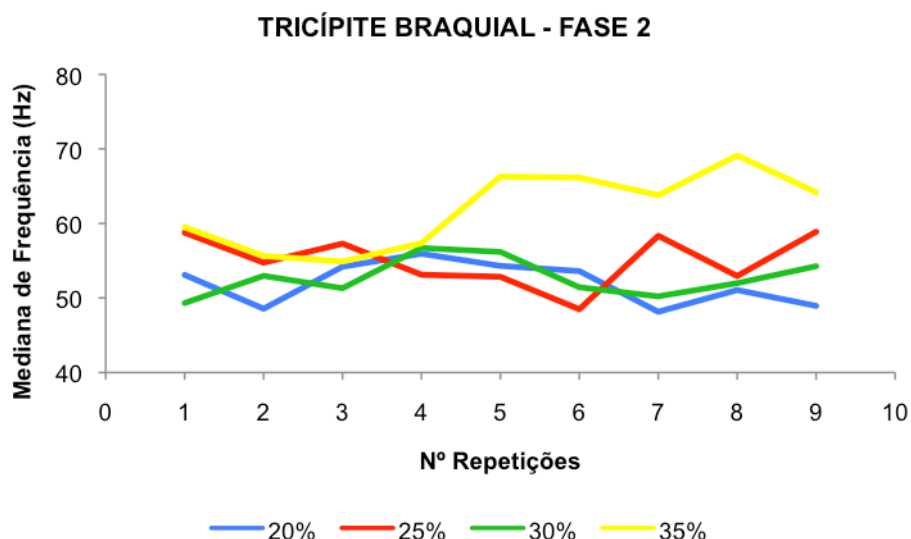


Figura 35 - Comportamento do músculo tricípite braquial nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão).

Na figura 32, verificamos que as linhas que correspondem à intensidade de 20 e 30%1RM, estão sempre muito próximas e entrelaçadas do início ao fim do exercício. A linha correspondente aos 25% também anda próxima destas, mas com picos de valores que a afastam. Na intensidade de 35% até à 4ª repetição, verificamos que os valores são muito semelhantes ao da linha encarnada (25%1RM), mas a partir daqui destaca-se até à última repetição com valores de mediana mais elevados.

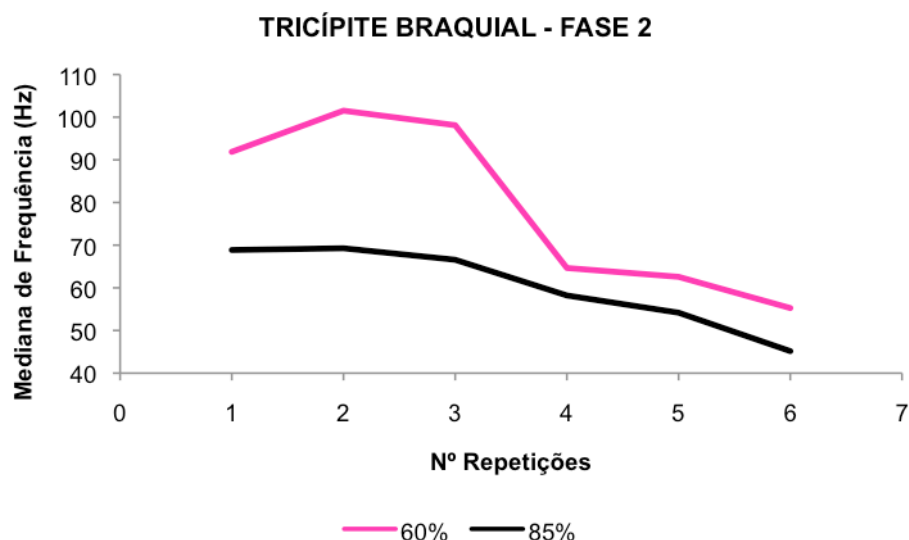


Figura 36 - Comportamento do músculo trícipite braquial nas intensidades de 60 e 85%RM, em todos os momentos de avaliação na fase 2 do movimento (flexão).

Bastante diferente da figura 31, as linhas representativas dos 60 e 85%1RM da fase de flexão, apresentam uma inclinação negativa sendo a que corresponde aos 60%1RM um pouco mais acentuada. Os valores de mediana dos 60%1RM são também superiores aos dos 85%1RM como foi verificado na fase de extensão (fig.31).

Comparando os valores de frequência, entre o músculo bicípite e trícipite braquial, parece haver uma ligeira prevalência dos valores correspondentes ao bicípite, sendo mais evidente na fase de flexão (fase 2). A contrariar esta tendência, apesar das diferenças entre fases não serem perfeitamente evidentes, verifica-se que o trícipite braquial apresenta uma ligeira superioridade nos valores de mediana correspondentes à fase do movimento de extensão (fase 1).

No geral, os valores correspondentes à intensidade de 20 e 30%1RM criaram linhas muito semelhantes tornando-as graficamente muito próximas. A linha correspondente aos 25%1RM, apresenta no geral mais oscilações e em alguns músculos, aproxima-se da linha dos 35%1RM nos primeiros momentos de avaliação. Os valores que correspondem à intensidade de 35%1RM, destacam-se na maioria dos gráficos com os valores mais elevados.

As tabelas seguintes relacionam, através da correlação de *Pearson*, os valores médios da mediana de frequência, com intensidade do exercício (de 20

a 85%1RM), VO₂ medido, PSE, FC média e os valores de lactato medidos nas intensidades de 60 e 85%1RM.

Tabela 18 - Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca e consumo de oxigénio nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%1RM no exercício de leg press.

		Reto Femoral F1	Reto Femoral F2	Vasto Externo F1	Vasto Externo F2	Bicípíte Femoral F1	Bicípíte Femoral F2
Intensidade	Correlação	0,334*	0,050	0,218	0,326*	0,229	0,319*
	Sig.	0,020	0,738	0,136	0,024	0,117	0,027
	N	48	48	48	48	48	48
PSE_LP	Correlação	0,387**	0,222	0,345*	0,358*	0,430**	0,354*
	Sig.	0,007	0,129	0,016	0,012	0,002	0,013
	N	48	48	48	48	48	48
VO ₂ _LP	Correlação	0,313*	0,064	0,150	0,353*	0,131	0,310*
	Sig.	0,030	0,667	0,307	0,014	0,373	0,032
	N	48	48	48	48	48	48
FC_LP	Correlação	-0,003	-0,107	-0,143	-0,029	-0,086	-0,105
	Sig.	0,984	0,483	0,350	0,850	0,573	0,494
	N	45	45	45	45	45	45

Tabela 19 – Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, lactato, percepção subjetiva de esforço, consumo de oxigénio e frequência cardíaca para a intensidade de exercício de 60 e 85%1RM no exercício de leg press.

		Reto Femoral F1	Reto Femoral F2	Vasto Externo F1	Vasto Externo F2	Bicípíte Femoral F1	Bicípíte Femoral F2
Intensidade	Correlação	-0,029	-0,242	-0,108	-0,065	-0,278	-0,318
	Sig.	0,895	0,255	0,615	0,762	0,189	0,129
	N	24	24	24	24	24	24
Lact.LP_Delta	Correlação	-0,217	-0,342	-0,227	-0,213	-0,143	-0,222
	Sig.	0,320	0,110	0,297	0,328	0,515	0,309
	N	23	23	23	23	23	23
PSE_Final_LP	Correlação	-0,299	-0,472*	-0,368	-0,250	-0,588**	-0,566**
	Sig.	0,156	0,020	0,077	0,238	0,003	0,004
	N	24	24	24	24	24	24
VO ₂ ac_LP	Correlação	-0,249	-0,187	-0,253	-0,259	0,099	0,191
	Sig.	0,241	0,382	0,234	0,221	0,647	0,371
	N	24	24	24	24	24	24
FC _{média} _LP	Correlação	-0,221	-0,135	-0,294	-0,476*	-0,212	-0,149
	Sig.	0,363	0,580	0,222	0,039	0,383	0,542
	N	19	19	19	19	19	19

Como podemos verificar na tabela 18, com exceção da FC, existe correlação entre os valores de EMG, intensidade, PSE e VO_2 , no exercício de LP nas intensidades mais baixas (20 a 35%1RM), mas o mesmo não acontece para as intensidades mais elevadas de 60 e 85%1RM (tabela 19), cuja única correlação existente com os valores de EMG são com os valores de PSE e FC.

É de notar também que na tabela 18, as correlações referidas com os valores de EMG variam em função da fase, ou seja, na porção do reto femoral só existe correlação com os valores que caracterizam a fase 1, tanto na intensidade, como na PSE e VO_2 . Na porção do vasto externo e do bicípite femoral, acontece o mesmo, com exceção da PSE que apresenta correlações em ambas fases.

Tabela 20 - Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, percepção subjetiva de esforço, consumo de oxigénio e frequência cardíaca nas intensidades de 20, 25, 30 e 35%1RM no exercício de bicípite curl.

		Bicípite F1	Bicípite F2	Tricípite F1	Tricípite F2
PSE_BC	Correlação	0,375 ^{**}	0,335 [*]	0,410 ^{**}	0,446 ^{**}
	Sig.	0,009	0,020	0,004	0,001
	N	48	48	48	48
VO ₂ _BC	Correlação	0,104	0,329 [*]	0,280	0,258
	Sig.	0,482	0,023	0,054	0,076
	N	48	48	48	48
Intensidade	Correlação	0,122	0,262	0,148	0,250
	Sig.	0,410	0,073	0,315	0,086
	N	48	48	48	48
FC_BC	Correlação	0,180	0,173	-0,028	0,371 [*]
	Sig.	0,237	0,254	0,856	0,012
	N	45	45	45	45

Tabela 21 - Tabela de correlação entre mediana de frequência, intensidade, lactato, percepção subjetiva de esforço, frequência cardíaca e consumo de oxigênio nas intensidades de 60 e 85%1RM no exercício de bicípites curl.

