

EMAGRECIMENTO: COMPOSIÇÃO DA DIETA E EXERCÍCIO FÍSICO**Roberta Kloster^{1,2}, Rafaela Liberali¹****RESUMO**

O objetivo deste levantamento bibliográfico foi analisar a efetividade da composição da dieta e dos tipos de exercícios físicos no controle do peso corporal. Para este estudo foram selecionados 32 artigos sobre influência dos diferentes tipos de dieta e de exercício físico no emagrecimento. Excetuando-se por um estudo (em animais), o restante analisou indivíduos de ambos os gêneros com faixa etária média de 38,5 anos. A proporção dos macronutrientes na dieta pode interferir diretamente na homeostase energética, levando à alterações na ingestão calórica, metabolismo energético, via de oxidação e termogênese induzida pela dieta. A respeito disso, a dieta hiperproteica demonstrou ser a mais termogênica quando comparada às dietas hiperglicidas e hiperlipídicas, sendo também a dieta mais saciatória dentre as outras. Os estudos demonstraram também que o exercício físico é um mecanismo eficiente que contribui na redução do peso corporal, aliado a outros hábitos saudáveis. Apesar das controvérsias em relação à intensidade e duração do exercício ideal para redução do peso, os estudos direcionados para exercícios mais intensos demonstraram ser mais eficientes no controle do peso corporal, pois além de contribuir para redução da porcentagem de gordura corporal favoreceu o aumento e/ou manutenção da massa magra. Ainda há discrepâncias entre os estudos, devido às diferenças metodológicas aplicadas como: características da amostra, tempo de exposição à dieta, intensidade e duração do exercício. Sugere-se a realização de outros estudos mais controlados, mas de acordo com a análise é válido concluir que exercícios anaeróbios e dietas ricas em proteínas influem positivamente na redução do peso.

Palavras-Chave: macronutrientes, dieta, exercício, emagrecimento

1- Programa de Pós-graduação Lato-Sensu da Universidade Gama Filho – Bases Nutricionais da Atividade Física – Nutrição Esportiva

2- Graduada em Educação Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina

ABSTRACT

Slimming: diet composition and physical exercise

The objective of this bibliographical rising was analyzing the effectiveness of diet composition and type of physical exercises in the control of the corporal weight. For this study there selected 32 articles about the influence of different types of diet and physical exercise in weight loss. Except for one study (in animals), the remainder examined individuals of the both sexes with average age of 38.5 years. The proportion of macronutrients in diet can interfere directly in the energy homeostase, leading to changes in energy intake, energy metabolism, oxidation pathway and diet-induced thermogenesis. About this, the high-protein diet proceed to be the most thermogenic, when compared to high-lipid diet and high-carbohydrate diet, is also the most satiating among the others. The studies also showed that the physical exercise is an mechanism efficient that contributes in the reduction of corporal weight, allied the other health habits. Despite the controversies regarding the intensity and duration of ideal exercise to reducing the weight, the studies directed to more intense exercise have proved most effective in controlling body weight, since in addition to contributing to reducing the fat percentage, favored the increase and/or maintenance of lean mass. There are still discrepancies between the studies, because of methodological differences applied as: characteristics of the sample, exposure time to diet, intensity and duration of the exercise. It is suggested the holding of other studies more controlled, but according to the analysis is valid to conclude that anaerobic exercises and diets rich in protein impacting positively on reducing the weight

Key Words: macronutrient, diet, exercise, slimming.

Endereço para Correspondência:

roberta_kloster@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

A obesidade, doença integrante do grupo de Doenças Crônicas Não-Transmissíveis é o acúmulo excessivo de gordura corporal em extensão tal, que acarreta prejuízos à saúde dos indivíduos. A etiologia da obesidade é um processo multifatorial que envolve aspectos ambientais e genéticos.

Atualmente, a obesidade é um problema de saúde pública mundial, tanto os países desenvolvidos como os em desenvolvimento apresentam elevação de sua prevalência (Pinheiro e colaboradores, 2004).

Quanto à prevenção e o controle das doenças não-transmissíveis, há de se reservar lugar de destaque para ações de educação em alimentação e em nutrição e para a prática de atividades físicas que alcancem de forma eficaz todas as camadas sociais da população (Monteiro e colaboradores, 1995a). Não só como prevenção, mas estas duas estratégias também correspondem às principais formas de tratamento não-farmacológico da obesidade.

Estudos comprovam que para conseguir a diminuição da massa adiposa é necessária a existência de balanço energético negativo, condição na qual o gasto energético supera o consumo de energia (Hill, Drougas e Peters, 1993). Os estoques de energia do organismo são consumidos para sustentar os processos metabólicos, o que leva a perda de peso, frente ao déficit energético. O gasto energético é influenciado por três componentes, demonstrado por Hill e colaboradores (1993) como: Gasto energético = TMB + Exercício físico + ETA, sendo que a TMB é a taxa metabólica basal, exercício físico corresponde à energia gasta nas atividades físicas e ETA é o efeito térmico do alimento.

Há diversas pesquisas na literatura sobre diferentes tratamentos para a obesidade, porém existe ainda controversas da melhor forma de criação do balanço energético negativo (Cowburn, Hillsdon e Hankey, 1997).

Este estudo bibliográfico levantou dados e evidências científicas consistentes a respeito do papel modulador da composição da dieta e do tipo de exercício físico no emagrecimento, em livros, artigos on-line e impressos desde o ano de 1992.

Diante das divergências existentes quanto ao consumo relativo dos

macronutrientes e tipo de exercício físico e a sua relação com a obesidade, foi objetivo deste estudo demonstrar através de uma pesquisa bibliográfica quais estratégias parecem ser as mais eficientes, para otimizar a perda de peso, conjugando dieta e exercício físico.

INGESTÃO CALÓRICA E MACRONUTRIENTES

O balanço energético, fundamental para a manutenção do peso corporal dos indivíduos, se faz pelo equilíbrio entre o gasto energético (GE) e a ingestão calórica (IC) (Schutz, 1995).

A oxidação celular dos substratos é determinada pela necessidade do organismo em gerar adenosina trifosfato (ATP), utilizado nas diferentes funções metabólicas (manutenção temperatura, atividades, etc.). A composição dos substratos metabólicos, destinada a fosforilação oxidativa, varia consideravelmente durante o dia (Labayen e Martinez, 2002).

A oxidação dos carboidratos é influenciada de uma maneira muito intensa pela quantidade ingerida, como pode ser verificado na condição pós-prandial, quando ocorre um aumento significativo na oxidação dos mesmos (Acheson e colaboradores, 1988). A ingestão elevada de carboidratos por um período prolongado resulta no aumento da sua oxidação em detrimento da oxidação das gorduras. De uma maneira semelhante a elevação na ingestão de proteínas resulta no aumento da oxidação dos aminoácidos, diminuindo sua retenção (Melby, Commerford e Hill, 1998).

A adição de gordura a uma dieta mista, não aumenta significativamente a velocidade de oxidação dos lipídeos durante o período pós-prandial (Schutz, Flatt e Jequier, 1989). O lipídio, portanto, diferentemente do carboidrato e da proteína, que ajustam sua oxidação a sua ingestão, é principalmente estocado durante a fase pós-prandial (Labayen e Martinez, 2002). Estes estudos mostram que a resposta oxidativa, principalmente pós-prandial, está associada à proporção de macronutrientes oferecida na dieta.

Diante do exposto, conclui-se que durante os dias em que ocorre uma maior

ingestão de energia, os carboidratos serão oxidados prioritariamente, e a oxidação das gorduras ficará diminuída. Assim, o excesso de energia se acumula na forma de gordura. Quando a ingestão de alimentos não é suficiente para atender a demanda de energia do organismo, o quociente respiratório (QR) será menor que o quociente alimentar (QA), o que representa uma maior oxidação da gordura endógena e alimentar. Para perder gordura corporal, a média entre a relação QR/QA deve ser sempre inferior a 1. A restrição dietética faz com que isso aconteça (Melby, Commerford e Hill, 1998).

