



Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto

Instituto Politécnico do Porto

Joana Cristina Touro Pereira Marques de Moura

A influência da idade nos parâmetros metabólicos na marcha com uma e duas bengalas

Orientador: PhD Cristina Argel de Melo

Mestrado em Fisioterapia na Comunidade

Setembro de 2013

A influência da idade nos parâmetros metabólicos na marcha com uma e duas bengalas

Joana Moura¹, Cristina Argel de Melo²

¹Escola Superior de Tecnologia da Saúde do Porto e do Instituto Politécnico do Porto; Fisioterapeuta.

²ATCFT– Área Técnico-Científica da Fisioterapia; Fisioterapeuta.

RESUMO

Introdução: A marcha implica o controlo do equilíbrio. Usando bengalas é aumentada a base de sustentação e reduzida a carga nos membros inferiores. No entanto, estão associadas ao aumento dos gastos metabólicos. **Objetivo:** Analisar a influência da idade nos parâmetros metabólicos na marcha com uma e duas bengalas, 3 pontos e 3 pontos modificada. **Métodos:** Estudo analítico transversal. Amostra: 11 jovens e 10 com idade superior a 60 anos, voluntários. Realizaram-se cinco recolhas de 10 minutos, medindo, através do aparelho “Cosmed K4b²”: consumo de oxigénio (VO₂), dióxido de carbono expirado (VCO₂) e quociente respiratório (R - substrato utilizado). **Resultados:** O CE foi significativamente inferior nos jovens relativamente ao “grupo de maiores de 60 anos” na 1BN (U=14.0 p=0.003), 2BN (U=10.0 p=0.001) e 2BM (U=18.0 p=0.008). No “grupo de maiores de 60 anos” o CE foi significativamente inferior, no sexo feminino em 1BM (U=15.0 p=0.008). A marcha 2BM apresenta CE e VCO₂ significativamente mais elevado que a MN no “grupo de maiores de 60 anos”. No VCO₂ não se observaram diferenças significativas entre grupos (p>0.05). No “grupo de mais de 60 anos”, na marcha 1BM (U=16.0 p=0.016), o VCO₂ é significativamente superior no sexo masculino. O R apresenta-se significativamente superior no grupo dos jovens em todas as marchas 1BN (U=0.00 p<0.05), 1BM (U=2.00 p<0.05), 2BN (U=2.00 p<0.05) e 2BM (U=0.00 p<0.05). **Conclusão:** A idade influencia o CE na marcha com uma ou duas bengalas seja qual o tipo de marcha, consumindo os jovens menos O₂ que o “grupo de maiores de 60 anos” e o tipo de substrato utilizado, tendo sido as proteínas o substrato mais utilizado nos jovens enquanto que nos maiores de 60 anos o substrato mais utilizado foi os lípidos. **Palavras-Chave:** Fisioterapia; Bengalas; Consumo energético; VO₂; VCO₂; R.

SUMMARY

Introduction: Walking implies the control of balance. Using walking sticks increase the support base and reduce the load on the lower limbs. However, it is associated with increase of metabolic costs. **Objective:** Analyze the influence of age on metabolic parameters in walking with one or two walking sticks (3 points and 3 points modified). **Methods:** Cross-sectional analytical study. Sample: 11 youth and 10 individuals with more than 60 years, volunteers. There were five collections of 10 minutes each, measuring VO₂, VCO₂ and R. Data were collected with "Cosmed K4b²". **Results:** The EC was significantly lower in youth when compared with the "group of more than 60 years" in 1WSN (U=14.0 p=0.003), 2WSN (U=10.0 p=0.001) and 2WSM (U=18.0 p=0.008). In the "group of more than 60 years" CE was significantly lower, in female 1WSM (U=15.0 p=0.008). Walking with 2WSM presents EC and VCO₂ significantly higher than in MN, in the "group of more than 60 years". In VCO₂ it were not found significant differences between groups (p>0.05). In the "group of more than 60 years", in the 1WSM (U=16.0 p=0.016), the VCO₂ is significantly higher in males. The R is significantly higher in the group of youth in all gears 1WSN (U=0.00 p<0.05), 1WSM (U=2.00 p<0.05), 2WSN (U=2.00 p<0.05) and 2WSM (U=0.00 p<0.05). **Conclusion:** EC is influenced by age in walking with one or two walking sticks whichever type of gait, consuming young people less O₂ than the “group of more than 60 years” and the type of substrate used, being the proteins the substrate more used in young people while in over 60 years the lipids are the substrate most commonly used. **Keywords:** Physical Therapy; Walking Sticks; Energy consumption; VO₂; VCO₂; R.

1. Introdução

A marcha humana é caracterizada por uma sequência de múltiplos movimentos cíclicos, rápidos e complexos que envolvem o avanço regular do corpo através do espaço com o mínimo dispêndio de energia (Falopa & Albertoni, 2008). Para que a marcha ocorra é necessário a interação dos sistemas sensorial e neuromusculoesquelético, isto com o mínimo consumo de energia metabólica, sendo que, em conjunto desempenham a tarefa complexa de combinações de padrões de ativação muscular características da marcha (Arantes, 2010).

O movimento da marcha implica o controlo do equilíbrio, ou seja, o centro de massa do indivíduo tem que se encontrar dentro dos limites da sua base de sustentação. Com o uso de auxiliares de marcha, como as bengalas, é aumentada a base de sustentação, permitindo assim uma maior movimentação do centro de massa do indivíduo sem perda de estabilidade (Batani & Maki, 2005) (Oatis, 2009). O seu uso é recomendado aquando o comprometimento da anca e joelho, por exemplo com próteses articulares (O'Sullivan & Schmitz, 2004). O uso de bengalas, reduz a carga nos membros inferiores durante a marcha, o que pode aliviar a dor articular, compensar a fraqueza muscular ou lesões e melhorar o equilíbrio, no entanto estão associadas a um aumento dos gastos metabólicos e fisiológicos na marcha (Batani & Maki, 2005) (Willson, Torry, Decker, & Kernozek, 2001).

De facto na marcha, durante o apoio unipodal, há um aumento das forças de compressão na cabeça femoral de cerca de quatro vezes o peso corporal e uma resposta dos músculos abdutores e adutores da anca a estas forças (Oatis, 2009). O uso de uma bengala diminui, na fase unipodal, em mais de 50% as forças de compressão na cabeça femoral contralateral à bengala, devido à transferência de peso corporal para a bengala, através do braço e mão, e à redução do momento de rotação em torno da cabeça femoral, produzida pelos músculos adutores-abdutores (Oatis, 2009). Além do descrito anteriormente, a utilização de uma só bengala no membro contralateral, faz com que o indivíduo seja capaz de ficar mais ereto, mantendo o seu centro de massa dentro da base de suporte aumentada pela bengala, promovendo o equilíbrio (Batani & Maki, 2005).

O uso de duas bengalas permite uma maior expansão da base de suporte, incentivando o padrão normal de marcha. No entanto a cadência da marcha com o uso destes auxiliares diminui em adultos jovens saudáveis (Bateni & Maki, 2005).

No início de qualquer tarefa que implique esforço ocorrerá uma geração temporária, não sustentada de ácido lático e após algum tempo as necessidades aeróbias são quase totalmente suprimidas e o organismo depende essencialmente da integridade dos ajustes cardiorrespiratórios (Neder & Nery, 2002).

O aumento lento na captação de oxigênio no início da marcha com bengalas é explicado pelo demorado processo de ajuste respiratório e circulatório, existindo um déficit de oxigênio durante dois a três minutos (Astrand & Rodahl, 1986). É importante realçar que, em indivíduos normais, em qualquer atividade física, são necessários entre três a cinco minutos para atingir um estado estacionário de gasto metabólico (*steady-state*), se o exercício está abaixo do nível anaeróbio (Schrack, Simonsick, & Ferrucci, 2010) (Whipp & Wasserman, 1972).

Para a medição do consumo energético (CE) durante a marcha, o indicador mais usado é o consumo de oxigênio (VO_2), já que o O_2 é consumido e o CO_2 é libertado (VCO_2) como consequência da aceleração da atividade metabólica, principalmente da atividade músculo-esquelética (Abe, Yanagawa, & Niihata, 2004) (Neder & Nery, 2002).

O VO_2 é o índice que melhor representa, quantitativa e qualitativamente, a capacidade funcional do sistema cardiorrespiratório durante a atividade física, sendo considerado a medida padrão ouro entre todos os índices (Waters & Mulroy, 1999). O VO_2 está diretamente relacionado com a magnitude dos ajustes cardiovasculares, pois são eles e não os ajustes pulmonares que limitam a capacidade de exercício em seres humanos saudáveis (Neder & Nery, 2002).

O VO_2 aumenta linearmente com a carga aplicada. Isto ocorre até um certo ponto, muito próximo da tolerância máxima de exercício, a partir do qual, por mais aumentada que seja a carga, o VO_2 estabiliza-se, é o designado consumo máximo de O_2 ou VO_2 máximo (Neder & Nery, 2002).

A relação entre o VO_2 e o VCO_2 é conhecida como quociente respiratório (R) e pode ser utilizada para indicar o tipo de substrato que está a ser preferencialmente oxidado por uma pessoa num dado momento (Ferrannini, 1988).

O R diminui quando os lípidos são o substrato predominante para o metabolismo, encontrando-se o valor entre 0,65 e 0,70. Em indivíduos com uma alimentação saudável, o R encontra-se normalmente entre 0,8 e 0,9. Quando ocorre a conversão de hidratos de carbono em gordura, como em casos de superalimentação, normalmente observa-se um R maior do que 1,0 (Fauci, et al., 2005).