		Bicípites F1	Bicípites F2	Tricípites F1	Tricípites F2
Lact.BCMax	Correlação	0,239	0,202	0,148	0,127
	Sig.	0,272	0,356	0,501	0,565
	N	23	23	23	23
Lact.BCdelta	Correlação	0,102	-0,133	-0,212	-0,009
	Sig.	0,643	0,544	0,332	0,968
	N	23	23	23	23
Intensidade	Correlação	-0,130	-0,365	-0,146	-0,369
	Sig.	0,546	0,079	0,496	0,076
	N	24	24	24	24
PSE_Final_BC	Correlação	-0,096	-0,172	-0,093	-0,394
	Sig.	0,655	0,423	0,667	0,057
	N	24	24	24	24
VO ₂ ac_BC	Correlação	0,086	0,136	0,111	0,114
	Sig.	0,688	0,527	0,606	0,594
	N	24	24	24	24
FC _{média} _BC	Correlação	0,180	0,039	0,165	-0,051
	Sig.	0,411	0,858	0,451	0,819
	N	23	23	23	23

No exercício de BC, ao contrário do que aconteceu no exercício anterior nas intensidades mais baixas (tabela 20), só se verificaram correlações com os valores de PSE. Houve também correlação com os valores de VO₂ na segunda fase do movimento do bicípites e com a FC na segunda fase do movimento do tricípites. Não se verificaram correlações para além das mencionadas, mesmo para as intensidades de 60 e 85%1RM (tabela 21).

Capítulo VI

6 – Discussão de Resultados

Neste capítulo, pretendemos analisar, comparar e confrontar os resultados obtidos com os referenciados na literatura, retirando inferências relativamente aos objetivos propostos neste estudo. Como tal, a discussão e interpretação dos resultados, seguirão a mesma ordem pelo qual foram apresentados os objetivos do estudo, no capítulo I:

- Quantificar a precisão da estimativa do DE nos 60 e 85% da 1RM, dos 2 exercícios acima indicados;
- Quantificar a máxima lactatémia pós-esforço nos 2 exercícios, nas 2 intensidades de 60% e 85% da 1RM e avaliar a sua relação com a fracção anaeróbia do DE determinada pelo MAOD.
- Analisar a fadiga muscular através da análise espectral e determinar a existência ou não de correlação com variação da carga, PSE, FC, VO_2 e lactato.
- Comparar os valores de DE e de fadiga referentes às diferentes intensidades de execução do exercício, entre o género masculino e o género feminino.

6.1 – Quantificar a precisão da estimativa do Dispendio Energético nos 60 e 85% da 1 Repetição Máxima, dos exercícios de Leg Press e Bicípites Curl

Após a realização dos gráficos de regressão linear relacionando o VO_2 e carga, as equações de regressão resultantes, para o exercício de LP no género feminino foram:

$$Y = 0,369X + 8,046, \quad R^2 = 0,990$$

Para o género masculino:

$$Y = 0,534X + 2,724, \quad R^2 = 0,967$$

Para o exercício de BC no género feminino:

$$Y = 0,135X + 5,566, \quad R^2 = 0,879$$

E para o género masculino:

$$Y = 0,248X + 3,192, \quad R^2 = 0,996,$$

Em que o X corresponde à carga em quilogramas.

Apesar de não retratar intensidades supra máximas, como está reproduzido noutros estudos (Buck e McNaughton, 1999; Aisbett e Rossignol, 2003; Gardner *et al.* 2003; Reis e Carneiro, 2005), observámos que se verifica uma tendência para sobrestimar o valor predito. Isto é, os resultados do presente estudo indicam que este método, apesar de ter sido aferido numa amostra pequena não representativa da população, tem tendência para sobrestimar o DE através da extrapolação linear e parece ser menos preciso em grandes grupos musculares.

Contudo, esta variabilidade também pode ser justificada pela interferência de alguns fatores eventualmente não detetados, como a velocidade de execução, diferenças individuais relativas à geometria corporal ou diferenças técnicas, pois apesar dos sujeitos terem sido criteriosamente controlados, aspeto também referido no estudo de Robergs *et al.*(2007). É também de referenciar que os gráficos individuais dos sujeitos (exemplo na figura 34) relativos às retas de regressão, não apresentam uma disposição normal, visto que alguns alcançaram, por exemplo, um VO_2 superior na intensidade de 25% comparativamente ao obtido na intensidade de 30% 1RM.

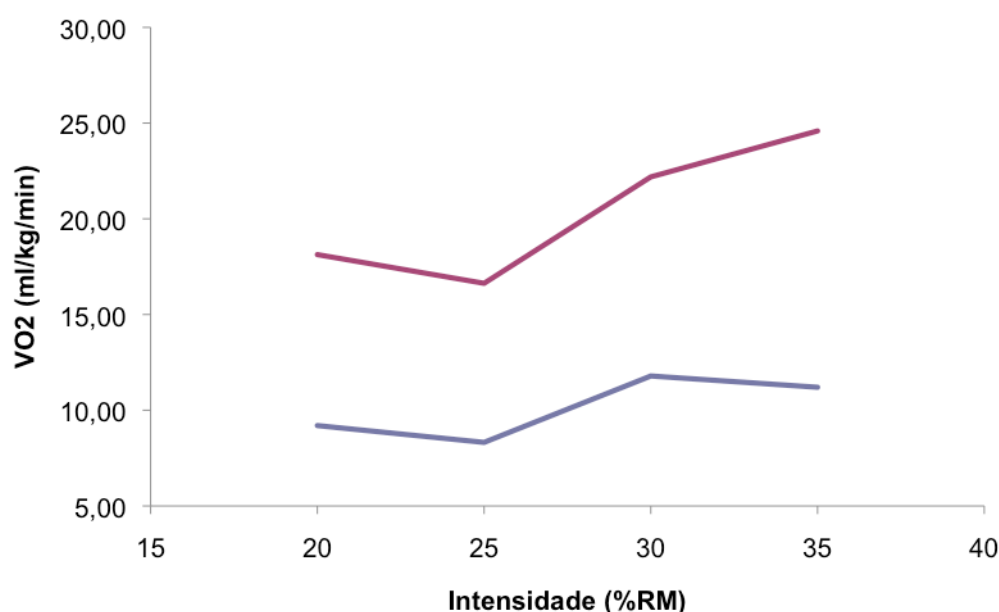


Figura 37 - Reta de regressão dos valores médios de consumo de oxigênio (VO_2) em função dos valores percentuais da percentagem da 1RM, correspondentes ao sujeito 5 na realização do exercício de bicep curl (azul) e leg press (vermelho).

Uma possível justificação para este facto, prende-se com a realização dos exercícios em diferentes sessões, visto que realizamos os 20 e os 30% numa sessão, os 25 e 35% noutra, e apesar dos sujeitos só terem sido autorizados a iniciar o exercício seguinte após atingirem valores de VO_2 próximos dos de repouso, pode-se especular que tenha existido alguma fadiga acumulada do primeiro para o segundo exercício ou alterações derivadas da reserva biológica de força. É também possível especular que tenha existido restrição ventilatória (manobra de valsava), durante a realização dos exercícios com cargas muito elevadas como os 85% de 1RM, para suportar e vencer a carga, alterando os dados avaliados pelo analisador de gases (Brooks, Fahey e White, 1996).

Outra possível limitação, relaciona-se com a conjectura defendida por alguns autores (Medbo, 1988) sobre a relação linear entre o VO_2 e a carga externa (fig. 15 e fig. 16) que outros contrariam, e sustentam, que devido a alguns mecanismos como o recrutamento de fibras musculares e ativação adicional de outros grupos musculares, esta relação em intensidades muito elevadas, perde a linearidade (Zoldadz e Korzeniewski, 2001).

Os valores preditos de DE obtidos neste estudo, são ligeiramente inferiores aos obtidos em estudos anteriores (Philipps e Ziuraitis, 2004; Hunter et al., 2003; Philipps e Ziuraitis, 2003). Verificamos que Robergs *et al.* (2007), a 62.5%1RM obteve valores na ordem dos 14,81 Kcal.min⁻¹ no exercício de prensa de peito e 16,95 Kcal.min⁻¹ no exercício de agachamento, enquanto que a 70%1RM, obteve 16,25 Kcal.min⁻¹ e 18,98 Kcal.min⁻¹ respetivamente. No presente estudo e na intensidade de 60%1RM no exercício de LP, os valores preditos obtidos foram 13,34 Kcal.min⁻¹ e a 85%1RM 18,40Kcal.min⁻¹, enquanto os valores medidos foram 7,57Kcal.min⁻¹ e 6,57Kcal.min⁻¹.

Embora retratem exercícios diferentes, os grupos musculares envolvidos no exercício de membros inferiores, são os mesmos e comparando ambos os estudos verificamos uma ligeira diminuição dos valores preditos deste último, mas se compararmos com os valores medidos, verificamos que esta diferença se distancia, o que pode realmente indicar a invalidade deste método. Mas visto que a amostra é muito pequena não podemos tirar ilações fiáveis. Relativamente ao DE indicado noutros estudos, (Philips & Ziuraitis, 2003;

Philips & Ziuraitis, 2004; Hunter *et al.*, 2003) a metodologia e os equipamentos utilizados nos mesmos podem ser influentes na diferença de valores, pois na metodologia deste estudo, recorreremos à avaliação de dois exercícios independentes e Philips e Ziuraitis, (2003) e Philips e Ziuraitis (2004), avaliaram um treino de circuito com oito exercícios.

6.2 - Quantificar o valor máximo e a variação de lactatémia pós-esforço nos 2 exercícios, nas 2 intensidades de 60% e 85% da 1 Repetição Máxima e avaliar a sua relação com a fracção anaeróbia do Dispendio Energético total determinada pelo máximo deficit acumulado de oxigénio.