Balço Energético

O gasto energético diário pode ser dividido em três componentes: TMB ou TMR (taxa metabólica de repouso), efeito térmico do alimento e gasto energético associado com a atividade física (Levine e colaboradores, 2001).

A figura 1 representa a quantidade que cada componente contribui para o gasto energético total.

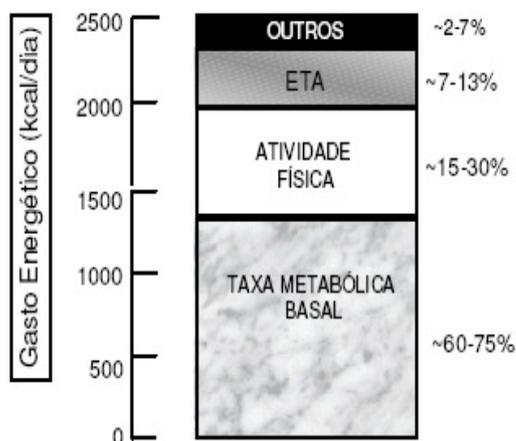


Figura 1. Componentes do gasto energético.

A taxa metabólica basal depende da idade (Hill e colaboradores, 1993; Karhunen e colaboradores, 1997), gênero, quantidade de massa corporal (Hill e colaboradores, 1993), gordura corporal, frequência cardíaca, concentrações plasmáticas de insulina, sendo influenciada principalmente pela massa magra

(Hill e colaboradores, 1993; Karhunen e colaboradores, 1997).

A atividade física promove aumento do gasto energético total tanto de forma aguda quanto de forma crônica. A primeira condição refere-se ao próprio gasto energético durante a realização do exercício e durante a fase de recuperação; já a segunda refere-se às alterações da taxa metabólica de repouso – TMR (Hill e colaboradores, 1995). A energia gasta durante as atividades físicas depende da intensidade e da duração desta, correspondendo ao maior efeito sobre o gasto energético humano.

No que diz respeito ao efeito agudo, está bem estabelecido que, após o término do exercício, o consumo de O₂ não retorna aos valores de repouso imediatamente. Essa demanda energética durante o período de recuperação após o exercício é conhecida como consumo excessivo de oxigênio após o exercício, ou ainda, *excess postexercise oxygen consumption* – EPOC (Gaesser e Brooks, 1984).

O efeito térmico do alimento, também conhecido por termogênese de indução dietética, deve-se principalmente aos processos de digestão, absorção e assimilação dos nutrientes, e representa, para uma pessoa ativa, menos de 10% do gasto energético diário (Mcardle, Katch e Katch, 1992).

Taxa Metabólica de Repouso e Taxa Metabólica Basal

O Gasto Energético Basal (GEB) corresponde à quantidade de energia necessária para a manutenção das funções vitais do organismo medida em condição padrão de jejum, repouso físico e mental em ambiente tranquilo com controle da temperatura, iluminação e sem ruído (Cardoso, 2005; Riella e Martins, 2001). Em indivíduos com ocupações sedentárias, a TMB conta por aproximadamente 60% do total da energia diária gasta (Deriaz e colaboradores 1992).

Dentre os fatores que influenciam o gasto energético basal, pode-se citar o percentual de massa magra, tecido adiposo, peso, altura, superfície corpórea, estado nutricional, idade, atividade física, clima, gênero, genética, estado fisiológico e as

Tabela 1 – Principais estudos sobre a influência dos macronutrientes da dieta na Taxa Metabólica Basal e de Repouso

Autor (ano)	Amostra	Especificações da dieta	Resultados
Cooling e Blundell (1998)	16 masculino	Dieta 1 - ↑ Lipídios (44%) Dieta 2 - ↓ Lipídios (32%) <i>Duração: 180' após a refeição.</i>	Taxa Metabólica de Repouso mais alta na dieta 1
Brehm e colaboradores (2004)	50 feminino	Dieta 1 - ↓ Carboidratos Dieta 2 - ↓ Lipídios <i>Duração: 6 meses</i>	Sem diferença significativa
Luscombe-Marsh e colaboradores (2005)	57 feminino e masculino	Dieta 1 – 30% Lipídios, 40% Proteínas Dieta 2 – 50% Lipídios, 20% Proteínas <i>Duração: 16 semanas</i>	Sem diferença significativa
Suen e colaboradores (2003)	7 feminino	Dieta 1 - ↑ Carboidratos (72%) Dieta 2 - ↑ Proteínas (43%) Dieta 3 - ↑ Lipídios (68%) <i>Duração: 7 dias de cada, com pausa de 10 dias</i>	Sem diferença significativa

diversas patologias (Marchini, Suen e Dutra-De-Oliveira, 1998).

O Gasto Energético de Repouso (GER), muitas vezes utilizado de forma equivocada como um sinônimo do gasto energético basal corresponde ao gasto nas mesmas condições supracitadas (Costa, Speridião e Fagundes, 2007) - exceto quanto ao fato de ser mensurado em estado pós absorptivo (Cardoso, 2004; Riella e Martins, 2001). Seria equivalente ao gasto energético basal, porém é acrescido do gasto correspondente ao efeito térmico dos alimentos (Cardoso, 2005). Em geral, os autores concordam que o gasto energético de repouso é maior que o gasto energético basal em 10-15% (Poehlman e Horton, 2003; Powers, 2000). Varia pouco na mesma pessoa e até 25% entre indivíduos.

Segundo Douglas (2002), diferentes substratos energéticos apresentam percentuais de contribuição distintos ao gasto energético basal. Substratos predominantemente protéicos participam com 17,4% enquanto aqueles glicídios e lipídicos com 41,3%.

Cooling e Blundell (1998) comparando dietas ricas e pobres em gordura observaram que dietas ricas em gorduras têm significativamente uma mais alta taxa metabólica de repouso.

Contrariamente Bonnie e colaboradores (2004) no seu estudo não encontrou diferença significativa na TMR comparando dietas pobres em carboidrato e em lipídeos. Concomitantemente, Luscombe-Marsh e colaboradores (2005) também não encontraram diferenças significativas no gasto energético de repouso comparando dietas ricas em proteína e ricas em gordura. O mesmo observou Suen e colaboradores (2003) em seu estudo, que comparava três dietas diferentes (↑CHO, ↑PTN e ↑LIPÍDIOS).

Termogênese de Indução Dietética (Efeito Térmico do Alimento)

A composição da dieta pode interferir diretamente na homeostase energética. No metabolismo energético, a termogênese induzida pela dieta (TID) é diferenciada pela proporção de macronutrientes na dieta (Hermsdorff, Volp e Bressan, 2007).

A termogênese induzida pela dieta é o gasto energético gerado pelos processos de ingestão, digestão, absorção, utilização e estocagem dos alimentos ingeridos, representando 5% a 15% do gasto energético total, o que indica seu importante papel na regulação do balanço energético e do peso corporal (Halton e Hu, 2004). Em uma dieta

Tabela 2 – Principais estudos sobre a influência dos macronutrientes da dieta na Termogênese Induzida pela Dieta

Autor (ano)	Amostra	Especificações da dieta	Resultados
Raben e colaboradores (2003)	9 feminino 10 masculino	Dieta 1 - ↑Proteínas (32%) Dieta 2 - ↑Carboidratos (65%) Dieta 3 - ↑Lipídios (65%) Dieta 4 - ↑álcool (23%) <i>Duração: 5h depois da refeição.</i>	Entre todas a termogênese induzida pela dieta foi maior na dieta 4. A dieta 1 teve maior termogênese induzida pela dieta em relação as 2 e 3.
Brehm e colaboradores (2004)	50 feminino	Dieta 1 - ↓Carboidratos Dieta 2 - ↓Lipídios <i>Duração: 6 meses</i>	Termogênese induzida pela dieta foi maior (5h) na dieta 2 comparada à dieta 1.
Westertert-Platenga e colaboradores (1999)	8 feminino	Dieta 1 – 29P, 61C, 10L Dieta 2 – 9P, 30C, 61L <i>Duração: 1 dia com 5 refeições.</i>	A dieta 1 obteve maior termogênese induzida pela dieta.
Luscombe-Marsh e colaboradores (2005)	57 feminino e masculino	Dieta 1 – 30%L, 40%P Dieta 2 – 50%L, 20%P <i>Duração: 16 semanas</i>	A diminuição na termogênese induzida pela dieta foi menor da dieta 1.
Suen e colaboradores (2003)	7 feminino	Dieta 1 - ↑Carboidratos (72%) Dieta 2 - ↑Proteínas (43%) Dieta 3 - ↑Lipídios (68%) <i>Duração: 7dias de cada, com pausa de 10dias.</i>	Sem diferenças significantes na termogênese induzida pela dieta.

mista, a termogênese induzida pela dieta pode representar um gasto energético de 10% a 15% do conteúdo calórico, entretanto quando os macronutrientes são ingeridos separadamente, a proteína, o carboidrato e o lipídeo apresentam termogênese induzida pela dieta de 20% a 30%, 5% a 10% e 0% a 3% do valor calórico total ingerido, respectivamente (Hermsdorff e colaboradores, 2003).