A perda de força muscular relacionada com a idade é considerada um factor de risco de quedas em idosos, mas pode também estar associada a um maior consumo energético na marcha. Está demonstrado que o consumo energético da marcha é 33% maior em idosos do que em adultos jovens e que desenvolvem as suas atividades diárias a valores de despesa energética relativamente maiores do que os jovens adultos (Marques, et al., 2013). É possível que a redução da força muscular possa estar relacionada com o aumento do consumo energético nos idosos, pois uma velocidade de marcha mais lenta implica um maior consumo energético. Alguns autores consideram que a reduzida velocidade de marcha, por si só, pode explicar o aumento do consumo energético nos idosos, para além de factores neuromusculares e biomecânicos relacionados com o envelhecimento, como as características antropométricas, a distribuição da massa corporal, o comprimento ou frequência da passada e a amplitude de movimentos (Blondel, Berthoin, Billat, & Lensele, 2001) (Chaloupka, Kang, Mastrangelo, & Donnelly, 1997) (Fisher & Li, 2004) (Marques, et al., 2013).

O uso de uma bengala parece aumentar o consumo de O_2 em jovens, facto observado num estudo com 10 adultos jovens, com idades compreendidas entre os 22 e os 32 anos, em que o seu uso equivalia a um aumento de 33% do consumo de oxigénio. No entanto num estudo com 10 indivíduos, com idades entre os 50 e os 74 anos não houve alteração do consumo de oxigénio na marcha com uma bengala quando se comparou com a marcha normal (Bateni & Maki, 2005).

Será então que a idade tem influência nos parâmetros metabólicos em jovens e adultos com mais de 60 anos, durante a marcha com o uso de uma ou duas bengalas? Este estudo tem, pois, por objetivo analisar a influência da idade nos parâmetros

metabólicos na marcha com uma e duas bengalas, a 3 pontos (1BN e 2BN) e a 3 pontos modificada (1BM e 2BM).

2. MÉTODOS

2.1 Amostra

Para realizar este estudo foram selecionados dois grupos de voluntários da cidade do Porto: um grupo de 11 jovens (sete do sexo feminino e quatro do sexo masculino) estudantes do ensino superior com idades entre 18-22 anos e um grupo de 10 indivíduos com mais de 60 anos (cinco do sexo feminino e cinco do sexo masculino) frequentadores do programa de exercícios físicos específicos na “Associação de Moradores da Torre” com idades entre 62-75 anos.

Os critérios de inclusão definidos no estudo foram: indivíduos com idades compreendida entre os 18 e 25 anos, ou superior a 60 anos, com marcha independente e sem auxiliares.

Como critérios de exclusão definiram-se que não poderiam participar no estudo indivíduos que apresentassem doenças graves do foro neuro-músculo-esquelético, ou do foro cardiorrespiratório, história de acidente vascular cerebral nos últimos seis meses, cirurgias ortopédicas, que comprometessem os membros superiores ou inferiores, realizadas nos últimos 3 meses e por último sofressem de claustrofobia.

2.2 Instrumentos

Como instrumento de avaliação para este estudo usou-se um analisador de gases expirados em circuito aberto e portátil “Cosmed K4b²”. É um aparelho portátil e de baixo peso adequado a situações de campo. Este equipamento foi testado apresentando boa precisão e fiabilidade (Ainslie, Reilly, & Westerterp, 2003) (Choquette, Chuin, Lalancette, Brochu, & Dionne, 2009) (Freedson, Melanson, & Sirard, 1998) (Figura 1).



Figura 1 - Instrumento utilizado nas recolhas. "Cosmed K4b2".

Foram ainda utilizados uma balança e um estadiómetro para medir respetivamente o peso em kg e a altura em cm de cada voluntário, necessários para introdução dos dados de cada participante no "Cosmed K4b2".

2.3 Procedimentos

Foi realizado um estudo piloto para testar o protocolo de recolhas. Foi escolhido um percurso oval em que cada volta completa equivalia a 20 metros de comprimento, num local plano, em pavimento rígido, livre de obstáculos e sem circulação de outras pessoas.

A recolha de dados foi realizada em momentos e locais distintos, no Centro de Estudos do Movimento e Atividade Humana (CEMAH) para o grupo de jovens e na sede da "Associação de Moradores das Torres" na Pasteleira para o grupo de maiores de 60 anos. Foi marcada uma hora diferente para cada voluntário realizar a sua recolha.

Inicialmente realizou-se um teste de dominância que consistiu em chutar uma bola, percebendo-se, deste modo qual o membro inferior dominante (para obter um critério uniforme sobre o membro inferior a deslocar-se em primeiro lugar), de forma a colocar no membro superior contralateral a bengala.

As bengalas utilizadas eram reguláveis e de madeira, com o punho em forma de "T" e pesavam 1,150kg cada uma. Foram adaptadas ao tamanho de cada voluntário sendo feita a medição com o participante em pé, com a bengala afastada cerca de 10 cm do bordo lateral do pé e com os cotovelos semifletidos, a altura do punho estava à altura da pega da bengala e a ponta da bengala tocava o solo a meio da zona lateral do pé

(Alberta Bone and Joint Health Institute, 2010) (Willson, Torry, Decker, & Kernozek, 2001).

Realizou-se uma bateria de recolhas com cinco tipos de marcha. Marcha normal sem auxiliar (MN); Seguida de marcha a 3 pontos com uma bengala (1BN), neste tipo de marcha o auxiliar é transportado pelo membro superior oposto ao membro inferior dominante e avança para a frente seguido do membro inferior dominante e por fim o outro pé dará um passo para ficar ao lado do primeiro (Figura 2); Marcha a 3 pontos modificada com uma bengala (1BM), o esquema é o mesmo que o anterior, a diferença é que o segundo membro inferior a mover-se dará um passo para a frente do primeiro membro (o dominante) (Figura 3); Marcha a 3 pontos com duas bengalas (2BN), primeiro seguem as duas bengalas seguidas do membro dominante e posteriormente o membro oposto é movido para o lado do primeiro (Figura 4); Marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas (2BM), o esquema é o mesmo que o anterior, apenas difere pois o segundo membro inferior dará um passo à frente do membro inferior dominante (Figura 5).

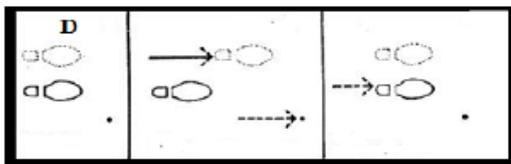


Figura 2- Marcha a 3 pontos com uma bengala.

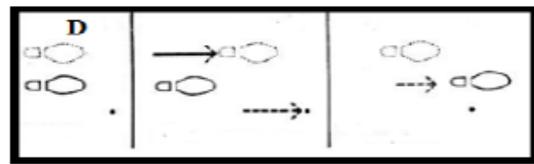


Figura 3- Marcha a 3 pontos modificada com uma bengala.

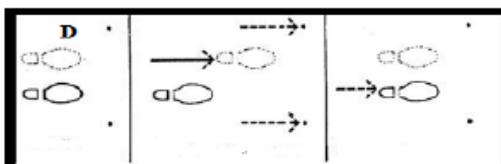


Figura 4- Marcha a 3 pontos com duas bengalas.

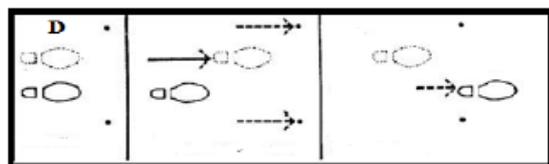


Figura 5- Marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

Foi distribuída aleatoriamente a ordem pela qual o voluntário efetuava as marchas com uma ou duas bengalas de forma a não se observar o efeito de aprendizagem. O ensino dos tipos de marcha e a habituação aos auxiliares de marcha foi realizado por fisioterapeutas, no dia anterior às avaliações. Os voluntários foram instruídos a andar numa velocidade e cadência confortáveis e que respirassem normalmente pela máscara, que lhe iria ser aplicada. A bengala quando era utilizada unilateralmente foi suportada pelo membro superior contralateral ao membro inferior dominante.

Os voluntários foram informados que a recolha de dados seria interrompida se manifestassem cansaço, ou qualquer outro problema.

Os procedimentos técnicos para calibração do aparelho “Cosmed K4b²”, foram feitos segundo as recomendações do manual técnico do equipamento (Cosmed, 02/2010). Sendo este calibrado no início de cada dia de recolha.

Os voluntários foram pesados e medidos no início das suas recolhas e posteriormente foi colocado no participante, por cima da roupa, o arnês com o aparelho “Cosmed K4b²” na parte frontal e a bateria na parte posterior (Figura 6).

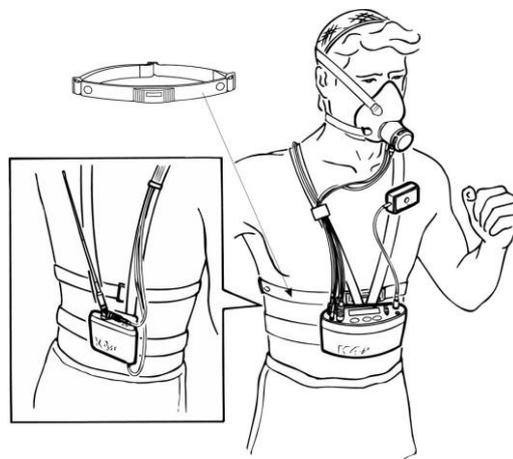


Figura 6- Modelo de colocação do “Cosmed K4b²”. (Cosmed, 02/2010).