Como referimos no capítulo anterior na apresentação de resultados, os valores de lactatémia na intensidade de 85% apresentam tendência para serem inferiores aos medidos na intensidade de 60% da 1RM. Esta situação pode ser justificada pela capacidade temporal dos indivíduos em vencer a carga, pois as cargas a 85% da 1RM são de uma intensidade significativa, não permitindo a execução do exercício durante longos períodos de tempo o que conduz a uma redução no tempo de exercício na maioria dos sujeitos, não permitindo o tempo necessário para uma maior acumulação de lactato sanguíneo (Plato *et al.*, 2007) , e este aspeto está patente no número de repetições realizadas por sujeito (LP a 60%1RM média de $44,67 \pm 26,16$ repetições; BC a 60%1RM, $28,58 \pm 5,40$ repetições; LP a 85%1RM média de $16,55 \pm 7,72$ repetições; BC a 85%1RM, $10,50 \pm 2,84$ repetições).

A fracção anaeróbia do exercício pode ser avaliada através dos valores da concentração de lactato sanguíneo, mas também pelo DefO_{2ac}. Analisámos uma possível correlação entre ambos marcadores, mas não foram encontradas correlações significativas, com exceção do exercício de LP a 60% como foi referido no capítulo anterior.

Através dos valores de DefO_{2ac} é possível calcular a percentagem de contribuição anaeróbia (tabela 22).

Tabela 22 - Percentagem de contribuição anaeróbia em ambos exercícios, por género.

Contribuição Anaeróbia	Feminino (n=6)	Masculino (n=6)
LP 60%	24%	41%
LP 85%	49%	66%
BC 60%	-5%	29%
BC 85%	18%	47%

Verificamos que o género masculino, comparativamente ao feminino, detém percentagens maiores de contribuição anaeróbia, sendo o exercício de LP a 85%1RM o que deteve o valor mais elevado com 66% de contribuição

anaeróbia. Contrariamente ao expectável, verifica-se que o género feminino no exercício de BC a 60% parece não ter tido qualquer participação anaeróbia. A falta de precisão na determinação dos valores de DE estimados, pela relação VO_2 / carga externa parece ser a razão de os resultados indicarem que a contribuição anaeróbia não foi superior à contribuição aeróbia.

6.3 - Análise da fadiga muscular através da análise espectral e determinar a existência ou não de correlação com variação da carga, Percepção Subjetiva de Esforço, Consumo de Oxigénio , Frequência Cardíaca e Lactato.

Os dados apresentados no capítulo anterior nas tabelas 16 e 17 demonstram um aumento progressivo do valor da mediana de frequência da atividade eletromiográfica à medida que aumenta a percentagem da carga, contudo, é visível que no exercício de LP estes são superiores na fase 2 e são estatisticamente significativos apenas na porção do reto femoral e vasto externo. Verificou-se que para o bicipite femoral os valores parecem ser ligeiramente superiores na fase 2 quando comparados com a outra fase de movimento, mas apesar de muito próximos são estatisticamente não significativos em todas as intensidades. É também visível nas duas porções do músculo quadríceps crural, uma diminuição do último valor da mediana nos últimos momentos de avaliação, principalmente na fase 2 das intensidades de 30 e 35%1RM, mas verifica-se que esta quebra é mais acentuada no quadríceps e bicipite femoral nas intensidades de 60% e 85%1RM, sendo mais prevalente nos 85%1RM, o que indica a existência de fadiga muscular (Konrad, P., 2005).

A diferença nos valores de mediana de frequência entre fases deixa de existir em cargas elevadas nas porções do reto femoral e vasto externo, pois verificou-se que para os 60% e 85%1RM não se identificam diferenças estatisticamente significativas entre fases, o que poderá indicar que a força necessária para vencer a carga é de tal forma elevada (Linnamo, Bottas e Komi, 2000). Entre repetições não se verificam diferenças significativas.

O músculo que parece ter valores de frequência mais elevados, é o quadríceps na sua porção reto femoral, principalmente na fase de extensão do movimento (fase 2), o que pode significar que atua predominantemente nesta fase (Konrad, P., 2005). O mesmo acontece com o vasto externo, que apresenta valores de mediana superiores na referida fase de movimento. O músculo bicipite femoral, apresenta valores de mediana muito próximos dos verificados na porção do vasto externo, mas não apresenta diferenças

significativas entre as fases de movimento, o que pode significar que atua tanto na flexão como na extensão (Linnaam, Bottas e Komi, 2000)

Quanto ao exercício de BC, os valores de mediana de frequência são bastantes mais baixos, comparativamente ao exercício anterior, mas os grupos musculares envolvidos são consideravelmente mais pequenos, justificando a diminuição do padrão de ativação. O músculo bicípite braquial apresenta valores ligeiramente superiores, comparativamente ao músculo tricípite braquial, mas não existem diferenças significativas entre as fases de movimento. Curiosamente, verificou-se que, no geral, os valores acompanham o aumento da intensidade, mas parece existir uma afinidade entre os valores observados nas intensidades realizadas por sessão, sendo bastante mais visível no músculo bicípite braquial. Isto é, existem valores de mediana correspondentes à intensidade de 30%, que são mais baixos que os valores correspondentes aos 25% o que poderá indicar a possibilidade de, por terem sido as intensidades feitas na mesma sessão, (2ª sessão - 20 e 30%1RM), os padrões de ativação sejam semelhantes.

Já o tricípite braquial, apresenta diferenças significativas entre fases de movimento e intensidades, apenas a 60 e 85%1RM. Nas intensidades mais baixas, não se verificam diferenças, mas na fase de flexão na intensidade de 35%1RM, verifica-se um aumento significativo dos valores de mediana, o que pode significar que à medida que a intensidade aumenta, aumenta também a utilização deste músculo para suporte da carga. Este exercício foi realizado no banco *Scott*, que tem como principal objetivo, isolar o trabalho do bicípite braquial tornando-o o principal responsável pelo movimento, o que pode justificar o facto de não se verificar diferenças nos valores entre as fases de movimento no referido músculo, bem como os valores da mediana serem superiores aos do tricípite.

As tabelas 18 a 21, representativas dos valores de correlação entre a mediana de frequência e os restantes parâmetros avaliados (intensidade, PSE, VO_2 , FC e lactato) indica-nos a existência ou não de uma relação entre os mesmos.

Relativamente aos valores de lactato, não foram encontradas correlações para nenhum dos exercícios, no entanto, este parâmetro só foi

avaliado nas intensidades mais elevadas, 60 e 85%1RM e nesta última, como já foi referido, verificaram-se valores diminuídos devido à elevada carga e ao breve tempo em exercício. Também não se verificaram correlações com os valores de FC.

Com o VO_2 verificaram-se correlações nas intensidades mais baixas, nomeadamente com os valores de frequência obtidos na fase 2 (extensão) do exercício de LP, nas porções musculares do vasto externo e bicípíte femoral, e na fase 1 do movimento na porção do reto femoral. No exercício de BC, verificou-se uma relação com o bicípíte braquial na fase 2 (flexão).

A PSE foi o parâmetro que mais se relacionou com os valores de mediana. No exercício de LP nas intensidades mais baixas, verificaram-se correlações com ambas as fases do movimento nas porções musculares do vasto externo e bicípíte femoral e apenas com a fase 1 da porção do reto femoral. Nas intensidades mais elevadas, os valores relacionam-se na fase 2 na porção do reto femoral e em ambas as fases do bicípíte femoral. No exercício de BC, não existem correlações para as intensidades mais elevadas (60 e 85%1RM), mas nas restantes intensidades, existem correlações em ambas as fases e em ambos músculos envolvidos.

À medida que a intensidade aumenta, os valores de mediana também se alteraram, mas nem para todas as intensidades foram encontradas correlações com os parâmetros EMG. No exercício de BC, não foram encontradas correlações em nenhuma das intensidades. Mas no exercício de LP, foram encontradas correlações na fase 2 da porção muscular do vasto externo e do bicípíte femoral, e na fase 1 da porção muscular do reto femoral.

6.4 – Comparação dos valores de Dispêndio Energético e de fadiga referentes às diferentes intensidades de execução do exercício, entre o género masculino e o género feminino.

Na comparação dos valores de DE, podemos verificar na tabela 4 e 5 (capítulo V), que existe em todas as intensidades de ambos os exercícios, uma ligeira diferença nestes valores, sendo que o género masculino é o predominante. Mas como aconteceu em estudos anteriores (Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004), esta diferença é confirmada estatisticamente, visto que se verificaram diferenças significativas entre géneros para valores absolutos ($\text{kcal}\cdot\text{min}^{-1}$). Contudo, como se verificou no estudo de Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004, quando estes valores foram relativizados à massa corporal, não foram encontradas diferenças significativas.

Entre os valores de mediana de frequência, verificou-se a existência de diferenças significativas entre géneros, no exercício de LP, no músculo quadricípite crural na sua porção vasto externo, e no músculo bicípite femoral; no exercício BC verificaram-se diferenças apenas no bicípite braquial.

“Logo na infância, os rapazes são mais fortes que as raparigas e essa diferença aumenta na adolescência” (Brooks, Fahey e White, 1996). Em adultos, os homens são entre 40 a 50% mais fortes que as mulheres na maioria dos grupos musculares e esta diferença deve-se em grande parte, à massa corporal e massa magra (Brooks, Fahey e White, 1996; Phillips e Ziuraitis, 2003; Phillips e Ziuraitis, 2004). Contudo, em indivíduos treinados de ambos os géneros, o glicogénio muscular, lactato sanguíneo máximo em exercício, capacidade do metabolismo de lípidos e a composição da fibra muscular é semelhante. Alguns aspetos bioquímicos do género feminino, como a capacidade de oxidação de gorduras e a síntese de glicogénio, não correspondem ao fator treino tão bem quanto o género masculino, devido às disparidades hormonais (Brooks, Fahey e White, 1996).