A proteína é o macronutriente mais termogênico, levando a um gasto energético de 19% da energia ingerida para sua utilização e estocagem, enquanto o lipídio, necessita de um gasto de 3% para o mesmo metabolismo (Westertert-Platenga, 1999).

A razão principal para as diferenças no efeito térmico do alimento, pode ser devido ao fato que o organismo não tem capacidade de armazenamento de proteínas e, portanto, necessita ser processada metabolicamente de imediato (Halton e Hu, 2004).

No estudo produzido por Raben e colaboradores (2003), verificou que termogênese induzida pela dieta foi maior

depois do consumo de dieta rica em álcool, considerando que a dieta rica em proteína teve uma resposta intermediária em relação a termogênese induzida pela dieta comparada com as dietas ricas em carboidrato e lipídios.

Semelhante a esse estudo, Westertert-Platenga (1999) obteve uma maior termogênese induzida pela dieta com dietas ricas em proteínas e carboidratos, quando comparadas a dietas ricas em gorduras.

Comparando somente gordura e carboidrato, o estudo de Bonnie e colaboradores (2004) relataram que uma dieta com baixo teor de lipídios causou um aumento de cinco horas no efeito térmico do alimento quando comparado a dieta com baixo teor de carboidrato. Já numa comparação somente entre gordura e proteína, Luscombe-Marsh e colaboradores (2005) verificaram que a diminuição no efeito térmico do alimento foi menor na dieta rica em proteína do que na dieta rica em gordura.

Entretanto, Suen e colaboradores (2003) não acharam diferenças significativas

no efeito térmico do alimento após a ingestão de três dietas com composição dos macronutrientes diferenciada.

Fome, apetite e saciedade

O controle da ingestão de nutrientes e o decorrente estado de equilíbrio homeostático dependem de uma série de sinais periféricos que atuam diretamente sobre o sistema nervoso central, levando as respostas adaptativas apropriadas. A ingestão alimentar e o gasto energético são regulados pela região hipotalâmica do cérebro (Williams e colaboradores, 2001; Sainsbury e colaboradores, 2002). Além disso, sabe-se que a expressão do apetite é quimicamente codificada também no hipotálamo (Kalra, 1997).

A absorção, ou mesmo a presença de alimento no trato gastrintestinal, contribui para modulação do apetite e para regulação de energia (Verdich e colaboradores, 2001). O trato gastrintestinal possui diferentes tipos de células secretoras de peptídeos que, combinados a outros sinais, regulam o processo digestivo e atuam no sistema nervoso central para a regulação da fome e da saciedade.

Estabelece-se assim, o ciclo da fome-saciedade. A fome, então, fica associada à falta de conteúdo e a saciedade à sua existência. A influência dos macronutrientes na ingestão calórica, por meio de mecanismos orosensoriais, pré e pós-absortivos, tem sido muito investigada.

Nos estudos analisados, a proteína, o carboidrato e lipídeo têm diferentes ações nos mecanismos pré e pós-absortivos da saciedade. Estudos mostram que pessoas têm menor fome, maior saciedade e apresentam menor índice glicêmico após a ingestão de proteína, quando comparada à ingestão de carboidrato e/ou lipídeo (Johnstone, Stubbs e Harbron 1996; Stubbs e colaboradores, 1996; Poppit e colaboradores, 1998; Westertemp-Platenga e colaboradores, 1999; Luscombe-Marsh e colaboradores, 2005; Weigle e colaboradores, 2005, Layman e colaboradores, 2003).

Uma hipótese para essa observação se deve ao fato que a diferença entre os macronutrientes em relação ao efeito na saciedade está associada diretamente ao seu

efeito no gasto energético e oxidação pós-prandial. A proteína é o macronutriente mais termogênico e seu aumento obrigatório no metabolismo após a ingestão de aminoácidos é mais fortemente relacionado com a saciedade que na ingestão de carboidratos, que por sua vez, é maior que na ingestão de lipídios (Hermsdorff e colaboradores, 2003).

No estudo desenvolvido por Stubbs e colaboradores (1996) verificaram um aumento na fome subjetiva após a ingestão de refeições ricas em gorduras, em relação às refeições ricas em carboidratos e ricas em proteína. Uma característica dos alimentos ricos em gordura é o fato de influenciarem pouco no efeito inibitório durante a ingestão, nas refeições seguintes e na maior captação de energia, pois são alimentos muito palatáveis, que pode causar um feedback positivo na alimentação (maior apetite) e, conseqüentemente menor saciação.

Por outro lado, Graaf e colaboradores (1992) não encontraram efeito no consumo de energia e macronutrientes, bem como todas as dietas (diferente quantidade de macronutrientes: Proteínas, Carboidratos e Lipídios) tem efeito similar no apetite.

Concomitantemente no estudo de Raben e colaboradores (2003) não obtiveram efeitos do carboidrato e do lipídeo significativamente diferentes. Quando dietas ricas em carboidratos e lipídeo são oferecidas, apresentando mesma densidade calórica e palatabilidade, estas parecem não exercer uma resposta fisiológica suficiente para detecção na motivação de comer e saciedade (Vozzo e colaboradores, 2003).

Desta forma, a composição da dieta também pode interferir na ingestão calórica pelo grau de palatabilidade e poder de saciação e saciedade que proporciona, sendo que vários são os fatores que contribuem para os diferentes resultados encontrados quando se avaliam os efeitos da composição da dieta na ingestão e no apetite, como: palatabilidade, o perfil dos macronutrientes, a densidade calórica, o volume da refeição, hábitos alimentares e características dos indivíduos (idade, gênero, restrição alimentar, composição corporal) (Hermsdorff e colaboradores, 2003).

Tabela 3 – Principais estudos sobre a influência dos macronutrientes da dieta na Fome, Apetite e Saciedade