Foram inseridos no aparelho os dados antropométricos do indivíduo e foi colocada e ajustada a máscara na face, para não haver fugas de ar.

O material de recolha foi colocado no participante minutos antes do início da recolha, para que este se habituasse ao seu uso, durante a marcha.

Iniciou-se o processo pela recolha de dados, em repouso, dos valores basais do voluntário, durante três minutos na posição de sentado, seguiram-se as recolhas de dados com os diferentes tipos de marcha. Nos 10 minutos de cada tipo de marcha, o participante percorreu as vezes necessárias o percurso oval com 20 metros, sendo apenas analisados os seis minutos finais, sendo que os quatro minutos iniciais foram estabelecidos previamente como o tempo necessário para os indivíduos atingirem o *steady-state*. Os participantes realizaram em primeiro lugar a marcha normal a um ritmo por si escolhido de maneira a ser confortável a realização das recolhas e seguidamente

utilizaram uma ou duas bengalas (aleatoriamente), sendo recolhidas as variáveis no aparelho “Cosmed K4b²”.

Para não serem influenciados na velocidade da marcha os sujeitos não foram acompanhados lateralmente, mas encontrava-se um fisioterapeuta na sua retaguarda a acompanhar a velocidade e cadência de marcha. Entre cada recolha de tipo de marcha era feito um descanso de 3 minutos e a máscara era retirada. A máscara e a turbina eram esterilizadas entre as utilizações dos diferentes voluntários.

Os dados obtidos a partir do sistema “Cosmed K4b²” foram transferidos para um computador portátil e, posteriormente, tratados através das ferramentas do *Microsoft Excel*, sendo que foram tratadas as variáveis VO_2 (consumo de oxigénio), VCO_2 (libertação de dióxido de carbono) e R (quociente respiratório). O VO_2 foi usado para estimar o consumo energético (kJ), pois sabe-se que um litro de O_2 equivale a 21kJ (Powers & Howley, 2009).

Foram analisados os dados de FEO_2 (fração expirada de O_2), $FECO_2$ (fração expirada de CO_2), FiO_2 (fração inspirada de O_2), $FiCO_2$ (fração inspirada de CO_2), VE/VO_2 (equivalente ventilatório para o O_2) e VE/VCO_2 (equivalente ventilatório para o CO_2) que eram comparados com os valores normativos relacionados com as amostras em questão de forma a serem consideradas normais e assim aceitar os valores de VO_2 , VCO_2 e R.

2.4 Ética

O estudo foi autorizado pela Comissão de ética da ESTSP- IPP. Todos os voluntários foram informados sobre os objetivos do estudo e foram esclarecidas todas as dúvidas que apresentaram. Todos os participantes assinaram o Consentimento Informado de acordo com a declaração de Helsínquia, procedendo-se posteriormente à recolha dos dados. Foi garantida a confidencialidade e anonimato dos dados dos participantes.

2.5 Estatística

O tratamento estatístico dos dados em estudo foi feito com o *Software SPSS* (Versão 21) e utilizou-se o programa *Microsoft Excel* (Microsoft Office Professional Plus 2013) para organização dos dados em tabelas e figuras.

A caracterização da amostra foi feita através de estatística descritiva. Neste estudo para a análise do consumo energético (em kJ), do volume de CO₂ produzido (em ml/min) e do quociente respiratório apresentam-se as médias dos seis minutos de marcha analisados em cada indivíduo e calculou-se a mediana e o desvio interquartis para ambos os grupos e por sexo em cada grupo.

Para testar a normalidade dos dados foi realizado o teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Para análise entre o “grupo de jovens” e “grupo de maiores de 60 anos” e entre o sexo masculino e feminino utilizou-se o teste não paramétrico de Mann-Whitney com um nível de significância de 0.05. Para verificar se existem diferenças intra-grupos utilizou-se o teste de Friedman.

3. Resultados

3.1 Caracterização da amostra

A amostra deste estudo (n=22), foi constituída por dois grupos: o “grupo de jovens” com uma idade média de 19 (\pm 1,3) anos, uma altura média de 1,70 (\pm 0,11) metros e um IMC de 22,85 (\pm 3,75) e “grupo de maiores de 60 anos” com uma idade média de 70 (\pm 4,5) anos, uma altura média de 1,62 (\pm 0,11) metros e um IMC de 26,71 (\pm 1,62) (Tabela 1). Estes valores estão dentro dos valores médios para a população portuguesa (INE, I.P., 2012).

Tabela 1 – Caracterização da amostra.

		Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Jovens (n=11)	Idade (anos)	19	1,3	18	22
	Altura (cm)	1,70	0,11	1,57	1,88
	Peso (kg)	66,45	13,0	50,00	86,00
	IMC	22,85	3,75	17,62	28,73
> 60 anos (n=10)	Idade (anos)	70	4,5	62	75
	Altura (cm)	1,62	0,11	1,45	1,79
	Peso (kg)	70,50	8,92	54,00	80,00
	IMC	26,71	1,62	24,65	29,96

Relativamente ao número de indivíduos de cada sexo, no “grupo de jovens” quatro participantes eram do sexo masculino e sete do sexo feminino e no “grupo de maiores de 60 anos” cinco elementos de cada sexo (Figura 7).

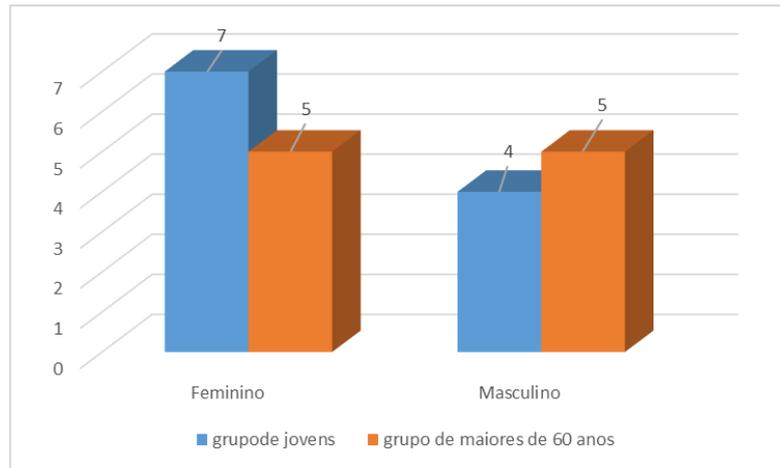


Figura 7 - Distribuição da amostra quanto ao sexo por grupo.

Os valores de IMC obtidos, e de acordo com a classificação da OMS no “grupo de jovens” 55% dos participantes estavam com “peso normal” e 27 % dos jovens da amostra encontram-se em “pré-obesidade”. No “grupo de maiores de 60 anos” 10% dos participantes estavam com “peso normal”, 70% dos participantes foram considerados “pré-obesos” e 20% obesos de grau I (Figura 8).

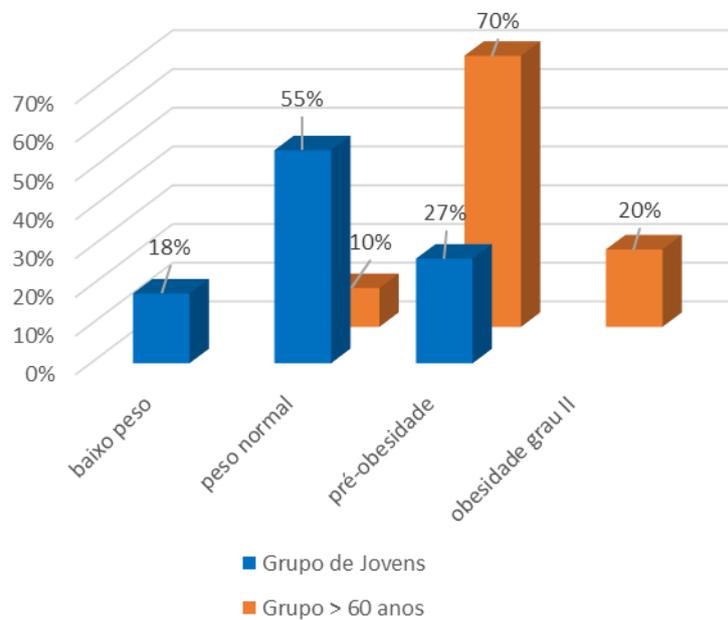


Figura 8 – Distribuição do padrão de IMC no “grupo de jovens” e “grupo de maiores de 60 anos”.

3.2 Caracterização do Consumo Energético, Volume de CO₂ produzido e Quociente respiratório

3.2.1 Consumo Energético

Tabela 2 – Consumo Energético (kJ) “grupo de jovens”.

			Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM	
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	a	9.12	24.3	16.52	19.68	19.55	20.57	
		b	7.51	19	19.18	19.44	15.34	16.11	
		c	6.34	15.24	11.97	11.81	11.66	12.64	
		d	10.44	20.89	16.23	16.8	18.26	19.81	
	Feminino	e	4.9	15.89	10.69	13.68	11.01	13.69	
		f	5.96	14.3	10.79	11.52	12.23	11.92	
		g	6.57	13.12	13.39	12.88	12.49	15.46	
		h	7.7	26.13	20.55	27.81	20.89	27.35	
		i	7.9	18.94	12.77	15.27	12.91	16.89	
		j	5.89	19.26	12.24	11.32	12.33	13.69	
		k	6.02	16.58	15.62	15.17	14.28	16.36	
	Mediana total			6.57	18.94	13.39	15.17	12.91	16.11
	Mediana masculino			8.32	19.94	16.37	18.12	16.80	17.96
Mediana feminino			6.02	16.58	12.77	13.68	12.49	15.46	
Desvio Interquartis total			1.94	5.65	4.55	7.63	6.03	6.12	
Desvio Interquartis masculino			3.48	7.27	5.48	6.56	6.65	6.88	
Desvio Interquartis feminino			1.81	4.96	4.82	3.75	2.05	3.21	

Tabela 3 - Consumo Energético (kJ) “grupo de maiores de 60 anos”.

			Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	A	9.88	19.17	20.60	22.87	20.18	22.01
		B	9.46	29.56	19.48	29.27	22.75	24.83
		C	7.00	25.42	25.30	24.68	28.13	26.50
		D	9.79	23.89	20.98	20.96	20.24	24.58
		E	11.14	22.64	21.17	23.06	26.01	29.74
	Feminino	F	7.80	14.45	15.04	14.60	16.66	15.14
		G	12.14	27.22	24.18	19.21	21.70	30.58
		H	8.17	15.00	21.45	18.12	21.37	18.86
		I	8.85	21.61	17.35	19.02	18.52	21.85
		J	8.10	17.08	13.29	15.81	16.29	18.20
Mediana total			9.16	22.13	20.79	20.09	20.81	23.30
Mediana masculino			9.79	23.89	20.98	23.06	22.75	24.83
Mediana feminino			8.17	17.08	17.35	18.12	18.52	18.86
Desvio Interquartis total			2.17	9.31	5.36	5.92	5.51	8.62
Desvio Interquartis masculino			2.28	6.59	3.20	5.06	6.86	4.82
Desvio Interquartis feminino			2.55	9.69	8.65	3.91	5.06	9.55

Quando se comparou o consumo energético entre o “grupo de jovens” e o “grupo de maiores de 60 anos” observou-se que na generalidade os participantes com mais de 60 anos apresentam um consumo energético significativamente maior que o “grupo de jovens” tanto em repouso ($U=17.0$ $p=0.006$) como em todos os tipos de marcha 1BN ($U=14.0$ $p=0.003$), 1BM ($U=23.0$ $p=0.024$), 2BN ($U=10.0$ $p=0.001$) e 2BM ($U=18.0$ $p=0.008$). Na marcha normal os dois grupos não apresentaram diferenças significativas $p>0.05$ (Figura 9).

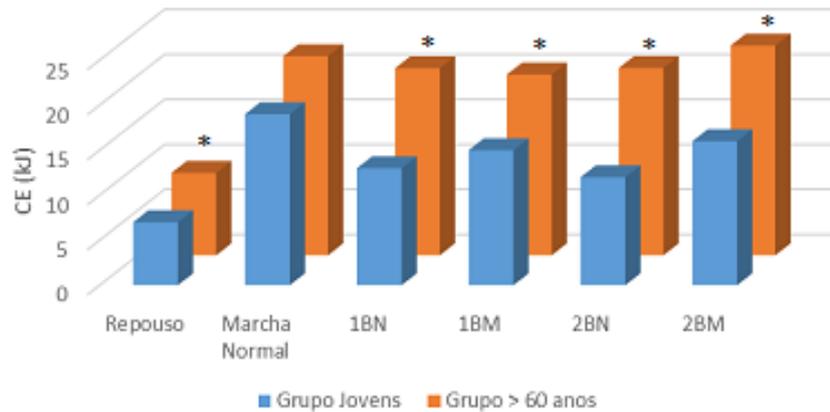


Figura 9 – Mediana do consumo energético (kJ) em ambos os grupos. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas. * valores de CE significativamente maiores no “grupo de maiores de 60 anos” quando comparados com o “grupo de jovens” *($p < 0.05$).

Tendo em conta a variação do consumo energético das diferentes marchas em relação à marcha normal nos 2 grupos, verificou-se que na marcha 2BM existe uma diminuição do consumo energético de 15% no “grupo de jovens”, enquanto que no “grupo de maiores de 60 anos” existe um aumento de 5%; em relação aos outros tipos de marcha há uma diminuição do consumo energético na marcha 2BN de 32% e 6%, na marcha 1BM de 20% e 9% e na marcha 1BN de 29% e de 6% respetivamente no “grupo dos jovens” e no “grupo de maiores de 60 anos” (Figura 10).

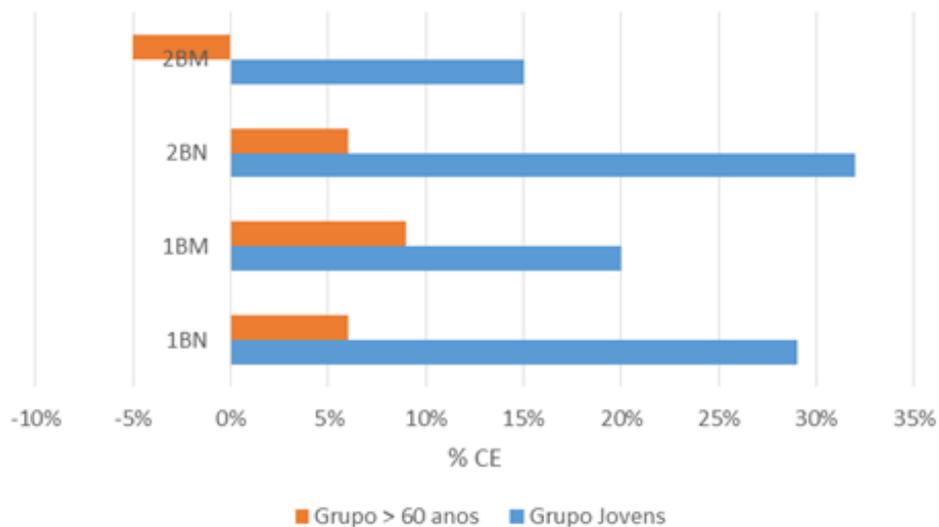


Figura 10 - Percentagem do consumo energético por tipo de marcha. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

Analisando o “grupo de jovens” observou-se que a mediana total para o consumo energético em repouso é menor na MN bem como nos diferentes tipos de marcha com bengalas. Todos os tipos de marcha com auxiliares apresentaram um consumo energético inferior à MN, sendo o tipo de marcha com maior consumo energético a marcha 2BM (Tabela 2).

No “grupo de jovens” o consumo energético foi significativamente mais baixo em repouso e nos diferentes tipos de marcha quando se compara com MN ($p < 0.05$) (Figura 11).

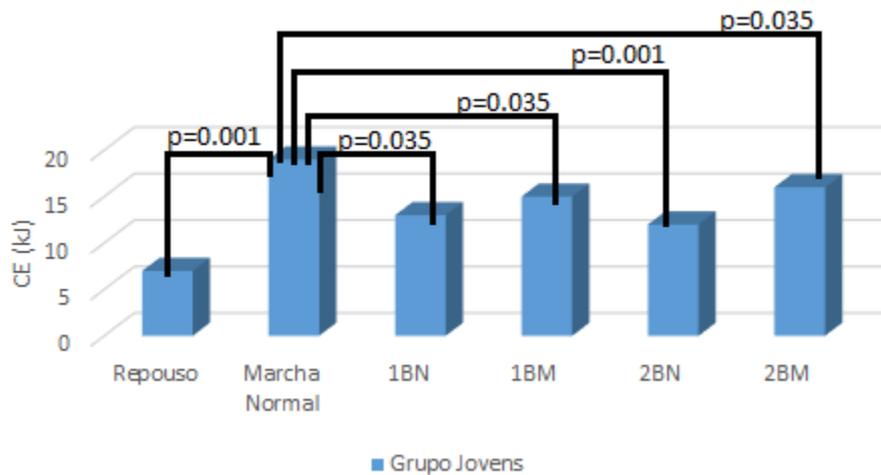


Figura 11 – Diferenças intra-grupos no consumo energético (kJ) no “grupo de jovens”. ($p < 0.05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

Em relação ao “grupo de maiores de 60 anos” observou-se que a mediana total do consumo energético em repouso é menor que na MN ou nas marchas com bengalas. Verifica-se ainda que o menor consumo energético no “grupo de maiores de 60 anos” foi 1BM, seguido de 1BN e 2BN. O tipo de marcha que envolveu maior consumo energético foi 2BM (Tabela 3). Observa-se que o valor de consumo energético no “grupo de maiores de 60 anos” foi significativamente mais alto em 2BM em relação à MN ($p = 0.011$). Em 1BN, 1BM e 2BN não apresentam diferenças significativas ($p > 0.05$). De repouso para a MN aumentou significativamente ($p = 0.002$) (Figura 12).