Pincivero *et al.* (2002) e Clark *et al.* (2003), sugerem que as diferenças na fadiga muscular entre géneros, é influenciado pelo tipo de contração muscular, mas apesar de existirem estudos que não identificam diferenças

significativas nos valores de mediana de frequência entre géneros (Pincivero *et al.*, 2000), outros verificaram diferenças identificando o género masculino como o que se destaca, devido à quantidade superior de fibras musculares identificada em determinados grupos musculares como, o bicípite braquial e quadricípite femoral (Brooks, Fahey e White, 1996; Pincivero *et al.* 2002).

Capítulo VII

7 – Conclusão

Neste capítulo estão referidas as principais conclusões e a verificação das hipóteses colocadas no início do nosso estudo. As hipóteses operacionais colocadas, foram as seguintes:

H1 – A precisão dos valores de DE estimados, pela relação VO_2 / carga externa confirmam-se para o exercício de LP e BC.

H2 - Na realização dos exercícios a 60% e a 85% da 1RM, a contribuição anaeróbia é maior que a aeróbia.

H3 - Existe relação entre a lactatémia máxima pós-esforço e o $DefO_2$ acumulado nos 2 exercícios.

H4 - A fadiga provoca alterações na frequência de ativação muscular, e esta varia consoante as intensidades de esforço.

H5 - Existe associação entre os parâmetros EMG de fadiga muscular, e a intensidade do esforço, a percepção subjectiva de esforço, o consumo de oxigénio e os valores de lactatémia.

H6 – O DE e a fadiga são mais elevados nos sujeitos do género masculino, do que no género feminino.

Relativamente à primeira hipótese:

H1 – A precisão dos valores de DE estimados, pela relação VO_2 / carga externa confirmam-se para o exercício de LP e BC.

Os resultados indicam que a precisão dos valores foram mais assertivos para o exercícios de BC do que para o exercício de LP, o que significa que este método de avaliação do DE, parece ser mais preciso quando envolve grupos musculares de pequenas dimensões. Como tal, a H1 não se verifica.

Relativamente à segunda hipótese:

H2 - Na realização dos exercícios a 60% e a 85% da 1RM, a contribuição anaeróbia é maior que a aeróbia.

a. Os resultados indicam que a contribuição anaeróbia não foi superior à contribuição aeróbia, como tal, H2 também não se verifica.

Relativamente à terceira hipótese:

H3 - Existe relação entre a lactatémia máxima pós-esforço e o $DefO_2$ acumulado nos 2 exercícios.

b. Verificámos que não existe relação entre os valores de lactatémia obtidos e os valores de $DefO_2$ preditos. H3 não se verifica.

Relativamente à quarta hipótese:

H4 - A fadiga provoca alterações na frequência de ativação muscular, e esta varia consoante as intensidades de esforço.

c. Os resultados indicam que os valores da mediana de frequência aumentam em função da intensidade e que diminuem nos últimos momentos de avaliação nas intensidades mais elevadas, demonstrando a existência de fadiga. A H4 confirma-se.

Relativamente à quinta hipótese:

H5 - Existe associação entre os parâmetros EMG de fadiga muscular, e a intensidade do esforço, a percepção subjectiva de esforço, o consumo de oxigénio, frequência cardíaca e os valores de lactatémia.

- d. Parece existir uma associação entre os parâmetros EMG e o consumo de oxigénio, nas fases do movimento em que o músculo é o principal agonista, visto que neste estudo, se verificou que a existência de correlação entre estes parâmetros, dependia da fase de movimento em questão. Existe também correlação com a PSE, principalmente em intensidades mais submáximas. H5 verifica-se parcialmente.

Relativamente à sexta e última hipótese:

H6 – O DE e a fadiga são mais elevados nos sujeitos do género masculino, do que no género feminino.

e. H6 verifica-se, pois os resultados indicam que existem diferenças significativas entre géneros no DE (Kcal.min^{-1}), pois verificou-se que os sujeitos do género masculino em ambos os exercícios e em todas as intensidades, apresentavam valores mais elevados que os sujeitos do género feminino. Relativamente aos valores de mediana de frequência, foram verificadas diferenças significativas mas estas dependem do grupo muscular em causa.

Capítulo VIII

8 – Bibliografia

1. Aisbett, B., Le Rossignol, P. (2003). Estimating the total energy demand for supra-maximal exercise using the VO_2 -power regression from an incremental test. *Journal of Science and Medicine in Sport* 6(3), 343-347.
2. Ascensão, A., Magalhães, J., Oliveira, J., Duarte, J., Soares, J. (2003). Fisiologia da fadiga muscular. Delimitação conceptual, modelos de estudo e mecanismos de fadiga de origem central e periférica. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto* 3(1), 108–123.
3. American College of Sports Medicine (ACSM), (1998). Position stand: The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Medicine and Science in Sports Exercise* 30, 975-91.
4. American College of Sports Medicine (ACSM), (2007). Directrizes do ACSM para os testes de esforço e sua prescrição. *Medicine and Science in Sports Exercise*.
5. Baechle, T., R. (1994). Essentials of Strength Training and Conditioning. National Strength and Conditioning Association. Europe: Human Kinetics Pub.
6. Bahr, I., Inges, I., Vaage, O., Sejersted, O., Newsholme, E., (1987). Effect of duration of exercise on excess postexercise oxygen consumption. *Journal of Applied Physiology*, 62: 485-490.
7. Bangsbo, J., Gollnick, D., Graham, E., Juel, C., Kiens, B., Mizuno, M., Saltin, B., (1990). Anaerobic energy production and O_2 deficit-debt relationship during exhaustive exercise in humans. *Journal of Physiology*, 422: 539-559.

8. Barstow, T. J., Casaburi, R., Wasserman, K. (1993). O₂ uptake kinetics and the O₂ deficit as related to exercise intensity and blood lactate. *Journal of Applied Physiology*, 75, 755–762.
9. Brooks, G.A., Fahey, T.D., White, T.G. (1996). Exercise Physiology: Human Bioenergetics and Its Applications. Califórnia: Mayfield Publishing Company.
10. Buck, D., McNaughton, L. (1999). Maximal Accumulated Oxygen Deficit Must Be Calculated Using 10-min Time Periods. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 31(9), 1346-1349.
11. Burnley, M., Jones, A.M. (2007). Oxygen uptake kinetics as a determinant of sports performance. *European Journal of Sports Science*, 7(2), 63-79.
12. Clark, B.C., Manini, T.M., Thé, D.J., Doldo, N.A., Ploutz-Snyder, L.L. (2003). Gender differences in skeletal muscle fatigability are related to contraction type and EMG spectral compression. *Journal of Applied Physiology*, 94, 2263-2272.
13. Contessa, P., Adam, A., De Luca, C.J. (2009). Motor Unit Control and Force Fluctuation During Fatigue. *Journal of Applied Physiology*, 107, 235-243.
14. Doyon, H., Perrey, S., Abe, D., Hugson, L. (2001). Field testing of VO₂ peak in cross-country skiers with portable breath-by-breath system. *Canadian Journal of Applied Physiology*, 29(1), 1-11.
15. Duffield, R., Dawson, B., Pinnington, C., Wong, P. (2004). Accuracy and reliability of a Cosmed K4b2 portable gas analysis system. *Journal of Science Medicine and Sport*, 7(1), 11-22.

16. El-Hewie, M.F., (2003). *Essentials of Weightlifting and Strength Training*. New Jersey: Shaymaa Publishing Corporation.
17. Elia, M., Livesey, G. (1992). Energy expenditure and fuel selection in biological systems: the theory and practice of calculations based on indirect calorimetry and tracer methods. *World Reveue of Nutrition Dietary*. Basel, Karger. 70, 68-131.
18. Elliot, D., Goldberg, L., Kuehl, K. (1992). Effect of resistance training on Excess Post – exercise Oxygen Consumption. *Journal of Applied Sport Science Research*, 6 (2), 77-81.
19. Farinnatti, P.T.V., Simão, R., Monteiro, W.D., Fleck, S.J. (2009). Influence of Exercise Order on Oxygen Uptake During Strength Training in Young Women. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(3): 1037-1044.
20. Fitts, R.H. (1994). Cellular mechanisms of muscle fatigue. *Physiological Reviews* 74(1), 49-94.
21. Gaesser, A., Brooks, A. (1984). Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 16: 29-43.
22. Gardner, A., Osborne, M., D'auria, S., Jenkins, D. (2003). A comparison of two methods for the calculation of accumulated oxygen deficit. *Journal of Sports Science* 21, 155-162.
23. Gastin,P., Costill, D., Lawson, D., Krezeminski, K., McConell, G. (1995). Accumulated Oxygen Deficit during supramaximal all-out and constant intensity exercise. *Medicine and Science in Sports Exercise* 27: 255-263.

24. Grassi, B. (2006). Oxygen uptake kinetics: Why are they so slow? And what do they tell us? *Journal of Physiology and Pharmacology*, 57(10), 53-65.
25. Graves, J., Franklin, B. (2001). Resistance training in health and rehabilitation. *Human Kinetics*: Champaign, IL.
26. Green, S., Dawson, B.T. (1996). Methodological effects on the VO₂-power regression and the accumulated O₂ deficit. *Medicine and Science in Sports Exercise*, 28: 392-397.
27. Hausswirth, C., Bigard, A., Le Chevalier, J. (1997). The Cosmed K4 telemetry system as an accurate device for oxygen uptaks measurements during exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 18, 1-5.
28. Hunter, G., Seelhorst, D., Snyder, S. (2003). *Comparison of metabolic and heart rate responses to super slow vs. traditional resistance training*. *Journal of Strength and Conditioning Research* 17(1): 76–8.
29. Izquierdo, M., González-Izal, M., Navarro-Amezqueta, I., Calbet, J.A.L., Ibañes, J., Malanda, A., Mallor, F., Hakkinen, K., Kraemer, W.J., Gorostiaga, E.M., (2011). Effects of Strength Training on Muscle Fatigue Mapping from Surface EMG and Blood Metabolites. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 43(2), 303-311.
30. Johnson, D. E. (1998). *Applied multivariate methods for data analysis*. Brooks/Coole Publishing Company, Pacific Grove.
31. Kelleher, A.R., Hackney, K.J., Fairchild, T.J., Keslacy, S., Ploutz-Snyder, L.L. (2010). The Metabolic Costs of Reciprocal Supersets vs. Traditional Resistance Exercise in Young Recreationally Active Adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1043-1051.