Autor (ano)	Amostra	Especificações da dieta	Resultados
Johnstone, Stubbs e Harbron (1996)	6 masculino	Dias 1/2 – 40G, 47C, 13P Dia 3 - + 0,6xRMR de cada macronutriente Dia 4/5 – <i>ad libitum</i> <i>Duração: 5 dias</i>	Dieta ↑Proteína deu mais saciedade que ↑Carboidratos/↑Lipídios Dieta ↑Carboidratos deu mais saciedade que ↑Lipídios
Stubbs e colaboradores (1996)	6 masculino	Dieta 1 - ↑Proteínas Dieta 2 - ↑Carboidratos Dieta 3 - ↑Lipídios <i>Duração: café da manhã – 24h análise</i>	Aumento da fome subjetiva após dieta ↑Lipídios Dieta ↑Proteínas reprimiu a fome
Poppit e colaboradores (1998)	12 feminino	Dieta 1 - ↑Proteínas Dieta 2 - ↑Carboidratos Dieta 3 - ↑Lipídios Dieta 4 - ↑álcool <i>Duração: 90 minutos após a refeição.</i>	Menor fome e um menor consumo de energia depois da dieta ↑Prteínas
Westertert-Platenga e colaboradores (1999)	8 feminino	Dieta 1 – 29P, 61C, 10L Dieta 2 – 9P, 30C, 61L <i>Duração: 1 dia com 5 refeições.</i>	Dieta 1 causou: Maior saciedade Menor fome, apetite, desejo de comer
Luscombe-Marsh e colaboradores (2005)	57 feminino e masculino	Dieta 1 – 30%L, 40%P Dieta 2 – 50%L, 20%P <i>Duração: 16 semanas</i>	Menor desejo de comer depois da dieta 1
Graaf e colaboradores (1992)	29 feminino	Dieta 1 - (99%) Dieta 2 - ↑Lipídios (92%) Dieta 3 - ↑Proteínas (77%) <i>Duração: 10 cafés da manhã</i>	Sem diferença significativa no consumo de energia e dos macronutrientes Efeitos similares no apetite
Layman e colaboradores (2003)	24 feminino	Dieta 1 - 15P, 30L, 55C Dieta 2 - 30P, 30L, 40C	Maior saciedade com consumo da dieta 2
Weigle e colaboradores (2005)	19	Dieta 1 – 15P, 35L, 50C <i>Duração: 2 semanas</i> Dieta 2 – 30P, 20L, 50C <i>Duração: 2 semanas</i> Dieta 3 – 30P, 20L, 50C <i>Duração: 12 semanas</i>	Maior saciedade depois da dieta com 30% de Proteínas – menor ingestão de calorias
Raben e colaboradores (2003)	9 feminino 10 masculino	Dieta 1 - ↑Proteínas (32%) Dieta 2 - ↑Carboidratos (65%) Dieta 3 - ↑Lipídios (65%) Dieta 4 - ↑álcool (23%) <i>Duração: 5h depois da refeição.</i>	Sem diferença significativa na saciedade
Vozzo e colaboradores (2003)	16 masculino	Dieta 1 - ↑Lipídios (40%) Dieta 2 - ↑Carboidratos (60%) Dieta 3 - ↑Proteínas (29%) <i>Duração: 7h depois da refeição.</i>	Nem a espontânea quantidade de comida nem a freqüência das alimentações diferenciaram significativamente Efeitos similares na saciedade

**Perda de Peso/Composição Corporal/
Hormônios/Outros**

Estudos demonstram que a ênfase no tratamento de perda de peso deve ser na redução da gordura corporal, já que apenas a perda de gordura promoverá benefícios a saúde. Para conseguir essa diminuição da massa gordurosa é necessário um balanço energético negativo, condição na qual o gasto supera o consumo de energia, pois os estoques de energia do organismo são consumidos para sustentar processos metabólicos, levando a perda de peso (Francischi e colaboradores, 2000).

Muitos tratamentos para a obesidade envolvem a restrição da ingestão energética total, uma das formas de alcançar o déficit energético e reduzir o peso corporal (Raccete e colaboradores, 1995).

Segundo o *American College of Sports Medicine* (1983), dietas que restringem severamente o consumo energético, bem como jejuns prolongados, são cientificamente indesejáveis e perigosos para a saúde, resultando em perdas de grandes quantidades de água, eletrólitos, minerais, glicogênio e outros tecidos isentos de gordura, com mínima redução de massa adiposa.

Ilarde e Tuck (1994) acreditam que não só o total energético deve ser controlado, afirmando que a dieta deve conter alta porcentagem de energia derivada de carboidratos e baixa de lipídios, além de controle na quantidade de colesterol na dieta, a fim de reduzir as chances de ocorrência de problemas cardiovasculares.

Do mesmo modo, Lean e colaboradores, (1989) defendem dietas ricas em carboidratos e pobre em lipídeos, para prevenção de obesidade e manutenção do peso adequado.

De fato, a composição da dieta parece influenciar a redução de peso. Além das variáveis já demonstradas (TMB, GER, TID e saciedade), nos estudos pesquisados foram encontrados vários outros fatores que podem influenciar no emagrecimento, como alterações hormonais, oxidação, perda de peso, alterações no IMC e gordura corporal total.

O estudo de Cooling e Blundell (1998) demonstrou que os resultados quanto ao índice de massa corporal (IMC) e porcentagem de gordura corporal não foram

significativamente diferentes, quando advindos de dietas ricas ou pobres em gordura. Nesse mesmo estudo, encontraram que após o consumo de dietas ricas em gordura, os indivíduos apresentaram menor quociente respiratório de repouso (QR), além de levar a um maior consumo de energia total e de proteínas.

Raben e colaboradores, (2003) verificaram que o consumo de uma dieta rica em álcool teve uma maior concentração de triacilglicerol do que dietas ricas em gorduras. Além do fato que a oxidação de gorduras e a concentração de leptina (hormônio protéico produzido e secretado quase que exclusivamente pelo tecido adiposo e que age como um sinal de saciedade sobre o hipotálamo) foi menor com o consumo de álcool. Weigle e colaboradores, (2005) também encontraram alterações nas concentrações de leptina (que diminuiu) e grelina (que aumentou) com dieta rica em proteínas.

A redução no peso e na gordura corporal total foram mais eficientes após o consumo de dietas ricas em proteínas (Weigle e colaboradores, 2005, Manny e colaboradores, 2005, Layman e colaboradores, 2003) quando comparadas a outras dietas (ricas em carboidratos e lipídios). Entretanto quando comparados somente gorduras e carboidratos, a redução do peso e de massa gorda foi maior em dietas pobres em carboidratos (Bonnie e colaboradores, 2004, Yancy Jr. e colaboradores, 2004 e Stern e colaboradores, 2004).

Entretanto, Meckling e colaboradores, (2004) verificou que dieta pobre em lipídio preservou melhor a massa magra e McWilliam-Price e colaboradores, (2006), quando comparou dietas ricas em proteínas e ricas em lipídeos não obteve significantes diferenças entre perda de peso e de gordura.

Alterações hormonais foram bastante evidentes nos estudos analisados, Manny e colaboradores, (2005) encontraram menores concentrações de LDL, HDL e colesterol total após dieta pobre em proteína, e menor concentração de triglicerídios e maior de HDL após dieta rica em proteína. Opostamente, Layman e colaboradores, (2003) obteve redução do colesterol total tanto na dieta pobre como na rica em proteína. Sendo que na dieta rica em proteína, encontrou menores valores de triglicerídios e HDL.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Tabela 4 – Principais estudos sobre a influência dos macronutrientes nos hormônios, composição da gordura corporal e redução de peso.

Autor (ano)	Amostra	Especificações da dieta	Resultados
Cooling e Blundell (1998)	16 masculino	Dieta 1 - ↑ Lipídios (44%) Dieta 2 - ↓ Lipídios (32%) <i>Duração: 180 minutos após as refeições.</i>	Dieta 1 levou a um menor QR e maior consumo de energia
Raben e colaboradores, (2003)	9 feminino 10 masculino	Dieta 1 - ↑Proteínas (32%) Dieta 2 - ↑Carboidratos (65%) Dieta 3 - ↑Lipídios (65%) Dieta 4 - ↑álcool (23%) <i>Duração: 5 horas depois das refeições.</i>	Oxidação de gordura e concentração de leptina foi menor com dieta 4. Concentração de triacilglicerol foi maior dieta 4 do que na 3
Weigle e colaboradores, (2005)	19	Dieta 1 – 15P,35L,50C <i>Duração: 2 semanas</i> Dieta 2 – 30P,20L,50C <i>Duração: 2 semanas</i> Dieta 3 – 30P,20L,50C <i>Duração: 12 semanas</i>	Dieta rica em Proteínas: - maior perda de peso - menor consumo de energia - menor gordura corporal - diminuição da leptina e maior concentração de grelina
Stern e colaboradores, (2004)	132	Dieta 1 - ↓CHO Dieta convencional: restrição de 500 kcal <i>Duração: 1 ano</i>	Maior perda de peso na ↓Carboidratos e menor concentração de triglicerídios
Brehm e colaboradores, (2004)	50 feminino	Dieta 1 - ↓CHO Dieta 2 - ↓Lipídios <i>Duração: 6 meses</i>	Dieta 1 teve maior perda de peso e maior ganho de massa magra. Sem diferença no consumo total de energia.
Noakes e colaboradores, (2005)	48 feminino	1 – 0,8g/Kg.d Proteínas 2 – 0,8g/Kg.d Proteínas + exercícios. 3 -1,6g/Kg.d Proteínas 4 – 1,6g/Kg.d Proteínas + exercícios. <i>Duração: 4 meses</i>	Maior perda de peso nas dietas ricas em proteínas, maior ainda quando associada a exercícios (maior redução da massa gorda). CT, LDL e HDL – menor na ↓Proteínas TGL menor na ↑Proteínas e HDL maior na ↑Proteínas
McMillam-Price e colaboradores, (2006)	129	Dieta 1 - 30L, 40P, 30C Dieta 2 - 50L, 20P, 30C <i>Duração 16 semanas</i>	Perda de peso e de gordura não foi significativamente diferente
Baum e colaboradores, (2006)	Ratos	Dieta 1 - 60C, 12P, 28L Dieta 2 - 50L, 20P, 30C <i>Duração: 25 dias</i>	Dieta 1 – baixa concentração de glicose e insulina no plasma e maior síntese de ácido graxo no tecido adiposo Dieta 2 – sem mudanças na glicose e insulina e maior concentração de P13 – Kinase