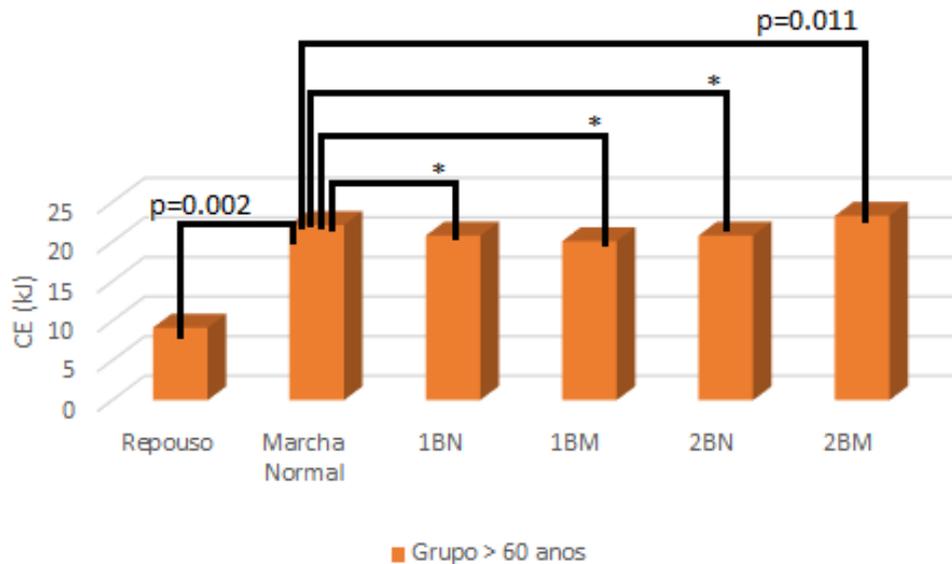


Figura 12 – Diferenças intra-grupos no consumo energético (kJ) no “grupo de maiores de 60 anos”. (* $p < 0.05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

3.2.1.1 Influência do sexo no CE na marcha com uma e duas bengalas

Quando se comparou o CE, entre sexos, no “grupo de jovens” em nenhum tipo de marcha se apresentaram diferenças significativas $p > 0.05$. No “grupo de maiores de 60 anos” observou-se que só em 1BM o sexo masculino apresentou diferenças significativamente superiores ($U=15.00$ $p=0.008$), as restantes marchas não apresentaram diferenças significativas $p > 0.05$.

No “grupo de jovens” e comparando o valor de CE em repouso em relação à MN, observa-se que os valores de repouso, no sexo masculino ($p=0.046$) e no sexo feminino ($p=0.008$), são significativamente inferiores. No “grupo de maiores de 60 anos” os valores de repouso são também significativamente inferiores, em ambos os sexos com $p=0.025$ em relação à MN. Na 1BN e 1BM, ambos os sexos, em ambos os grupos, não apresentam diferenças significativas ($p > 0.05$) em relação à MN. Na 2BN só no “grupo de jovens” se encontram valores significativamente inferiores aos da MN, no sexo feminino ($p=0.008$) e no sexo masculino ($p=0.046$). Na 2BM no “grupo de jovens” só no sexo masculino os valores do consumo energético são significativamente inferiores aos da MN ($p=0.046$) e no “grupo de maiores de 60 anos” no sexo feminino se encontram valores significativamente inferiores aos da MN ($p=0.025$).

3.2.2 Volume de CO₂ produzido

Tabela 4 - Produção de CO₂ (ml/min) no "grupo de jovens".

			Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM	
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	a	415.71	896.83	615.84	722.29	743.51	803.63	
		b	242.32	681.85	734.76	741.70	620.21	648.90	
		c	298.92	652.16	491.59	534.36	522.01	597.16	
		d	420.82	827.93	625.10	640.13	626.46	740.09	
		e	291.35	670.84	484.09	594.11	489.81	589.06	
	Feminino	f	222.90	582.67	477.52	505.92	536.36	533.09	
		g	266.58	497.15	505.14	493.80	485.97	576.37	
		h	300.56	1012.00	771.24	1141.15	760.89	1060.91	
		i	362.33	795.65	544.96	622.91	541.35	697.91	
		j	273.78	838.99	544.89	487.37	550.04	590.50	
		k	262.78	693.58	627.29	611.23	584.49	661.54	
		Mediana total		291.35	693.58	544.96	611.23	550.04	648.90
		Mediana masculino		357.31	754.89	620.47	681.21	623.33	694.50
Mediana feminino		273.78	693.58	544.89	594.11	541.35	590.50		
Desvio Interquartis total		99.55	186.83	135.69	216.38	104.45	151.03		
Desvio Interquartis masculino		163.07	220.02	184.69	176.05	167.69	177.65		
Desvio Interquartis feminino		37.78	256.32	143.20	129.11	94.68	121.55		

Tabela 5 - Produção de CO₂ (ml/min) no “grupo de maiores de 60 anos”.

			Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	A	322.20	653.55	633.90	727.49	666.16	711.05
		B	268.55	958.06	714.47	1106.40	824.55	843.74
		C	225.19	833.62	751.46	728.38	808.24	774.32
		D	234.55	667.34	622.64	619.62	596.55	753.63
		E	290.11	694.26	606.74	636.67	750.07	851.53
	Feminino	F	210.03	498.75	525.11	459.73	565.38	479.08
		G	363.55	923.27	808.38	632.06	771.64	990.84
		H	196.69	418.33	626.82	533.10	621.66	519.12
		I	223.00	718.10	576.73	610.93	529.74	691.57
		J	243.73	541.77	427.17	500.06	545.19	602.20
Mediana total			239.14	680.80	624.73	625.84	643.91	732.34
Mediana masculino			268.55	694.26	633.90	727.49	750.07	774.32
Mediana feminino			223.00	541.77	576.73	533.10	565.38	602.20
Desvio Interquartis total			78.38	325.02	159.89	202.88	220.46	264.26
Desvio Interquartis masculino			76.29	235.39	118.28	289.25	185.04	115.30
Desvio Interquartis feminino			100.28	362.15	241.46	141.60	159.19	342.10

Quando se comparou a produção de CO₂ entre os grupos observou-se que apesar do “grupo de maiores de 60 anos” apresentar maiores valores de VCO₂ eles não foram estatisticamente diferentes dos valores do “grupo de jovens” (p>0,05) (Figura 13).

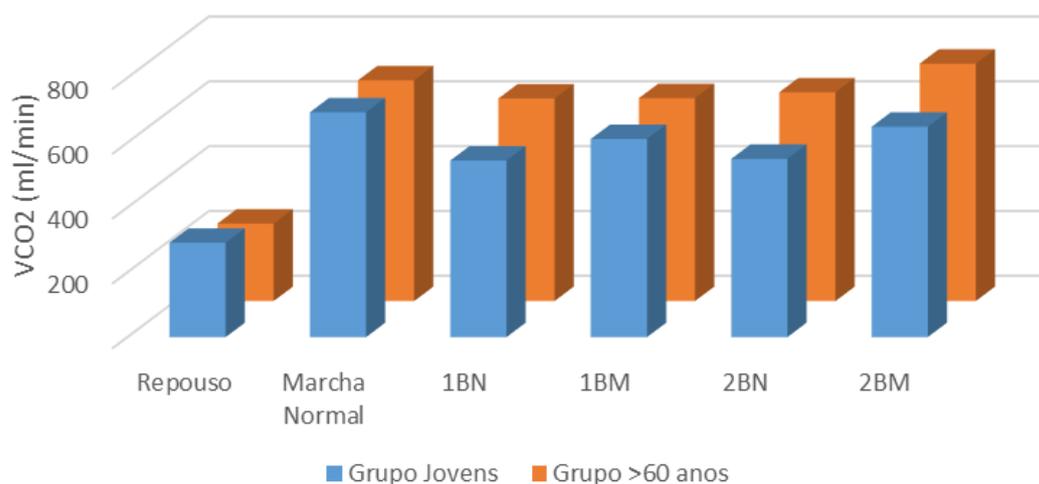


Figura 13 - Mediana da produção de CO₂ (ml/min) em ambos os grupos. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

Tendo em conta a variação do consumo energético das diferentes marchas em relação à marcha normal observou-se que nas marchas 2BN, 1BM e 1BN tanto no “grupo de jovens” como no “grupo de maiores de 60 anos” há uma diminuição da produção de CO₂ de, respetivamente, 21% e 5 %, de 12% e 8% e de 21 % e 8%. Na marcha 2BM os dois grupos divergiram sendo que no “grupo de jovens” há uma diminuição de 6% enquanto que no “grupo de maiores de 60 anos” há um aumento da produção de CO₂ de 7% (Figura 14).

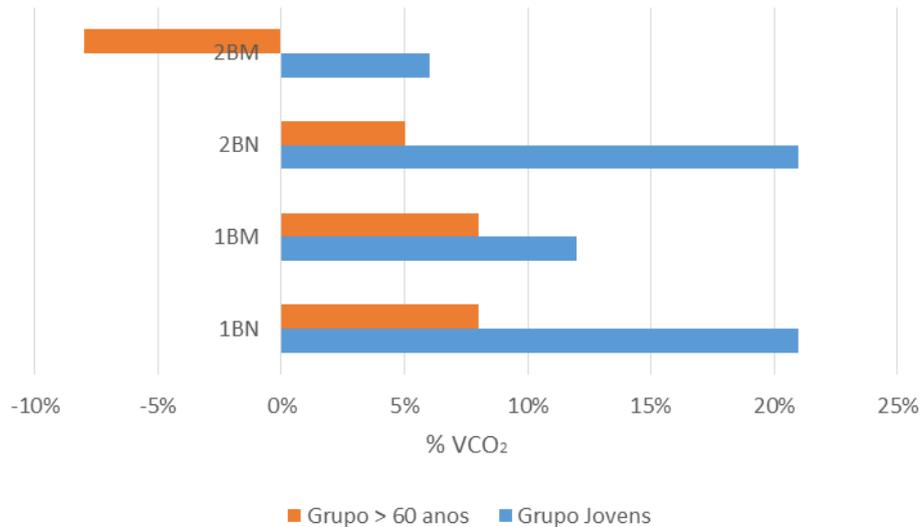


Figura 14 - Percentagem da produção de CO₂ por tipo de marcha. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

O valor da produção de CO₂ na MN é sempre superior aos valores obtidos nos quatro tipos de marchas com bengalas no “grupo de jovens” e no valor de repouso (sendo este sempre o mais reduzido). De forma decrescente dos valores de VCO₂ encontra-se 2BM, 1BM, 2BN e 1BN (Tabela 4). No “grupo de jovens” e pela aplicação do teste de Friedman observaram-se valores significativamente inferiores no VCO₂ no repouso e nos diferentes tipos de marcha quando comparados com a MN ($p < 0.05$) (Figura 15).