32. Kirk, E., Donnelly, J., Smith, B., Honas, J., Lecheminant, J., Bailey, B., Jacobsen, D., Washburn, R. (2009). Minimal Resistance Training Improves daily energy expenditure and fat oxidation. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 41(5): 1122-1129.
33. Komi, P., Tesch, P. (1979). EMG frequency spectrum, muscle structure and fatigue during dynamic contractions in Man. *European Journal of Applied Physiology*, 42: 41-50.
34. Konrad, P. (2005). The ABC of EMG: A Practical Introduction to Kinesiological Electromyography.
35. Kumar, S., Mital, A. (1996). Electromyography in Ergonomics. London: Taylor & Francis Ltd.
36. Linnamo, V., Bottas, R., Komi, P.V. (2000). Force and EMG Power Spectrum during and after Eccentric and Concentric Fatigue. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 10, 293-300.
37. Masuda K, Masuda T, Sadoyama T, Inaki M, Katsuta S (1999). Changes in surface EMG parameters during static and dynamic fatiguing contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology* 9, 39-46
38. Mazzetti, S., Douglass, M., Yocum, A., Harber, M. (2007). Effect of Explosive versus Slow contractions and Exercise Intensity on Energy Expenditure. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 39(8), 1291-1301.
39. Medbø, J. I., Mohn, A. C., Tabata, I., Bahr, R., Vaage, O., Sejersted, O. M. (1988). Anaerobic capacity determined by maximal accumulated O₂ deficit. *Journal of Applied Physiology*, 64(1): 50-60.
40. McArdle, W., D., Katch, F., I., Katch, V., L. (2006). Essentials of Exercise Physiology. London: Lippincott Williams and Wilkins.

41. McCann, D. J., Adams, W. C. (2002). A dimensional paradigm for identifying the size-independent cost of walking. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 34(6): 1009-1017.
42. McLaughlin, E., King, A., Howley, T., Basset, R., Ainsworth, E. (2001). Validation of the Cosmed K4b2 portable metabolic system. *International Journal of Sports Medicine*, 22: 280-284.
43. Morgan, B., Woodruff, S.J., Tiidus, P.M. (2003). Aerobic Energy Expenditure during Recreational Weight Training In Females and Males. *Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 117-122.
44. Nakamura, F.Y., Franchini, E. (2006). Máximo Déficit Acumulado de Oxigênio como Preditor de Capacidade Anaeróbia. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*, 8(1), 88-95.
45. Noordhof, D., Koning, J. J., Foster, C. (2010). The maximal accumulated oxygen deficit method – A valid and reliable measure of anaerobic capacity? *Sports Medicine*, 40 (4), 285 – 302.
46. Pestana, H., Gageiro, N., (2005). Análise de dados para Ciências Sociais - *A complementaridade do SPSS*, 1ª ed. Lisboa: Edições Sílabo.
47. Pezarat, P., (2004). A Eletromiografia no Estudo do Movimento Humano. Edições Faculdade de Motricidade Humana.
48. Phillips, W.T.; Ziuraitis, J. R. (2003). Energy cost of the ACSM single-set resistance training protocol. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1, (2), 350-355.

49. Phillips, W. T., Ziuraitis, J. R. (2004). Energy cost of single-set resistance training in older adults. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 606-609.
50. Pincivero, D.M., Coelho, A.J., Campy, R.M., Salfetnikov, Y., Bright, A. (2002). The Effects of Voluntary Contraction Effort on Quadriceps Femoris Electromyogram Median Frequency in Humans: A Muscle and Sex Comparison. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 448-455.
51. Pinnington, H.C., Wong, P., Tay, J., Green, D, Dawson, B. (2001). The level of accuracy and agreement in measures of FEO₂, FECO₂ and VE between the Cosmed K4b2 portable, respiratory gas analysis system and a metabolic cart. *Journal of Science Medicine in Sport*, 4(3): 324-335.
52. Plato, P.A., McNulty, M., Crunk, S.M., Tug Ergun, A. (2008). Predicting Lactate Threshold Using Ventilatory Threshold. *International Journal of Sports Medicine*, 29, 732-737.
53. Pyne, D.B., Boston, T., Martin, D.T. (2000). Evaluation of the Lactate Pro Blood Lactate Analyser. *European Journal of Applied Physiology*, 82, 112-116.
54. Rawson, S., Walsh, T.M. (2010). Estimation of Resistance Exercise Energy Expenditure Using Accelerometry. *Medicine and Science in Sports & Exercise*, 42 (3): 622-628.
55. Reis, V.M., Carneiro, A.L. (2005). Methodology to Estimate the Accumulated Oxygen Deficit. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*, 13(2), 7-15.
56. Robergs, A., Gordon, T., Reynolds, J., Walker, T. (2007). Energy expenditure during bench press and squat exercises. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21 (1): 123–130.

57. Robertson, R.J., Goss, F.L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Frazee, K., Dube, J., Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(2), 333-341.
58. Santos, G., Dezan, V., Sarraf, T. (2003). Bases metabólicas da fadiga muscular aguda. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento* 11(1), 7-12.
59. Scott, C.B. (1997). Interpreting energy expenditure for anaerobic exercise and recovery: An anaerobic hypothesis. *Journal of Sports Medicine and Physical Fitness*, 37: 18-23.
60. Scott, C., Croteau, A., Ravlo, T. (2009). Energy expenditure before, during and after the bench press. *Journal of Strength and Conditioning Research* 23(2), 611-618.
61. Zoladz, J., Korzeniewski, B. (2001). Physiological background of the change point in VO₂ and the slow component of oxygen uptake kinetics. *Journal of Physiology and Pharmacology*, 52, 167-184.

ANEXOS

Anexo I

Dados pessoais

Nome - _____

Data de nascimento - _____ Idade - _____

Contacto:

Tlm - _____ E-mail _____

Peso: _____ Altura: _____ IMC: _____ %MG: _____

Marcações:

1ª Sessão dia ____ - ____ Horas –

2ª Sessão dia ____ - ____ Horas –

3ª Sessão dia ____ - ____ Horas –

4ª Sessão dia ____ - ____ Horas –

5ª Sessão dia ____ - ____ Horas –

Houve alterações de peso corporal significativas nos últimos 6 meses? Sim ☐ Não ☐

Se houve de quanto? _____

Usa medicamentos/suplementação usualmente? Sim ☐ Não ☐

Quais os tipos de medicamentos/suplementação?

Fuma? Sim ☐ Não ☐

Bebe café? Sim ☐ Não ☐

Realiza actividade física? Sim ☐ Não ☐

Se respondeu afirmativamente à questão anterior, responda qual é a(s) actividade(s) física(s) praticadas, a frequência semanal que a(s) pratica e à quanto tempo pratica essa(s) actividade?

1ª Sessão - 1RM		
Exercícios	Nº repetições	Carga (kg)
Prensa Pernas	5 a 10	40 a 60% (Max perceptível)
	1 min descanso	
	3 a 5	60 a 80% (Max perceptível)
	2 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	
Bicípíte curl no banco scott (barra w)	5 a 10	40 a 60% (Max perceptível)
	1 min descanso	
	3 a 5	60 a 80% (Max perceptível)
	2 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	
	1 RM	
	5 min descanso	

SESSÃO Nº 2 DATA: ____ / ____ / ____

Exercício	Intensidade (% 1RM)	Carga (Kg)	Escala OMNI-RES	
			Fase concêntrica 5ª rep	Após término da série de exercícios
Prensa Pernas	20 %			Antes da intensidade seguinte (Pernas)
Bícepite curl	20 %			Antes da intensidade seguinte (Braços)
Prensa Pernas	30%			
Bícepite curl	30%			Final da Sessão: _____

SESSÃO Nº 3 DATA: ____ / ____ / ____

Exercício	Intensidade (% 1RM)	Carga (Kg)	Escala OMNI-RES	
			Fase concêntrica 5ª rep	Após término da série de exercícios
Prensa Pernas	25 %			Antes da intensidade seguinte (Pernas)
Bícepite curl	25 %			Antes da intensidade seguinte (Braços)
Prensa Pernas	35%			
Bícepite curl	35%			Final da Sessão: _____