Layman colaboradores, (2005)	e	48 feminino	D 1: 0,8g/(Kg.d) Proteínas D 2: 0,8g/(Kg.d) Proteínas + exercício D 3: 1,6g/(Kg.d) Proteínas D 4: 1,6g/(Kg.d) Proteínas + exercício <i>Duração: 4 meses</i>	Ambos perderam peso, mais nas dietas ↑PTR. Maior ainda na dieta ↑PTR + exercício e maior redução massa gorda na ↑PTR + exercício
Meckling colaboradores, (2004)	e	10 masculino 30 feminino	Dieta 1 - ↓Carboidratos Dieta 2 - ↓Lipídios <i>Duração: 10 semanas</i>	↓Lipídios preservou massa magra ↓Carboidratos diminuição na concentração de insulina circulante Ambos perderam peso e baixaram a pressão
Proserpi colaboradores, (1997)	e	11 masculino	Dieta 1: 67C, 18G, 15P Dieta 2: 26C, 61G, 13P	Dieta ↑Lipídios obteve saldo positivo de gordura na composição corporal O gasto energético total não foi significativamente influenciado
Yancy Jr. colaboradores, (2004)	e	120	Dieta 1 - ↓Carboidratos Dieta 2 - ↓Lipídios <i>Duração: 24 semanas</i>	Maior perda de peso na ↓Carboidratos, menor concentração de TGL e maior de HDL

Yancy Jr. e colaboradores, (2004) e Stern e colaboradores, (2004) conferiram menores concentrações de triglicerídios e maior de HDL em dietas pobres em carboidratos. Meckling e colaboradores, (2004) obtiveram diminuição na concentração de insulina circulante após dietas pobres em carboidrato. Assim como Bauem e colaboradores, (2006) que além da diminuição na insulina, observaram maior síntese de ácido graxo no tecido adiposo.

Exercício Físico

Para alguns estudiosos, a dieta isolada é mais eficiente em produzir déficit energético do que o exercício físico isolado (Björntorp, 1995 e Saris, 1995).

Por outro lado, Melby, Commerford e Hill (1998) afirmam que é irreal esperar que um sedentário que inicie um programa de exercícios alcance o mesmo gasto energético induzido pela dieta hipocalórica, mas isto não significa que o exercício desempenhe apenas um impacto marginal na perda de peso a longo prazo. Corroborando a isso, o estudo de Nicklas, Rogus e Goldberg (1997) demonstrou que o exercício aeróbio combinado à dieta previne o declínio na resposta lipolítica e na

oxidação de gorduras que ocorrem com obesos submetidos apenas à dieta. Além disso, Miller, Koceja e Hamilton (1997) concluem em sua meta-análise que, após um ano do final do tratamento, a manutenção do peso perdido em grupos de obesos submetidos à dieta ou à dieta mais exercício por 15 semanas é maior no grupo exercitado.

A atividade física é o componente mais variável do gasto energético total e diz respeito ao gasto energético necessário à atividade muscular esquelética. Em sedentários, representa aproximadamente 15% do gasto energético total, enquanto em indivíduos fisicamente ativos, pode chegar a compreender 30% (FAO/OMS/UNU, 1998).

Existem prováveis mecanismos através dos quais o exercício pode auxiliar na perda e manutenção do peso, Alguns deles seriam o aumento do gasto diário de energia, a redução do apetite, o aumento da taxa metabólica de repouso, o aumento da massa muscular, o aumento do efeito térmico de uma refeição, a elevação do consumo de oxigênio, a otimização dos índices de mobilização e utilização de gordura, bem como uma sensação de auto-suficiência e bem estar (Ballor e colaboradores, 1996 e Jakicic, 2002).

A atividade física promove aumento do gasto energético total tanto de forma aguda quanto de forma crônica. A primeira condição refere-se ao próprio gasto energético durante a realização do exercício e durante a fase de recuperação; já a segunda refere-se às alterações da taxa metabólica de repouso – TMR (Hill e colaboradores, 1995).

No que diz respeito ao efeito agudo, após o término do exercício, o consumo de O₂ não retorna aos valores de repouso imediatamente. Essa demanda energética durante o período de recuperação após o exercício é conhecida como consumo excessivo de oxigênio após o exercício, ou ainda: *excess postexercise oxygen consumption* – EPOC (Gaesser e Brooks, 1984).

Porém, muitas são as discussões acerca do tipo de exercício mais indicado para otimizar a perda de peso. Os exercícios aumentam a capacidade de utilização tanto de carboidratos como de gorduras, com predominância da oxidação de gorduras quando os exercícios são de baixa e moderada intensidade (Melby, Commerford e Hill, 1998).

Provavelmente esse é um dos motivos que justifica as recomendações do ACSM (1983, 1998), que apenas exercícios aeróbios de moderada intensidade (60% frequência cardíaca máxima) para perda de peso.

De fato, ao se tratar do tipo e da intensidade do exercício físico ideal para perda de peso, é bastante duvidoso acreditar que um indivíduo não-treinado seja capaz de sustentar um exercício de alta intensidade pelo período de tempo necessário para produzir uma elevação prolongada no gasto energético pós-exercício, bem como aumento na oxidação de ácidos graxos livres (Melby, Commerford e Hill, 1998).

Muitos dados na literatura concordam que o aumento da intensidade do exercício parece ser mais eficiente para otimizar o emagrecimento que exercícios de baixa intensidade (Jakicic 2002; Kraemer e colaboradores, 1999; Randy e colaboradores, 1999).

Observou-se que um aspecto importante para a perda de peso, é a quantidade total de energia gasta durante as 24 horas do dia e não apenas qual o substrato que está sendo utilizado durante o exercício; o que justifica a maior eficiência dos exercícios

executados em intensidades maiores (aproximadamente 70% do VO₂ máximo), não importando em que momento do dia a gordura será utilizada como fonte energética (Hauser, Benetti e Rebelo, 2004).

Assim, além das adaptações metabólicas durante o treinamento, o exercício também interfere na homeostase durante a fase de sua recuperação, interferindo sobre o gasto energético pós-exercício. Quanto mais intenso o exercício e por períodos mais prolongados maior será esse gasto (Melby, Commerford e Hill, 1998). Randy e colaboradores, (1994) encontraram em seu estudo um aumento no consumo de energia na TMR após exercícios de resistência.

Porém, Geliebter e colaboradores, (1997) e Ballor e colaboradores, (1996), perceberam declínio da TMR independente do tipo de treinamento aplicado.

Do mesmo modo Pratley e colaboradores (1994), verificaram que atividades realizadas em altas intensidades resultam em maior ativação do sistema nervoso simpático, o que ocasiona o aumento do metabolismo lipídico pós-exercício, em resposta à mudança no substrato predominantemente utilizado para o fornecimento de energia (de carboidrato durante a atividade física intensa para lipídio na recuperação).