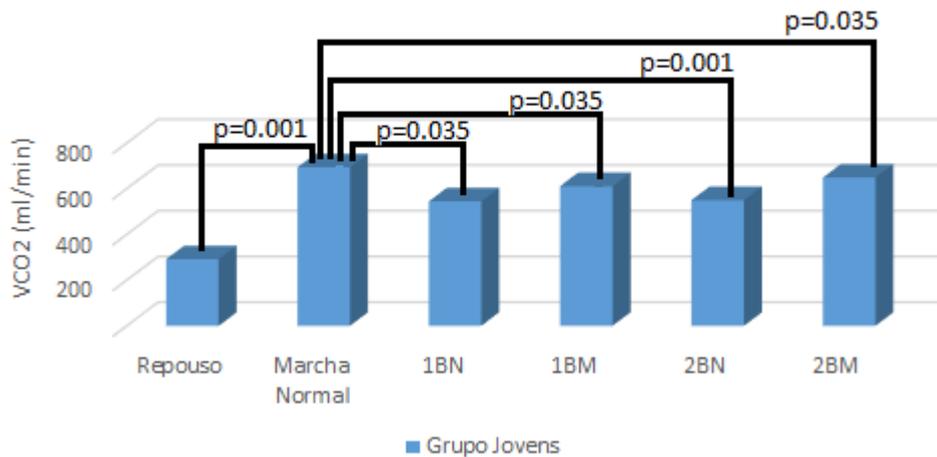


Figura 15 - Diferenças intra-grupos no VCO₂ no “grupo de jovens”. ($p < .05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

No “grupo de maiores de 60 anos” e analisando a tabela 5 o valor de VCO₂ em repouso é inferior aos diferentes tipos de marcha em estudo. A produção de CO₂ foi maior na 2BM, diminuindo na MN, 2BN, 1BM e 1BN, respectivamente. Observa-se que o valor de VCO₂ no “grupo de maiores de 60 anos” foi significativamente mais alto em 2BM em relação à MN ($p=0.058$) e em repouso foi significativamente mais baixo em relação à MN ($p=0.002$). 1BN, 1BM e 2BN não apresentam diferenças significativas ($p > 0.05$) (Figura 16).

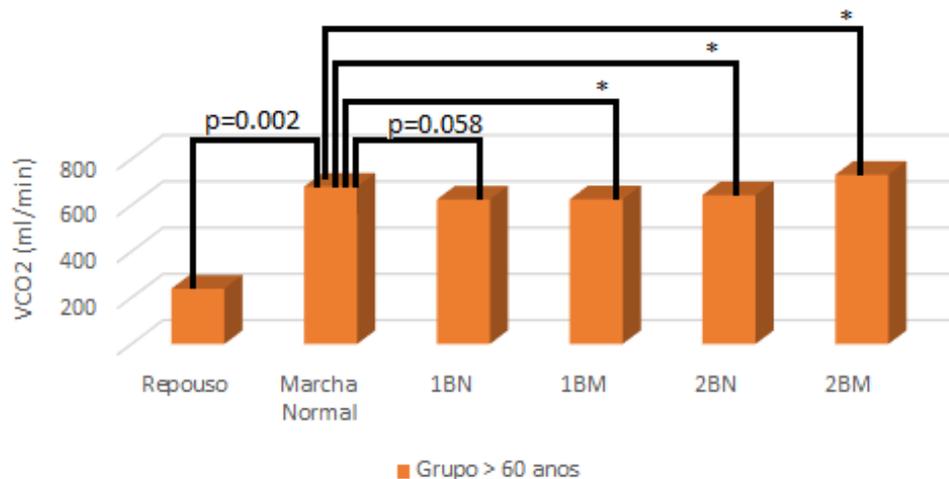


Figura 16 - Diferenças intra-grupos no VCO₂ “grupo de maiores de 60 anos”. (* $p > 0.05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

3.2.2.1 Influência do sexo no VCO₂ na marcha com uma e duas bengalas

Quando se comparou o VCO₂ entre sexos no “grupo de jovens” em nenhum tipo de marcha se encontrou diferenças significativas $p>0.05$. No “grupo de maiores de 60 anos” observou-se que só na marcha 1BM ($U=16.0$ $p=0.016$) o sexo feminino apresenta valores significativamente inferiores ao sexo masculino, as restantes marchas não apresentaram diferenças significativas $p>0.05$.

No “grupo de jovens” e comparando com o valor de VCO₂ da MN, observa-se que os valores de repouso, no sexo masculino ($p=0.046$) e no sexo feminino ($p=0.008$), são significativamente inferiores. No “grupo de maiores de 60 anos” os valores de VCO₂ em repouso são também significativamente inferiores, em ambos os sexos com $p=0.025$ em relação à MN. Na 1BN só no “grupo de jovens” se encontram valores significativamente inferiores aos da MN no sexo masculino ($p=0.025$). Na 1BM e 2BN, ambos os sexos, em ambos os grupos, não apresentam diferenças significativas ($p>0.05$) em relação à MN. Na 2BM só no “grupo de jovens” se encontram valores significativamente inferiores aos da MN no sexo feminino ($p=0.008$) e no sexo masculino ($p=0.046$). As restantes marchas não apresentaram diferenças significativas entre os sexos nos dois grupos ($p>0.05$).

3.2.3 Quociente Respiratório

Tabela 6- Quociente respiratório "grupo de jovens".

		Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM	
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	a	0.94	0.77	0.78	0.77	0.81	0.82
		b	0.70	0.74	0.81	0.82	0.87	0.84
		c	0.99	0.89	0.86	0.95	0.94	0.99
		d	0.82	0.83	0.80	0.80	0.73	0.78
		e	1.25	0.89	0.96	0.91	0.94	0.91
	Feminino	f	0.78	0.85	0.93	0.92	0.93	0.95
		g	0.85	0.80	0.79	0.80	0.82	0.78
		h	0.81	0.80	0.79	0.86	0.76	0.81
		i	0.96	0.88	0.89	0.86	0.88	0.87
		j	0.98	0.91	0.93	0.90	0.93	0.90
		k	0.92	0.88	0.84	0.84	0.85	0.85
		Mediana total	0.92	0.85	0.84	0.86	0.87	0.85
		Mediana masculino	0.88	0.80	0.81	0.81	0.84	0.83
Mediana feminino	0.92	0.88	0.89	0.86	0.88	0.87		
Desvio Interquartis total	0.17	0.09	0.14	0.11	0.12	0.10		
Desvio Interquartis masculino	0.25	0.13	0.07	0.14	0.18	0.16		
Desvio Interquartis feminino	0.17	0.09	0.14	0.08	0.11	0.10		

Tabela 7 - Quociente respiratório “grupo de maiores de 60 anos”.

			Repouso	Marcha Normal	1BN	1BM	2BN	2BM
Valor médio dos 6 minutos de marcha analisados	Masculino	A	0.69	0.72	0.66	0.67	0.70	0.68
		B	0.58	0.70	0.77	0.80	0.74	0.71
		C	0.67	0.69	0.62	0.62	0.60	0.62
		D	0.50	0.60	0.62	0.63	0.61	0.64
		E	0.55	0.65	0.60	0.58	0.61	0.60
	Feminino	F	0.55	0.72	0.74	0.66	0.71	0.67
		G	0.62	0.71	0.71	0.69	0.75	0.69
		H	0.50	0.59	0.62	0.61	0.61	0.58
		I	0.52	0.71	0.71	0.68	0.61	0.67
		J	0.63	0.67	0.66	0.67	0.70	0.69
Mediana total			0.57	0.69	0.66	0.66	0.65	0.67
Mediana masculino			0.58	0.69	0.62	0.63	0.61	0.64
Mediana feminino			0.55	0.71	0.71	0.67	0.70	0.67
Desvio Interquartis total			0.12	0.07	0.10	0.06	0.11	0.07
Desvio Interquartis masculino			0.16	0.08	0.10	0.14	0.11	0.08
Desvio Interquartis feminino			0.11	0.09	0.08	0.05	0.12	0.07

Quando se compara a mediana de R entre o “grupo de jovens” e o “grupo de maiores de 60 anos” observou-se que os participantes com mais de 60 anos apresentam um valor de R significativamente inferior tanto em repouso ($U=0.00$ $p<0.05$) como entre todos os tipos de marcha: MN ($U=0.00$ $p<0.05$), 1BN ($U=0.00$ $p<0.05$), 1BM ($U=2.00$ $p<0.05$), 2BN ($U=2.00$ $p<0.05$) e 2BM ($U=0.00$ $p<0.05$) (Figura 17).