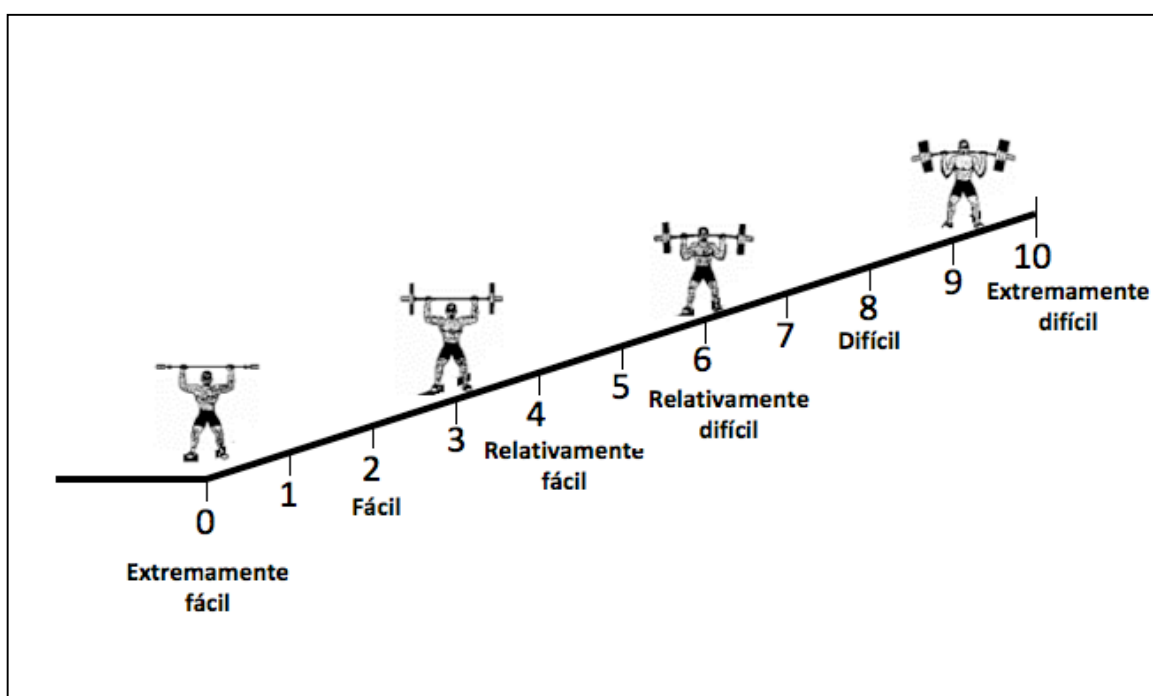
SESSÃO Nº 4 DATA: ____ / ____ / ____

		Escala OMNI-RES									
Intensidade (%)	Carga (Kg)	Concentração de lactato						Fase concêntrica		Após término	
		Repouso	Após término					5ª rep.			Após o término da Sessão: _____
			1'	3'	5'	7'	9'				
Prensa 60%											
Biciclete 60%											

SESSÃO Nº 5 DATA: ____ / ____ / ____

		Escala OMNI-RES									
Intensidade (%)	Carga (Kg)	Concentração de lactato						Fase concêntrica		Após término	
		Repouso	Após término					5ª rep.			Após o término da Sessão: _____
			1'	3'	5'	7'	9'				
Prensa 85%											
Biciclete 85%											

Escala OMNI-Resistance Exercise Scale (OMNI-RES) de percepção do esforço (Robertson et al., 2003)



Anexo II

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 com a realização dos testes ou das actividades. 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 actividade física. Assumo ainda a responsabilidade da ocorrência das
situações nefastas para a minha saúde, que resultem do não cumprimento das
indicações técnicas da UTAD.

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

Rio Maior, UTAD ____ de _____ de 2010

Assinatura

Anexo III

Par-Q teste

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

Nome - _____	Sexo - _____
Data de nascimento - _____	
Profissão - _____	

- ☐ ALGUMA VEZ, ALGUM MÉDICO O INFORMOU QUE TEM UM PROBLEMA CARDÍACO E QUE SÓ PODERIA EFECTUAR ALGUMA ACTIVIDADE FÍSICA APÓS RECOMENDAÇÃO MÉDICA?
- ☐ SENTE ALGUMA DOR NO PEITO QUANDO ESTÁ A FAZER ALGUMA ACTIVIDADE FÍSICA?
- ☐ NO MÊS PASSADO, TEVE ALGUMA DOR NO PEITO QUANDO NÃO ESTAVA A FAZER ACTIVIDADE FÍSICA?
- ☐ ALGUMA VEZ PERDEU O EQUILÍBRIO POR CAUSA DE UMA TONTURA OU ALGUMA VEZ FICOU INCONSCIENTE?
- ☐ TEM ALGUM PROBLEMA ÓSSEO OU ARTICULAR QUE PODE PIORAR COM A ALTERAÇÃO DO TIPO DA SUA ACTIVIDADE FÍSICA?
- ☐ FREQUENTEMENTE O SEU MÉDICO RECEITA-LHE MEDICAMENTOS PARA A PRESSÃO ARTERIAL OU PARA PROBLEMAS CARDÍACOS?
- ☐ VOCÊ SABE DE MAIS ALGUMA RAZÃO PELA QUAL NÃO DEVA REALIZAR ACTIVIDADE FÍSICA?

Rio Maior _____ de _____ 2010

Assinatura do Participante

Assinatura do Examinador

Anexo IV

Dispêndio Energético na Musculação

O presente estudo, pretende investigar as respostas induzidas pela prática de exercícios de musculação.

Assim, os objectivos do presente estudo são:

- Quantificar o Custo Energético em várias intensidades através da relação entre o consumo de oxigénio, análise electromiografica e carga externa nos exercícios de prensa de pernas e bicípites curl.
- Quantificar a percepção subjectiva do esforço nos 2 exercícios de musculação acima indicados e avaliar a sua relação com o Custo Energético.
- Quantificar a lactatémia (níveis de lactato) pós-esforço nos 2 exercícios acima indicados na 4ª e 5ª sessão.

São necessárias 5 sessões para a realização completa das recolhas:

1ª SESSÃO

- Medição do peso, altura e composição corporal;
- Avaliação da força máxima através da 1RM – método directo com electromiografia;

2ª SESSÃO

- Realização dos exercícios a 20 e 30% da RM, durante 5 minutos, com medição do consumo de oxigénio e electromiografia;

3ª SESSÃO

- Realização dos exercícios a 25 e 35% da RM, durante 5 minutos, com medição do consumo de oxigénio e electromiografia;

4ª SESSÃO

- Realização dos exercícios a 60% da RM, até à exaustão, com medição do consumo de oxigénio, electromiografia e lactatémia em repouso;

5ª SESSÃO

- Realização dos exercícios a 80% da RM, até à exaustão, com medição do consumo de oxigénio, electromiografia e lactatémia em repouso;

IMPORTANTE: Nas 3 horas antecedentes ao teste, não deverá comer, fumar, ingerir cafeína ou qualquer tipo de ergogénicos; não deverá realizar actividade física intensa nas 48 horas anteriores ao teste.

Agradecemos desde já a sua participação.

Anexo V

a - Diferenças entre géneros nos valores da média da mediana de frequência.

Independent Samples Test

		t-test for Equality of Means			
		df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference
Mediana11_1	Equal variances assumed	430	,207	-5,6259	4,4532
	Equal variances not assumed	422,294	,207	-5,6259	4,4532
Mediana12_1	Equal variances assumed	421	,919	,4175	4,1286
	Equal variances not assumed	351,174	,919	,4175	4,1151
Mediana13_1	Equal variances assumed	286	,194	-7,5891	5,8320
	Equal variances not assumed	250,395	,194	-7,5891	5,8320
Mediana11_2	Equal variances assumed	430	,685	-1,6421	4,0516
	Equal variances not assumed	428,700	,685	-1,6421	4,0516
Mediana12_2	Equal variances assumed	421	,887	,5270	3,7006
	Equal variances not assumed	393,767	,887	,5270	3,6934
Mediana13_2	Equal variances assumed	298	,000	-23,0645	5,4576
	Equal variances not assumed	200,691	,000	-23,0645	5,4576
Mediana11_3	Equal variances assumed	430	,024	9,3010	4,0996
	Equal variances not assumed	418,920	,024	9,3010	4,0996
Mediana12_3	Equal variances assumed	418	,091	7,4518	4,3939
	Equal variances not assumed	401,448	,091	7,4518	4,3939
Mediana13_3	Equal variances assumed	286	,191	-8,2035	6,2637
	Equal variances not assumed	247,972	,192	-8,2035	6,2637
Mediana11_4	Equal variances assumed	430	,850	-,5674	3,0050
	Equal variances not assumed	406,430	,850	-,5674	3,0050
Mediana12_4	Equal variances assumed	418	,019	-5,2924	2,2491
	Equal variances not assumed	390,432	,019	-5,2924	2,2491
Mediana13_4	Equal variances assumed	286	,457	-1,7152	2,3044
	Equal variances not assumed	270,005	,457	-1,7152	2,3044
Mediana11_5	Equal variances assumed	430	,405	-2,2563	2,7096
	Equal variances not assumed	407,907	,405	-2,2563	2,7096
Mediana12_5	Equal variances assumed	418	,054	-4,1077	2,1253

	Equal variances not assumed	386,213	,054	-4,1077	2,1253
Mediana13_5	Equal variances assumed	286	,191	-2,6703	2,0371
	Equal variances not assumed	231,242	,191	-2,6703	2,0371

b - Diferença entre géneros relativamente ao Consumo de Oxigénio
Independent Samples Test

		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
		F	Sig.	t	df	Sig. (2- tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
									Lower	Upper
DEminLP85	Equal variances assumed	7,825	,019	1,569	10	,148	1,14000	,72640	-,47853	2,75853
	Equal variances not assumed			1,569	8,522	,153	1,14000	,72640	-,51741	2,79741
DEminB85	Equal variances assumed	7,932	,018	1,430	10	,183	,83000	,58052	-,46348	2,12348
	Equal variances not assumed			1,430	6,757	,197	,83000	,58052	-,55280	2,21280
DEminLP60	Equal variances assumed	,046	,835	2,893	10	,016	1,99500	,68959	,45849	3,53151
	Equal variances not assumed			2,893	9,827	,016	1,99500	,68959	,45481	3,53519
DEminB60	Equal variances assumed	1,381	,267	3,010	10	,013	1,34667	,44747	,34965	2,34369
	Equal variances not assumed			3,010	8,713	,015	1,34667	,44747	,32932	2,36402
DEminLP35	Equal variances assumed	2,686	,132	2,851	10	,017	2,64833	,92895	,57850	4,71816
	Equal variances not assumed			2,851	7,680	,022	2,64833	,92895	,49053	4,80614
DEminB35	Equal variances assumed	,884	,369	3,811	10	,003	2,01667	,52912	,83770	3,19563
	Equal variances not assumed			3,811	7,823	,005	2,01667	,52912	,79167	3,24166
DEminLP30	Equal variances assumed	13,125	,005	3,328	10	,008	2,25000	,67605	,74367	3,75633