Observou-se também que um dos motivos pelos quais os exercícios com pesos foram incluídos nos programas de emagrecimento, foi por este parecer aumentar o gasto energético no repouso, pelo aumento da massa muscular. Sabe-se que a redução do gasto de energia no repouso, após a perda de peso, é o principal fator de risco para uma posterior recuperação de peso (Schwingshandl e colaboradores, 1999).

Outro aspecto positivo sobre exercício de alta intensidade parece ser sua influência sobre o apetite. Um estudo conduzido por Westerterp (1998), relacionou um aspecto favorável ao exercício aeróbio e de alta intensidade. Ele percebeu que esse tipo de exercício reduz o apetite, pelo fato da ingestão calórica tender a ser mais baixa nos dias em que o gasto calórico for muito alto.

Blundell e King (1999) encontraram em seus estudos, que exercícios de alta intensidade não geram um aumento no impulso de comer o que compensaria a energia gasta. Sobre este assunto, Bouchard

(2003) afirma que, os exercícios podem tanto diminuir o apetite através da redução na ingestão de energia, como provocar uma compensação de energia, através do aumento da ingestão calórica. Porém, parece que este aumento na ingestão ocorre somente entre indivíduos magros e não entre obesos.

Contrariamente, o estudo de Ballor e colaboradores, (1996) perceberam uma maior redução no peso corporal após treinamento aeróbico quando comparados ao treinamento de força.

Alguns estudos demonstraram também redução significativa da massa corporal independente do tipo de exercício aplicado (Sabia, Santos e Ribeiro 2004, Sarsan e colaboradores, 2006 e Geliebter e colaboradores, 1997). Porém encontraram diferenças quanto ao consumo máximo de oxigênio, que foi maior em treinamento aeróbico (Sarsan e colaboradores, 2006 e Geliebter e colaboradores, 1997).

Contudo, Geliebter e colaboradores, (1997) também perceberam que houve menor diminuição da massa magra após treinamento de força.

Diante disto, vários estudos têm sugerido um trabalho conjunto de exercícios aeróbicos e exercícios com peso como o ideal para o emagrecimento. Além de melhorar significativamente o consumo máximo de oxigênio, força máxima, resistência muscular localizada e manutenção da massa magra (Kraemer e colaboradores, 1997, Sarsan e colaboradores, 2006).

PESQUISAS ENVOLVENDO EMAGRECIMENTO, BALANÇO ENERGETICO, DIETA E EXERCÍCIO

Os artigos coletados para análise foram 29 internacionais e 01 nacional, nas revistas: *American Journal of Clinical Nutrition*; *Journal of Clinical Endocrinology e Metabolism*; *Medicine Science Sports and Exercise*; *Metabolism*; *Supplement*; *Journal of the American College of Nutrition*; *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*; *Clinical rehabilitation*; *International journal of Obesity*; *The American Physiological Society*; *Journal of Applied Physiology*; *Physiology and Behavior*; *Appetite*; *European Journal of Clinical Nutrition*; *Archives of Internal Medicine*; *Annals of Internal Medicine*; *Nutrition*. Desde o ano de

1994. As palavras chaves para a busca foram: macronutrientes, dieta, exercício e emagrecimento.

A população compreendeu um estudo com ratos (Baum e colaboradores, 2006) e demais estudos com homens e mulheres saudáveis (magros, com sobrepeso e obesos), com uma única exceção em que os indivíduos estudados tinham diabetes ou síndrome metabólica (Stern e colaboradores, 2004). A faixa etária ficou entre 12 e 65 anos.

Os instrumentos de coleta de dados e as variáveis analisadas foram as seguintes: antropometria e bioimpedância: peso, altura, IMC, dobras cutâneas, massa gorda e massa magra; nível de atividade física; calorimetria indireta: TMR, TMB, efeito térmico do alimento, termogênese pós-prandial; capacidade cardiorrespiratória com predição do VO₂ máximo, monitoramento da frequência cardíaca durante exercício, frequência cardíaca de repouso, pressão arterial; teste de força máxima; avaliações bioquímicas: sangue e urina (limiar anaeróbico, colesterol total, glicose, concentração de hormônios); variáveis da dieta habitual, recordatório alimentar, consumo e gasto de energia, metabolismo dos substratos e percepções subjetivas de fome, apetite e saciedade.

A duração dos estudos analisados variaram de 5 horas (quando análises logo após as refeições) (Raben e colaboradores, 2003) até o período de 1 ano (Stern e colaboradores, 2004).

Dos vinte e um estudos que analisavam a influência da composição da dieta na redução do peso corporal, somente três não apresentaram diferenças estatisticamente significativas (Suen e colaboradores, 2003; Graaf e colaboradores, 1992; Vozzo e colaboradores, 2003). E dos nove estudos que compreendiam exercício físico e emagrecimento, cinco demonstraram não haver diferenças significantes entre os tipos de exercício na redução do peso (Sábua, Santos e Ribeiro 2004; Sarsan e colaboradores, 2006; Geliebter e colaboradores, 1997; Kraemer e colaboradores, 1999; Pratley e colaboradores, 1999). Porém esses mesmos autores observaram aumento da massa magra e aumento da força nos indivíduos submetidos a exercício de força.

Tabela 5 – Principais estudos sobre tipo de exercício e emagrecimento.

Autor (ano)	Amostra	Especificações da dieta	Resultados
Kraemer e colaboradores, (1997)	31 feminino	Grupo 1: controle Grupo 2: dieta somente Grupo 3: dieta + exercícios aeróbios Grupo 4: dieta + exercícios aeróbios e de força <i>Duração: 12 semanas</i>	Os 3 grupos com dieta reduziram massa corporal, % de gordura e massa gorda. A redução no grupo 4 foi maior. Grupos 3 e 4 tiveram elevação no consumo máximo de oxigênio. Grupo 4 teve aumento da força máxima.
Bryner e colaboradores (1999)	17 feminino 3 masculino	Grupo 1: dieta + treinamento aeróbios Grupo 2: dieta + treinamento de força <i>Duração: 12 semanas</i>	VO ₂ máx. aumentou em ambos. Redução no peso corporal foi significativamente maior no grupo 2. Grupo 1 perdeu mais massa magra Grupo 2 elevou TMR
Sabia, Santos e Ribeiro (2004)	28	Grupo 1: caminhada contínua Grupo 2: corrida intermitente	IMC e pregas cutâneas diminuiu em ambos. Grupo 1: redução do HDL, LDL e CT e aumento do TGL e glicemia Grupo 2: redução no HDL e TGL VO ₂ máximo aumentou em ambos.
Kraemer e colaboradores, (1999)	35 masculino	Grupo 1: controle Grupo 2: dieta somente Grupo 3: dieta + exercícios aeróbios Grupo 4: dieta + exercícios aeróbios e de força <i>Duração: 12 semanas</i>	Todos tiveram redução similar do peso corporal. Grupo 2 demonstrou significativa redução na massa magra Grupo 4 aumento na força máxima Pico de consumo de oxigênio foi significativamente mais elevado nos grupos 3 e 4 TMR não foi diferente entre todos com dieta
Sarsan e colaboradores, (2006)	60 feminino	Grupo 1: exercício aeróbio Grupo 2: exercício de resistência Grupos 3: controle <i>Duração: 12 semanas</i>	Grupo 2 teve melhora no teste de repetição máxima VO ₂ máx. aumentou no grupo 1 comparado ao controle Ambos resultaram na melhora da performance e capacidade do exercício
Geliebter e colaboradores (1997)	25 masculino 40 feminino	Grupos 1: dieta + treinamento de força Grupo 2: dieta + treinamento aeróbio Grupo 3: dieta somente <i>Duração: 8 semanas</i>	A perda de peso não foi significativamente diferente nos três Grupo 1 perdeu menos massa magra Pico do consumo de oxigênio foi maior no grupo 2 Todos tiveram declínio da TMR

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

Ballor e colaboradores (1996)	10 feminino 8 masculino	Grupos 1: treinamento aeróbio Grupo 2: treinamento de força <i>Duração: 12 semanas</i>	Grupo 1 teve maior redução no peso corporal 8 dos 9 gr.1: perderam peso 6 dos 9 gr.2: ganharam peso Nenhum grupo inverteu a depressão na TM ou oxidação de gordura no repouso.
Pratley e colaboradores, (1994)	13 masculino	Programa de treinamento de força <i>Duração: 12 semanas</i>	Sem mudança no peso corporal Diminuição na massa gorda e aumento da massa magra TMR aumentou Aumento da liberação de noradrenalina
Blundell e King (1999)	Feminino e Masculino Magros Sobre-pesos e Obesos	Atividade física regular	19% teve aumento no consumo de energia após o exercício 65% não mudou o consumo após 16% teve diminuição no apetite

CONCLUSÃO

A composição dos macronutrientes na dieta pode influenciar no controle do peso corporal, através de variações no gasto energético e efeito térmico do alimento. Essa alteração na composição da dieta pode interferir na quantidade do alimento ingerido pelo grau de palatabilidade e/ou sensações de fome e saciedade. No levantamento dos estudos, dietas isoenergéticas, com maior quantidade de proteínas e carboidratos apresentaram um aumento da termogênese e no gasto energético, bem como a redução do consumo de energia e maior poder de saciação.