A influência da idade nos parâmetros metabólicos na marcha com uma e duas bengalas

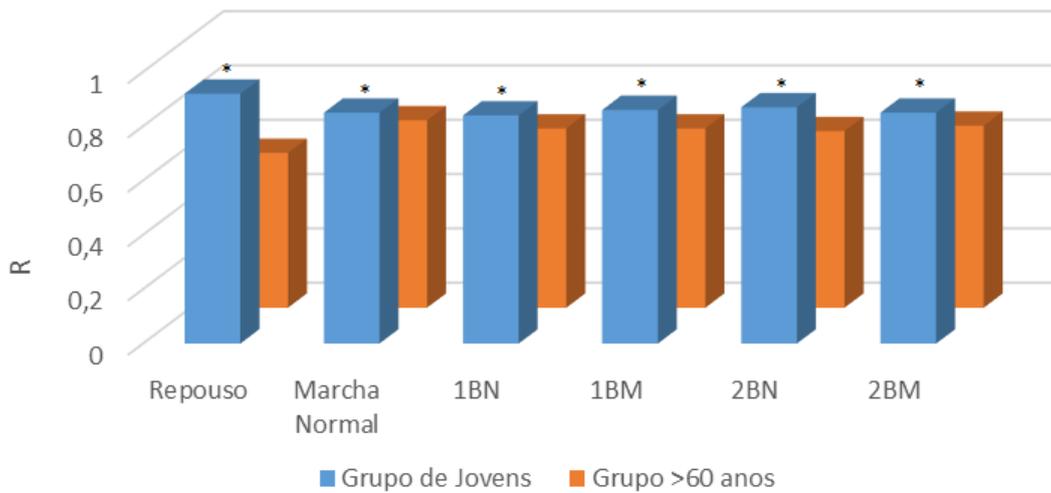


Figura 17 - Mediana do quociente respiratório em ambos os grupos. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas. * valores de CE significativamente maiores no “grupo de maiores de 60 anos” quando comparados com o “grupo de jovens” ($p < 0.05$).

Em relação à MN o valor de R em todos os tipos de marcha no “grupo de maiores de 60 anos” diminui 3% (2BM), 6% (2BN), 4% (1BM) e 4% (1BN). No “grupo de jovens”, relativamente a 2BM e à MN não há alterações do valor de R. Nas marchas 2BN e 1BM observa-se um aumento do valor de R de 2% e 1%, respetivamente, em relação à MN e na marcha 1BN existe uma diminuição do valor de R de 1% (Figura 18).

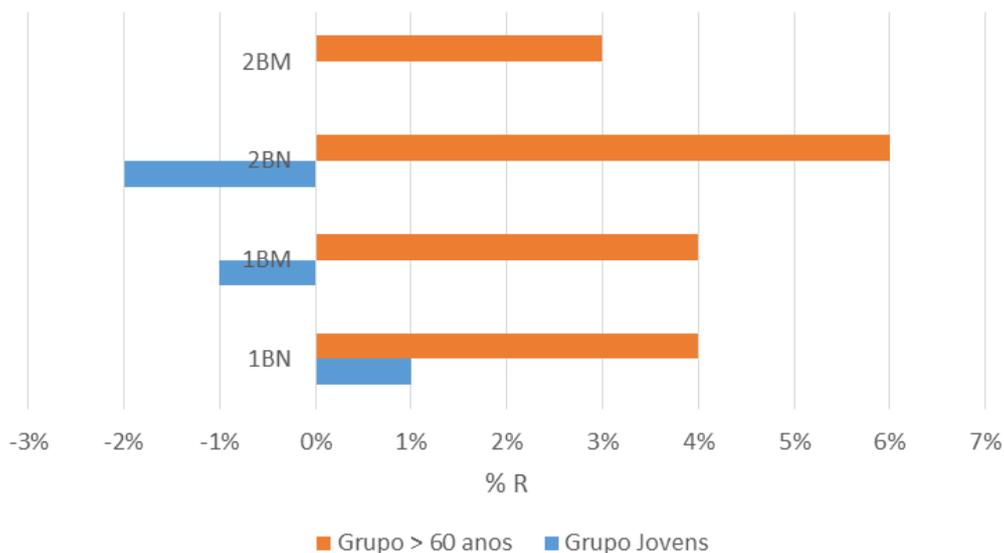


Figura 18 - Percentagem do quociente respiratório por tipo de marcha. 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

Analisando os valores da mediana total do quociente respiratório no “grupo de jovens”, observa-se que o valor em repouso é o mais elevado. O menor valor foi obtido

na marcha 1BN, aumentando respetivamente em MN, 2BM, 1BM e 2BN (Tabela 6). Embora não se observem diferenças significativas nos valores de R no “grupo de jovens” entre o repouso e os diferentes tipos de marcha em relação à MN ($p>0.05$) (Figura 19).

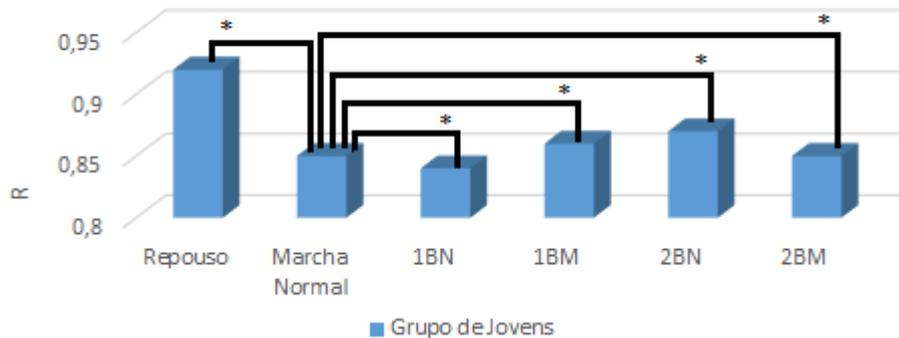


Figura 19 - Diferenças intra-grupos no R no “grupo de jovens”. (* $p>0.05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

No “grupo de maiores de 60 anos” o valor de R em repouso é menor que nos diferentes tipos de marcha, seguido de 2BN, 1BM, 2BM e o valor mais elevado é encontrado na MN (Tabela 7). Mas não se observam diferenças significativas nos valores de R no “grupo de maiores de 60 anos” entre os diferentes tipos de marcha em relação à MN ($p>0.05$). Só de repouso para a MN aumentou significativamente ($p=0.002$) (Figura 20).

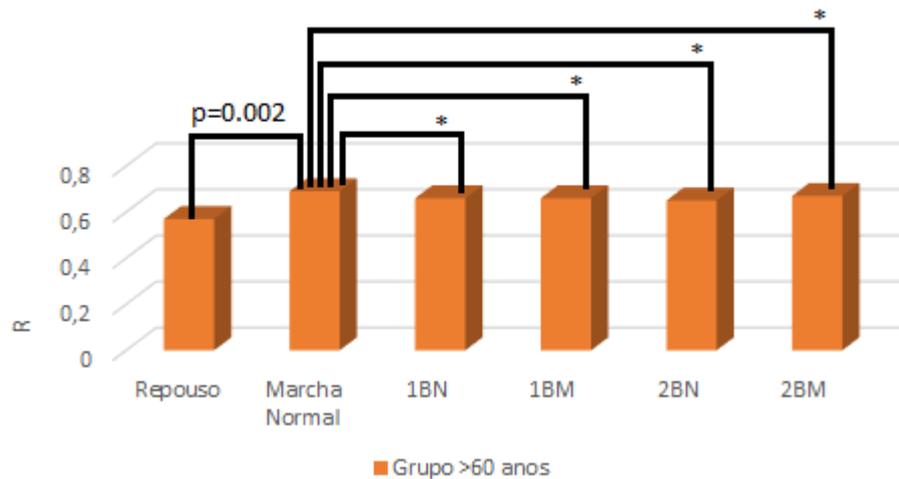


Figura 20 - Diferenças intra-grupos no R no “grupo de maiores de 60 anos”. (* $p > 0,05$). 1BN - marcha a 3 pontos com uma bengala; 1BM - marcha a 3 pontos modificada com uma bengala; 2BN - marcha a 3 pontos com duas bengalas; 2BM - marcha a 3 pontos modificada com duas bengalas.

3.2.3.1 Influência do sexo no Quociente respiratório na marcha com uma e duas bengalas

Quando se comparou o R entre sexos no “grupo de jovens” e no “grupo de maiores de 60 anos” nenhum tipo de marcha apresentou diferenças significativas $p > 0,05$.

No “grupo de jovens” e comparando o valor de R em repouso com a MN, observa-se que não se encontram diferenças significativas entre o sexo masculino e o sexo feminino $p > 0,05$. No “grupo de maiores de 60 anos” os valores de R em repouso são significativamente inferiores, em ambos os sexos com $p = 0,025$ em relação à MN. Nos quatro tipos de marcha com bengalas (1BN, 1BM, 2BN e 2BM) ambos os sexos, em ambos os grupos, não apresentam diferenças significativas ($p > 0,05$) em relação à MN.

4. Discussão

Observou-se que, em todos os indivíduos do estudo, qualquer tipo de marcha provoca um aumento do consumo energético e da produção de CO_2 , em relação à sua situação de repouso, o que seria de esperar pois toda a actividade consome O_2 e o CO_2 é libertado. Em alguns tipos de marcha com bengalas a produção de CO_2 é mais elevada, e este facto pode ser explicado quando ocorre produção de ácido láctico pelo trabalho muscular (Neder & Nery, 2002) (McArde, Katch, & Katch, 1994).