O Dispendio Energético e a Fadiga em Exercícios de Força

	Equal variances not assumed			3,328	6,951	,013	2,25000	,67605	,64911	3,85089
DEminB30	Equal variances assumed	1,872	,201	3,567	10	,005	1,34000	,37563	,50304	2,17696
	Equal variances not assumed			3,567	6,635	,010	1,34000	,37563	,44178	2,23822
DEminLP25	Equal variances assumed	,462	,512	2,361	10	,040	1,59833	,67695	,09000	3,10666
	Equal variances not assumed			2,361	8,034	,046	1,59833	,67695	,03843	3,15824
DEminB25	Equal variances assumed	,702	,422	3,001	10	,013	1,37000	,45648	,35290	2,38710
	Equal variances not assumed			3,001	7,680	,018	1,37000	,45648	,30969	2,43031
DEminLP20	Equal variances assumed	4,013	,073	,713	10	,492	,57833	,81140	- 1,22957	2,38624
	Equal variances not assumed			,713	6,548	,501	,57833	,81140	- 1,36747	2,52414
DEminB20	Equal variances assumed	1,331	,275	5,494	10	,000	1,48667	,27059	,88376	2,08957
	Equal variances not assumed			5,494	8,288	,001	1,48667	,27059	,86645	2,10689

Anexo VI

A - Matriz de correlação entre os 2 indicadores de contribuição anaeróbia – lactato e DefO_{2ac}.

Correlations

		DefO2_LP60	Lact.LP60_max	Lact.LP60_delta
DefO2_LP60	Pearson Correlation	1	,596	,712**
	Sig. (2-tailed)		,041	,009
	N	12	12	12
Lact.LP60_max	Pearson Correlation	,596	1	,897**
	Sig. (2-tailed)	,041		,000
	N	12	12	12
Lact.LP60_delta	Pearson Correlation	,712**	,897**	1
	Sig. (2-tailed)	,009	,000	
	N	12	12	12

Anexo VII

a – Dados cardiorespiratórios, PSE e carga de cada sujeito de 20% a 35% de 1RM.

BICIPETE CURT										LEG PRESS									
Sujeito	VO2 - L/Min	VO2 Ml.kg.min	HR	R	DE kcal/min	PSE - 5ª	PSE - Fim	Carga (kg)		VO2 - L/Min	VO2 Ml.kg.min	HR	R	DE kcal/min	PSE - 5ª	PSE - Fim	Carga (kg)		
20	Alexandre	7,57	96,67	0,86	2,50	2,00	3,00	8,00		16,72	101,00	0,77	5,41	2,00	3,00	52			
25		9,91	107,33	0,89	3,29	1,00	2,00	10,00		18,91	115,67	0,97	6,43	1,00	4,00	65			
30		10,99	104,33	0,92	3,68	2,00	3,00	12,50		25,22	129,00	0,94	8,51	3,00	4,00	76			
35		13,40	132,67	0,87	4,43	2,00	5,00	15,00		25,52	144,67	1,02	8,80	3,00	6,00	91			
20	Ana Mira	6,80	91,33	0,85	1,84	2,00	4,00	4,60		13,79	93,00	0,87	3,76	3,00	5,00	34			
25		8,25	89,67	0,84	2,27	2,00	6,00	5,40		15,14	90,67	0,81	4,14	3,00	6,00	43			
30		7,31	91,67	0,89	2,00	3,00	6,00	6,60		17,95	111,00	0,95	5,00	4,00	5,00	51			
35		11,31	112,33	0,95	3,20	3,00	7,00	7,50		20,70	112,00	0,88	5,77	4,00	7,00	60			
20	Ana Nobre	8,75	99,00	0,78	2,41	0,00	2,00	5,30		16,07	98,00	0,72	4,36	0,00	2,00	40,00			
25		8,54	0,00	0,86	2,40	0,00	2,00	6,60		16,67	105,33	0,80	4,63	3,00	4,00	50,00			
30		11,22	113,00	0,87	3,17	1,00	3,00	8,00		19,05	125,00	0,82	5,32	3,00	4,00	60,00			
35		7,79	82,67	0,77	2,14	0,00	4,00	9,00		18,92	124,33	0,81	5,27	4,00	5,00	70,00			
20	Claudia	11,16	117,33	0,97	2,61	4,00	8,00	4,00		12,46	102,33	0,77	2,77	2,00	5,00	44,00			
25		8,26	98,00	0,94	1,92	2,00	4,00	5,40		16,87	111,67	0,93	3,92	2,00	6,00	54,00			
30		11,87	117,00	0,91	2,74	4,00	6,00	6,60		17,46	108,00	0,87	4,00	2,00	8,00	65,00			
35		8,19	102,00	0,93	1,90	4,00	7,00	7,50		20,93	117,00	1,00	4,95	4,00	8,00	75,00			
20	Décio	10,19	74,67	0,90	4,25	2,00	5,00	9,00		14,70	84,33	0,83	6,03	3,00	6,00	78,00			
25		10,26	83,67	0,89	4,27	4,00	7,00	12,00		15,71	90,33	0,82	6,42	4,00	7,00	97,50			
30		11,32	86,33	0,90	4,73	3,00	8,00	14,00		21,33	95,00	0,89	8,90	5,00	7,00	117,00			
35		10,76	95,33	0,91	4,50	5,00	8,00	17,00		19,24	99,67	0,81	7,85	4,00	8,00	137,00			
20	David Mag	9,20	123,67	1,03	3,45	2,00	4,00	7,60		18,13	122,00	1,12	6,97	2,00	5,00	67,00			
25		8,32	110,33	1,04	3,13	2,00	4,00	9,00		16,63	107,33	1,16	6,44	5,00	6,00	84,00			
30		11,79	139,00	0,98	4,37	2,00	5,00	11,00		22,19	138,33	1,13	8,54	3,00	6,00	101,00			
35		11,20	129,67	1,02	4,19	3,00	7,00	13,00		24,59	0,00	1,10	9,40	4,00	8,00	118,00			
20	David Rod	7,35	89,33	0,95	2,77	2,00	4,00	8,00		11,83	91,33	0,83	4,34	3,00	5,00	73,00			
25		7,69	80,33	0,93	2,89	1,00	3,00	10,00		14,33	90,67	0,94	5,40	2,00	4,00	91,00			
30		7,22	82,67	0,82	2,64	3,00	4,00	11,50		17,68	103,67	1,05	6,86	3,00	8,00	110,00			
35		8,53	81,67	0,96	3,23	2,00	6,00	13,50		17,93	100,00	1,01	6,88	3,00	8,00	128,00			
20	João Diogo	9,24	73,33	0,90	3,40	4,00	4,00	10,00		9,96	78,67	0,83	3,60	4,00	4,00	55,00			
25		10,06	83,67	0,96	3,76	5,00	5,00	12,00		15,02	92,67	0,81	5,41	4,00	5,00	69,00			
30		12,27	82,67	0,95	4,58	4,00	6,00	15,00		15,42	78,00	0,88	5,65	4,00	4,00	83,00			
35		13,42	99,33	1,12	5,22	5,00	7,00	17,00		15,34	92,33	0,87	5,61	5,00	5,00	97,00			
20	João Moutão	5,37	78,67	1,05	2,07	4,00	7,00	8,00		5,91	74,00	0,72	2,10	6,00	8,00	86,00			
25		9,79	81,00	1,07	4,72	2	6,00	10		18,84	94,00	1,06	9,06	3,00	7,00	106,00			
30		11,00	0,00	0,90	4,11	4,00	7,00	11,50		14,17	94,33	0,94	5,34	5,00	9,00	127,00			
35		13,58	92,00	1,00	6,43	3,00	8,00	13,50		22,51	90,67	0,85	10,28	4,00	8,00	148,00			
20	Marilisa	5,58	100,33	0,80	1,59	3,00	4,00	5,00		12,85	0,00	0,83	3,71	3,00	5,00	43,00			
25		5,83	99,00	0,90	1,71	3,00	4,00	5,60		13,63	112,00	0,80	3,91	3,00	5,00	54,00			
30		8,51	119,00	0,85	2,47	4,00	6,00	6,80		16,00	111,33	0,81	4,61	4,00	5,00	66,00			
35		8,78	0,00	0,85	2,55	4,00	6,00	8,00		15,89	116,33	0,83	4,59	4,00	6,00	75,00			
20	Tânia	7,58	104,33	0,80	1,95	2,00	4,00	4,30		16,79	0,00	0,89	4,44	3,00	6,00	41,00			
25		9,19	105,33	0,84	2,35	2,00	4,00	5,30		20,59	120,33	0,99	5,48	3,00	6,00	51,50			
30		10,19	121,67	0,81	2,64	2,00	4,00	6,50		21,19	144,00	0,89	5,61	3,00	6,00	62,00			
35		10,78	116,67	0,86	2,77	3,00	6,00	7,50		22,25	147,67	0,94	5,85	4,00	8,00	72,00			
20	Vanda	9,99	101,67	0,80	2,57	4,00	5,00	5,30		19,23	112,33	0,88	5,08	5,00	7,00	45,00			
25		11,90	121,00	0,86	3,12	4,00	6,00	6,60		22,43	125,00	0,90	5,95	4,00	5,00	56,50			
30		11,24	102,67	0,87	2,95	4,00	6,00	8,00		23,36	129,33	0,88	6,16	5,00	8,00	68,00			
35		13,73	134,00	0,91	3,65	4,00	6,00	9,00		26,13	141,67	0,90	6,93	5,00	7,00	79,00			

b – Dados cardiorespiratórios, PSE e carga de cada sujeito de 60% e 85% de 1RM de exercício de bicipite curl.