A ocorrência de uma redução de peso corporal ocorre com maior eficiência pelo exercício físico quando comparado somente à dieta. No entanto, a intensidade, a duração e a frequência ideal do exercício físico é controverso no meio especializado. Alguns estudos indicam que exercícios mais intensos são mais eficientes no controle do peso corporal, pois além de contribuir para perda de gordura favorece a manutenção e/ou aumento da massa magra.

São necessários estudos de longo prazo, com uso contínuo desses macronutrientes, para identificar a influência dos mesmos no metabolismo energético e na

ingestão calórica, bem como a interação dessas variáveis na homeostase energética.

Também recomendam-se estudos experimentais com delineamento mais amplo que favoreça investigar a relação dos diferentes tipos de exercício físico no emagrecimento. As controvérsias encontradas durante a revisão, provavelmente devem-se as diferenças metodológicas encontradas nos artigos pesquisados (protocolos, tempo de estudo, características das amostras).

REFERÊNCIAS

- 1- American College of Sports Medicine. Position stand: proper and improper weight loss programs. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, Baltimore, v.15, p.9-13, 1983.
- 2- ACSM. 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 and Exercise*, Madison, v.30, p. 975-91, 1998.
- 3- Acheson, K.J.; e colaboradores. Glycogen storage capacity and de novo lipogenesis during massive carbohydrate overfeeding in man. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.48, p.240-247, 1988.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

4- Ballor, D.L.; Harvey-Berino, J.R.; Ades, P.A.; Cryan, J.; Calles-Escandon, J. Contrasting effects of resistance and aerobic training on body composition and metabolism after diet-induced weight loss. *Metabolism*. 1996, 45(2); 179-183.

5- Baum, J.I.; Layman, D.K.; Freund, G.G.; Rahn, K.A.; Nakamura, M.T.; Yudell, B.E. A Reduced Carbohydrate, Increased Protein Diet Stabilizes Glycemic Control and Minimizes Adipose Tissue Glucose Disposal in Rats. *Journal of Nutrition*. 136:1855-1861, July 2006.

6- Björntorp, P. Evolution of the understanding of the role of exercise in obesity and its complications. *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, London, v.19, pS1-S4, 1995.

7- Blundell, J.E.; King, N.A. Physical activity and regulation of food intake: current evidence. *Medicine Science Sports and Exercise*. Supplement. 1999; 31(11); 573-583.

8- Bouchard, C. *Atividade física e Obesidade*. Manole: São Paulo, 2003.

9- Brehm, B.J.; Spang, S.E.; Lattin, B.L.; Seeley, R.J.; Daniels, S.R.; D'Alessio, D.A. The role of energy expenditure in the differential weight loss in obese women on low-fat and low-carbohydrate diets. *The Journal of Clinical Endocrinology e Metabolism*. Vol.90. nº3. p.1475-1482. 2004.

10- Bryner, R.W.; Ullrich, I.H.; Sauers, J.; Donley, D.; Hornsby, G.; Kolar, M.; Yeater, R. Effects of Resistance vs. Aerobic Training Combined With an 800 Calorie Liquid Diet on Lean Body Mass and Resting Metabolic Rate. *Journal of the American College of Nutrition*, Vol. 18, No. 2, 115-121 (1999)

11- Cardoso, A.L. *Metabolismo Energético*. In: Telles Jr M, Leite HP. *Terapia Nutricional no Paciente Pediátrico Grave*. São Paulo: Ed Atheneu, 2005.

12- Cardoso, A.L. *Gasto Energético em Crianças Obesas*. In: Cardoso AL, Lopes LA, Taddei JAAC. *Tópicos Atuais em Nutrologia Pediátrica*. São Paulo: Ed Atheneu, 2004.

13- Costa, M.L.; Speridião, P.G.L.; Fagundes Neto, U. *Gasto Energético*. *The electronic Journal of Pediatrics, Gastroenterology, Nutrition and liver disease*. vol. 11, nº 01, 2007.

14- Cooling, J. e Blundell, J. Differences in energy expenditure and substrate oxidation between habitual high fat and low fat consumers (phenotypes). *International journal of Obesity*., Vol. 22, Nº 7, 1998, 612-618.

15- Deriaz, O.; Fournier, G.; Tremblay, A.; Despres, J.P.; Bouchard, C. Lean-body-mass composition and resting energy expenditure before and after long-term overfeeding. *Am J Clin Nutr*. 1992; 56:840-7.

16- Douglas, C.R. *Tratado de Fisiologia Aplicada a Nutrição*. São Paulo: Ed. Robe, 2002.

17- FAO/OMS/UNU. *Necessidades de energia e proteína: série de relatos técnicos 724*. Genebra: Organização Mundial da Saúde, 1998.

18- Francischi, R.P.P.; Pereira, L.O.; Freitas, C.S.; Klopfer, M.; Santos, R.C.; Vieira, P.; Lancha Jr, A.H. *Obesidade: Atualização sobre sua Etiologia, Morbidade e Tratamento*. *Revista de Nutrição*. 2000, vol.13, no.1, p.17-28

18- Gaesser, G.A.; Brooks, G.A.. *Metabolic bases of excess post-exercise oxygen consumption: a review*. *Med Sci Sports Exerc*. 1984;16(1):29-43.

19- Graaf, C.; Hulshof, T.; Weststrate, J.A.; Jas P. Short-term effects of different amounts of protein, fats, and carbohydrates on satiety. *American Journal of Clinical Nutrition*. 1992; 55(1):33-8

20- Geliebter, A.; Maher, M.M.; Gerace, L.; Gutin, B.; Heymsfield, S.B.; Hashim, S.A. Effects of strength or aerobic training on body composition, resting metabolic rate, and peak oxygen consumption in obese dieting subjects. *American Journal of Clinical Nutrition* 1997, 66(3). p.557-63.

21-Kalra, S.P.- *Appetite and body weight regulation: is it all in the brain?* *Neuron* 19: 227-30, 1997.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

22- Halton, T.L. e Hu F.B. The Effects of High Protein Diets on Thermogenesis, Satiety and Weight Loss: A Critical Review. *Journal of the American College of Nutrition*. 2004; v.33; nº 5; 373-385.

23- Hauser, C.; Benetti, M.; Rebelo, F.P.V. (2004). Estratégias para o emagrecimento. *Revista Brasileira de Cineantropometria & Desempenho Humano*. 6(1):72-81.

24- Hermsdorff, H.H.M.; Volp A.C.P.; Bressan J. O perfil de macronutrientes influencia a termogênese induzida pela dieta e a ingestão calórica. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2007; v.57; nº1.

25- Hermsdorff, H.H.M.; Monteiro, J.B.R.; Mourão, D.M.; Leite, M.C.T. Termogênese induzida pela dieta: uma revisão sobre seu papel no balanço energético e no controle de peso. *Rev Bras Nutr Clin* 2003; 18(1):37-41.