Verifica-se neste estudo que, em ambos os grupos, qualquer tipo de marcha com bengalas proporciona um menor consumo energético em relação à MN, exceptuando-se a marcha 2BM no “grupo de maiores de 60 anos”. No “grupo de jovens” verifica-se uma diminuição estatisticamente significativa do consumo energético em todos os tipos de marcha com bengalas, comparando com a MN sendo também esta a apresentar um aumento significativo da produção de CO₂. Em relação ao “grupo de maiores de 60 anos” o tipo de marcha com bengalas onde se verificou diferenças significativamente superiores de consumo energético e de produção de CO₂, em relação à MN, foi na 2BM, possivelmente, por implicar uma maior coordenação e maior esforço físico devido à utilização das duas bengalas.

Em ambos os grupos do estudo os valores do consumo energético no sexo masculino são sempre superiores ao sexo feminino como sugerem Waters & Mulroy (1999) sendo de esperar que no sexo masculino se observasse um VO₂ máximo superior em comparação com o sexo oposto. Por conseguinte a produção de CO₂ é também superior no sexo masculino em todas as situações e em ambos os grupos. Embora não se tenham encontrado aumentos significativos no “grupo de jovens”, excepto no “grupo de maiores de 60 anos”, em 1BM, o sexo masculino apresentou valores significativamente superiores de consumo energético e VCO₂ relativamente ao sexo feminino.

A marcha com bengalas apresenta-se como a que dispense maior energia, mas nesses estudos levanta-se a questão do pouco tempo para habituação à utilização das mesmas (Jones, Silva, Silva, & Colucci, 2012). No presente estudo o consumo energético é sempre inferior no “grupo de jovens” quando comparado com os mais velhos o que seria de esperar pois a capacidade funcional do sistema cardiovascular, expresso pelo VO₂ máximo, tende a declinar com a idade (Astrand & Rodahl, 1986) (Aidar, et al., 2006) (Marques, et al., 2013). As diferenças encontradas entre os dois grupos e entre os diferentes tipos de marcha podem também ter sido devido às diferentes velocidades de marcha (Bateni & Maki, 2005) (Hovington, Nadeau, & Leroux, 2009). Embora neste estudo a velocidade não tenha sido imposta, porque o objetivo era que os indivíduos realizassem 10 minutos de marcha a uma velocidade auto seleccionada, como numa situação da vida real a marcha a três pontos modificada é mais parecida com a marcha normal do que a de três pontos. Porém pensa-se que a avaliação da velocidade da marcha, inicialmente programada através do uso de

acelerometria, e posterior relação com o CE teria sido o ideal. No entanto por problemas relacionadas com as recolhas tal não foi possível fazer.

As diferenças entre os valores de consumo energético podem ser explicadas conforme o substrato utilizado pelos jovens ou pessoas com mais de 60 anos. No estudo realizado, verificou-se através do valor do quociente respiratório que o substrato utilizado durante a marcha pelos jovens em repouso é essencialmente de proteínas. Mantendo-se as proteínas, o substrato, a ser oxidado na marcha, com ou sem bengalas (Dias, Silva Filho, Cômodo, & Tomaz, 2009). No “grupo de maiores de 60 anos” o metabolismo é predominantemente de lípidos em repouso e quando existe atividade de marcha, com ou sem bengalas, mantém-se os lípidos a ser preferencialmente oxidados (Whipp, Rossiter, & Ward, 2002).

O presente estudo apresentou como principais limitações o reduzido número da amostra e o facto da velocidade de cada marcha não ter sido avaliada.

5. Conclusão

A idade influencia o CE na marcha com uma ou duas bengalas seja qual o tipo de marcha, consumindo o “grupo de jovens” menos O₂ que o “grupo de maiores de 60 anos”. A idade também influencia o tipo de substrato utilizado na marcha com uma ou duas bengalas tendo sido as proteínas o substrato mais utilizado nos jovens enquanto que nos maiores de 60 anos o substrato mais utilizados foi os lípidos. A marcha menos recomendada a nível de CE para o “grupo de maiores de 60 anos” foi a marcha a três pontos modificada com duas bengalas e a mais recomendada para este grupo foi a marcha a três pontos modificada com uma bengala. Os jovens parecem consumir menos energia na marcha a três pontos modificada com duas bengalas.

A importância deste estudo para a prática clínica do Fisioterapeuta é premente pois permite que o aconselhamento dos auxiliares de marcha seja realizado com mais evidência.

6. Referências bibliográfica

1. Abe, D., Yanagawa, K., & Niihata, S. (2004). Effects of load carriage, load position, and walking speed on energy cost of walking. *Applied Ergonomics*, 35, pp. 329-335.

2. Aidar, F. J., Carneiro, A., Silva, A., Reis, V., Silva Novaes, G., & Rodrigo, P. (2006). A prática de atividades físicas e a relação da qualidade de vida com o VO₂ máx. predito. *Motricidade* 2(3), pp. 167-177.
3. Ainslie, P., Reilly, T., & Westerterp, K. (2003). Estimating human energy expenditure. *Sports medicine*, v. 33, n. 9, pp. p. 683-698.
4. Alberta Bone and Joint Health Institute. (2010). How to fit and safely use your walker, cane and crutches after surgery.
5. Arantes, M. (2010). Método do reconhecimento da marcha humana por meio da fusão das características do movimento global. *Tese de Doutorado da Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo*.
6. Astrand, P.-O., & Rodahl, K. (1986). *Textbook of work physiology - Physiological bases of exercise, 3^a edition*. McGraw-Hill International Editions - Medical Science Series.
7. Bateni, H., & Maki, B. E. (Janeiro de 2005). Assistive Devices for Balance and Mobility: Benefits, Demands, and Adverse Consequences. *Arch Phys Med Rehabil*, vol 86.
8. Choquette, S., Chuin, A., Lalancette, D., Brochu, M., & Dionne, I. (2009). Predicting energy expenditure in elders with the metabolic cost of activities. *MEd Sci Sports Exerc*, 41 (10), pp. 1915-1920.
9. Cosmed. (02/2010). K4b2 User manual. XXI Edition.
10. Dias, A., Silva Filho, A., Cômodo, A., & Tomaz, B. (30 de Janeiro de 2009). Gasto Energético Avaliado pela Calorimetria Indireta. *Projeto Diretrizes. Associação Brasileira de Nutrologia; Sociedade Brasileira de Nutrição Parenteral e Enteral; Sociedade Brasileira de Clínica Médica*.
11. Fallopa, F., & Albertoni, W. (2008). *Ortopedia e Traumatologia*. Manole .
12. Fauci, A., Braunwald, E., Kasper, D., Hauser, S., Longo, D., Jameson, J., & et al. (2005). *Harrison's Principles of Internal Medicine*; 16th ed. New York: McGraw-Hill.
13. Ferrannini, E. (1988). The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism*, pp. 37:287-301.
14. Freedson, P., Melanson, E., & Sirard, J. (1998). Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(5), pp. 777-781.
15. Hovington, C. L., Nadeau, S., & Leroux, A. (17 de Setembro de 2009). Comparison os Walking parameters and Cardiorespiratory Changes during the 6-Minute Walk Test in Healthy Sexagenarians and Septuagenarians. *Gerontology*.
16. INE, I.P. (2012). Anuário Estatístico de Portugal 2011. Lisboa • Portugal: Instituto Nacional de Estatística, IP.
17. Jones, A., Silva, P., Silva, A., & Colucci, M. (2012). Evaluation of immediate impact of cane use on energy expenditure during gait in patients with knee osteoarthritis. *Gait & Posture*, 35, pp. 435-439.
18. Marques, N. R., LaRoche, D. P., Hallal, C. Z., Crozara, L. F., Morcelli, M. H., Karuka, A. H., Gonçalves, M. (2013). Association between energy cost of walking, muscle activation, and biomechanical parameters in older female fallers and non-fallers. *Clinical Biomechanics*.
19. Neder, J. A., & Nery, L. E. (Outubro de 2002). Teste de Exercício Cardiopulmonar. *J Pneumol* 28 (supl 3).

20. Oatis, C. (2009). *Kinesiology : the mechanics and pathomechanics of human movement*. Baltimore : Lippincott Williams & Wilkins.
21. O'Sullivan, S., & Schmitz, T. (2004). *Fisioterapia: Avaliação e Tratamento*. Manole.
22. Powers, S., & Howley, E. (2009). *Exercise physiology: theory and application to fitness and performance*. 7th ed.. McGraw-Hill.
23. McGraw-Hill.
24. Schrack, J., Simonsick, E., & Ferrucci, L. (2010). Comparison of the Cosmed K4 b2 Portable Metabolic System in Measuring Steady-State Walking Energy Expenditure. *Plos one*, e9292.
25. Trost, S. (2007). State of the Art Reviews: Measurement of Physical Activity in Children and Adolescents. *American Journal of Lifestyle Medicine*.
26. Waters, R., & Mulroy, S. (1999). Energy expenditure of normal and pathologic gait. *Gait & Posture*, 9, pp. 207-231.
27. Whipp, B., Rossiter, H., & Ward, S. (2002). Exertional oxygen uptake kinetics: a stamen of stamina? . *Biochemistry Society Transactions*, pp. 30, 237–247.
28. Whipp, J., & Wasserman, K. (1972). Oxygen Uptake Kinetics for Various Intensities of Constant-Load Work. *Journal of Applied Physiology*, 3, 33, 351-356.
29. Willson, J., Torry, M., Decker, M., & Kernozek, T. (2001). Effects of walking poles on lower extremity gait mechanics. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, pp. 33(1), 142-147.