60%																
Sujeito	Tempo Exec.	VO2 s/lt	VO2acSF	VO2 ML.kg.min	VO2 Acumul.	HR max	HR média	R	DE kcal.min	Demin*Tempo	Carga (kg)	Nº Rep.	Lactato Min	Lactato Max	Delta Lact.	PSE - 5ª
Alexandre	2,05	18,06	37,02	16,66	34,15	176,00	164,88	0,78	5,49	11,25	25,00	27,00	6,20	9,20	3,00	5,00
Ana Miranda	2,82	22,10	62,32	17,31	48,81	180,00	156,82	0,92	4,87	13,73	13,00	31,00	1,60	3,40	1,80	5,00
Ana Nobre	2,48	12,62	31,29	11,15	27,65	170,00	138,80	0,94	3,20	7,94	16,00	30,00	0,80	2,90	2,10	4,00
Claudia	2,06	13,56	27,93	14,11	29,07	163,00	146,67	0,94	3,27	6,74	13,00	24,00	4,80	5,10	0,30	6,00
Décio	1,26	10,77	13,57	10,40	13,10	150,00	100,40	0,94	4,23	5,33	29,00	20,00	1,80	3,90	2,10	6,00
David Mag	2,18	14,43	31,46	13,08	28,51	150,00	145,78	1,11	5,01	10,92	22,00	31,00	1,60	5,90	4,30	5,00
David Rod	3,42	9,72	33,19	10,03	34,27	127,00	106,57	1,14	3,98	13,60	23,50	35,00	1,20	3,90	2,70	4,00
João Diego	1,83	15,82	28,99	15,87	29,09	124,00	114,86	1,29	6,41	11,75	29,00	30,00	1,80	3,80	2,00	7,00
João Moutão	2,81	12,59	35,38	11,76	33,05	131,00	109,33	1,13	5,71	16,05	24,00	30,00	3,80	5,10	1,30	5,00
Marília	3,78	14,20	53,68	13,88	52,47	174,00	156,40	0,83	4,02	15,20	13,50	38,00	2,70	4,70	2,00	8,00
Tânia	2,88	16,97	48,87	16,07	46,28	171,00	160,00	0,87	4,15	11,95	13,00	27,00	1,20	4,10	2,90	4,00
Vanda	1,62	17,79	28,76	14,33	23,17	0,00	0,00	0,89	3,77	6,09	16,00	20,00	2,60	3,30	0,70	8,00
85%																
Sujeito	Tempo Exec.	VO2 s/lt	VO2acSF	VO2 ML.kg.min	VO2 Acumul.	HR max	HR média	R	DE kcal.min	Demin*Tempo	Carga (kg)	Nº Rep.	Lactato Min	Lactato Max	Delta Lact.	PSE - 5ª
Alexandre	1,23	17,75	21,83	15,77	19,40	179,00	167,80	1,14	5,60	6,89	35,00	13,00	2,00	6,60	4,60	6,00
Ana Miranda	1,78	25,49	45,37	14,90	26,52	174,00	142,14	1,01	4,19	7,46	19,00	11,00	1,20	2,90	1,70	8,00
Ana Nobre	1,43	17,49	25,01	11,43	16,34	129,00	113,40	0,84	3,21	4,59	22,50					10,00
Claudia	1,40	14,94	20,92	15,03	21,04	147,00	136,50	1,00	3,54	4,96	18,00	9,00	3,00	3,60	0,60	8,00
Décio	0,72	10,89	7,80	12,62	9,04	111,00	94,00	0,92	5,30	3,80	4,00	9,00	1,40	3,00	1,60	8,00
David Mag	0,98	14,57	14,13	12,92	12,70	176,00	163,50	1,05	4,86	4,78	31,50	7,00	2,40	5,60	3,20	8,00
David Rod	1,01	12,82	12,92	12,61	12,71	130,00	125,00	1,17	4,98	5,02	33,00	11,00	3,80	5,40	1,60	8,00
João Diego	0,80	13,83	11,06	15,18	12,14	139,00	130,67	1,08	5,65	4,52	42,00	10,00	1,80	2,80	1,00	8,00
João Moutão	1,30	13,56	17,63	12,66	16,46	139,00	123,80	1,05	6,02	7,83	33,00	14,00	3,60	6,60	3,00	7,00
Marília	1,38	12,88	17,81	13,57	18,77	168,00	162,40	0,83	3,91	5,41	19,00	16,00	2,90	4,00	1,10	9,00
Tânia	0,75	13,76	10,32	13,17	9,88	157,00	151,33	0,87	3,46	2,60	18,00	9,00	1,10	2,30	1,20	8,00
Vanda	1,35	18,58	25,08	14,39	19,43	168,00	152,83	0,83	3,76	5,08	22,50	11,00	3,80	4,40	0,60	9,00

b – Dados cardiorespiratórios, PSE e carga de cada sujeito de 60% e 85% de 1RM de exercício de leg press.

Leg Press																
Sujeito	Tempo Exec	VO2 s/lt	VO2ac Sf	VO2 Ml/kg min	VO2 Acumul.	HR max	HR média	R	DE Kcal/min	Demín*Tempo	Carga (Kg)	Nº Rep.	Lactato Min	Lactato Max	Delta Lact.	PSE - 5ª
Alexandre	3,08	23,06	71,02	19,76	60,86	0,00	0,00	0,98	6,87	21,16	156,00	36,00	1,00	10,30	9,30	4,00
Ana Miranda	3,00	23,55	70,65	24,00	72,00	169,00	156,50	1,06	7,00	21,00	103,00	56,00	2,70	5,60	2,90	5,00
Ana Nobre	1,65	16,04	26,47	15,88	25,71	147,00	135,00	0,91	4,44	7,33	120,00	36,00	2,10	4,30	2,20	6,00
Claudia	4,21	22,98	96,75	23,62	99,44	154,00	140,81	1,13	5,74	24,17	130,00	57,00	1,20	8,20	7,00	4,00
Decio	1,58	19,87	31,39	19,34	30,56	136,00	124,67	0,92	8,11	12,81	234,00	31,00	2,20	6,90	4,70	5,00
David Mag	1,83	18,05	33,09	17,89	32,80	0,00	0,00	1,11	6,85	12,56	202,00	24,00	4,00	10,20	6,20	5,00
David Rod	1,06	15,75	16,69	19,01	20,15	0,00	0,00	1,04	7,33	7,77	219,00	23,00	3,10	6,10	3,00	6,00
João Diogo	4,45	23,95	106,56	23,92	106,44	132,00	119,76	1,09	9,21	40,98	165,00	100,00	2,70	5,20	2,50	7,00
João Moutão	1,75	14,35	25,11	14,58	25,52	112,00	96,57	1,09	7,04	12,32	254,00	19,00	0,90	5,10	4,20	6,00
Marília	5,15	24,73	127,36	24,58	126,59	177,00	133,15	0,92	7,29	37,54	130,00	89,00	1,20	5,40	4,20	6,00
Tânia	2,07	17,15	35,43	16,14	33,35	172,00	153,78	0,96	4,28	8,84	124,00	29,00	2,40	8,00	5,60	5,00
Vanda	2,20	24,86	54,69	23,43	51,55	156,00	142,67	0,85	6,12	13,46	136,00	36,00	2,10	5,60	3,50	8,00
Leg Press																
Sujeito	Tempo Exec	VO2 s/lt	VO2ac Sf	VO2 Ml/kg min	VO2 Acumul.	HR max	HR média	R	DE Kcal/min	Demín*Tempo	Carga (Kg)	Nº Rep.	Lactato Min	Lactato Max	Delta Lact.	PSE - 5ª
Alexandre	1,01	24,30	24,54	23,43	23,66	181,00	177,00	1,00	8,01	8,09	221,00	15,00	4,20	10,08	5,88	7,00
Ana Miranda	2,70	26,85	72,50	23,77	64,18	157,00	147,20	1,01	6,71	18,12	146,00	32,00	2,00	6,90	4,90	8,00
Ana Nobre	2,10	13,78	28,94	16,81	35,30	129,00	117,17	0,87	4,75	9,98	170,00	13,00	1,60	3,90	2,30	8,00
Claudia	1,23	18,16	22,33	17,15	21,09	137,00	130,40	0,96	3,99	4,91	186,00	10,00	1,70	4,00	2,30	8,00
Decio	0,57	13,17	7,45	15,88	8,99	0,00	0,00	0,88	6,58	3,72	332,00	14,00	3,00	11,30	8,30	7,00
David Mag	1,08	18,86	20,37	17,00	18,36	0,00	0,00	1,15	6,54	7,06	286,00	14,00	3,00	11,30	8,30	7,00
David Rod	1,12	12,66	14,14	12,71	14,19	128,00	110,60	1,45	5,38	6,01	310,00	14,00	1,10	5,00	3,90	8,00
João Diogo	1,18	14,95	17,68	15,78	18,67	129,00	127,00	1,25	6,12	7,24	235,00	9,00	1,70	2,30	0,60	8,00
João Moutão	1,00	12,38	12,38	14,24	14,24	115,00	97,00	1,04	6,79	6,79	360,00	12,00	0,80	5,60	4,80	9,00
Marília	1,38	21,43	29,64	21,68	29,99	170,00	157,80	1,04	6,57	9,09	184,00	26,00	2,00	5,60	3,60	8,00
Tânia	1,10	14,72	16,19	14,13	15,54	161,00	129,60	0,88	3,73	4,10	175,00	11,00	1,90	5,60	3,70	8,00
Vanda	2,22	28,21	62,53	24,12	53,46	162,00	148,78	0,89	6,39	14,16	192,00	26,00	2,00	5,40	3,40	9,00

85%

60%