26- Hill, J.O.; Drougas, H.; Peters, J.C.. Obesity treatment: can diet composition play a role? *Annals of Internal Medicine*, Philadelphia, v.119, n.7, Pt.2, p.694- 7, 1993.

27- Hill, J.A.; Melby, C.; Johnson, S.L.; Peters I.C.. Physical activity and energy requirements. *Am J Clin Nutr*. 1995;62(s):1059-66.

28- Ilarde, A.; Tuck, M. Treatment of non-insulin-dependent diabetes mellitus and its complications: a state of the art review. *Drugs and Aging*, Auckland, v.4, n.6, p.470-491, 1994.

29- Jakicic, J.M. The role of physical activity in prevention and treatment of weight gain in adults. *Journal of Nutrition*. Supplement, 2002; 132 (12); p. 3826-3829.

30- Johnstone, A.M.; Stubbs, R.J.; Harbron, C.G. Effect of overfeeding macronutrients on day-to-day food intake in man. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1996;50(7):418-30

31- Karhunen, L.; e colaboradores. Determinants of resting energy expenditure in obese non-diabetic caucasian women. *International Journal of Obesity*, London, v.21, p.197-202, 1997.

32- Kraemer, W.J.; Volek, J.S.; Clark, K.L.; Gordon, S.E.; Inclendon, T.; Puhl, S.M.; Triplett-Mcbride, N.T.; Mcbride, J.M.; Putukian, M.; Sebastianelli, W.J. Physiological adaptations to a weight-loss dietary regimen and exercise programs in women. *The American Physiological Society*. 1997; 83(1); 270-279.

33- Kraemer, W.J.; Volek, J.S.; Clark, K.L.; Gordon, S.E.; Puhl, S.M.; Koziris, L.P.; Triplett-Mcbride, N.T.; Mcbride, J.M.; Putukian, M.; Newton, R.U.; Hakkinen, K.; Bush, J.A.; Sebastianelli, W.J. Influence of exercise training on physiological and performance changes with weight loss in men. *Medicine, Science Sports and Exercise*. 1999; 31; 1320-1329.

34- Labayen, I.; Martinez, J.A. Distribución de macronutrientes de la dieta y regulación del peso y composición corporal: papel de la ingesta lipídica em la obesidad. *Na Sist Sanit Navar* 2002; 25 (Suppl.1):79-90

35- Layman, D.K.; Boileau, R.A.; Erickson, D.J.; Painter, J.E.; Shiue, H.; Sather, C.; Christou, D.D. A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *Journal of Nutrition*. 2003;133(2):411-7.

36- Layman, D.K.; Evans, E.; Baum, J.I.; Seyler, J.; Erickson, D.J.; Boileau, R.A. Dietary Protein and Exercise Have Additive Effects on Body Composition during Weight Loss in Adult Women. *Journal of Nutrition*. 135:1903-1910, August 2005.

37- Lean, M.E.J.; James, W.P.T.; Garthwaite, P.H. Obesity without overeating? Reduced diet-induced thermogenesis in post-obese women, dependent on carbohydrate and not fat intake. In: Francischi, RPP., Pereira, LO., Freitas, CS., Klopfer, M., Santos, RC., Vieira, P., Lancha Jr, AH. *Obesidade: Atualização sobre sua Etiologia, Morbidade e Tratamento*. *Revista de Nutrição*. 2000, vol.13, no.1, p.17-28.

38- Levine, J.; Melanson, E.L.; Weslertep, K.R.; Hill, J.O. Measurement of the components of nonexercise activity thermogenesis. *Am J Physiol*. 2001;281:670-5.

39- Luscombe-Marsh, N.D.; Noakes, M.; Wittert, G.A.; Keogh, J.B.; Foster, P.; Clifton, P.M. Carbohydrate-restricted diets high in either monounsaturated fat or protein are equally effective at promoting fat loss and improving blood lipids. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 81, No. 4, 762-772, 2005

40- Marchini, J.S.; Suen, V.M.M.; Dutra-de-Oliveira, J.E. Balanço Energético no Homem. In: Marchini, J.S.; Dutra-de-Oliveira, J.E. Ciências Nutricionais. São Paulo: Ed. Sarvier, 1998.

41- McArdle, W.D.; Katch, F.I. e Katch, V.L. Fisiologia do exercício: energia, nutrição e desempenho humano. Trad. de G. Taranto. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992.

42- McMillan-Price, J.; Petocz, P.; Atkinson, F.; O'Neill, K.; Samman, S.; Steinbeck, K.; Caterson, I.; Brand-Miller, J. Comparison of 4 Diets of Varying Glycemic Load on Weight Loss and Cardiovascular Risk Reduction in Overweight and Obese Young Adults. *Archives of Internal Medicine*. Vol. 166 No. 14, July 24, 2006.

43- Meckling, K.A.; O'Sullivan, C.; Saari, D. Comparison of a Low-Fat Diet to a Low-Carbohydrate Diet on Weight Loss, Body Composition, and Risk Factors for Diabetes and Cardiovascular Disease in Free-Living, Overweight Men and Women. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism* Vol. 89, No. 6 2717-2723. 2004.

44- Melby, C.L.; Commerford, S.R.; Hill, J.O. Exercise, macronutrient balance, and weight control. In: Francischi R.P.; Pereira L.O.; Lancha Jr., A.H. Exercício, comportamento alimentar e obesidade: revisão dos efeitos sobre a composição corporal e parâmetros metabólicos *Revista Paulista de Educação Física*. São Paulo, 15(2): 117-40, 2001.

45- Miller, W.C.; Koceja, D.M.; Hamilton, E.J. A meta-analysis of the past 25 years of weight loss research using diet, exercise or diet plus exercise intervention. *International Journal of Obesity*, London, v.21, p.941-7, 1997.

46- Monteiro, C.A.; Mondini, L.; Souza, A.L.M.; Popkin, B.M. Da desnutrição para a

obesidade: a transição nutricional no Brasil. In: Monteiro, C.A. Velhos e novos males da saúde no Brasil: a evolução do país e de suas doenças. São Paulo: Hucitec- NUPENS/USP, 1995a. p.247-55.

47- Nicklas, B.J.; Rogus, E.M.; Goldberg, A.P. Exercise blunts declines in lipolysis and fat oxidation after dietary-induced weight loss in obese older women. *American Journal of Physiology*, Bethesda, v.273, p.149-55, 1997.

48- Noakes, M.; Keogh, J.B.; Foster, P.R.; Clifton, P.M. Effect of an energy-restricted, high-protein, low-fat diet relative to a conventional high-carbohydrate, low-fat diet on weight loss, body composition, nutritional status, and markers of cardiovascular health in obese women. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 81, No. 6, 1298-1306, 2005.

49- Pinheiro, Anelise Rízzolo de Oliveira; Freitas, Sérgio Fernando Torres de; Corso, Arlete Catarina Tittoni. Uma abordagem epidemiológica da obesidade. *Revista de Nutrição*. Campinas, v.17, n.4, 2004.

50- Poehlman, E.T.; Horton, E.S. Necessidades Energéticas: Avaliação e Necessidades em Humanos. In: Shils, M.E.; Olson, J.A.; Shike, M.; Ross, A.C. *Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença*. São Paulo: Ed Manole, 2003. Vol 1. 9ª edição.

51- Poppitt, S.D.; McCormack, D.; Buffentein, R. Short-term effects of macronutrient preloads on appetite and energy intake in lean women. *Physiology and Behavior*. 1998. 164(3). P. 279-85.

52- Powers, S.K.; e colaboradores. Mensuração do Trabalho, da Potência e do Gasto Energético. In: *Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho*. São Paulo: Ed Manole, 2000.

53- Pratley, R.; Nicklas, B.; Rubin, M.; Miller, J.; Smith, A.; Smith, M. Strength training increases resting metabolic rate and norepinephrine levels in healthy 50-to 65-yr-old men. *J Appl Physiol* 1994;76:133-7.

54- Proserpi, C.; Sparti, A.; Schutz, Y.; Di Vetta, V.; Milon, H.; Jéquier, E. Ad libitum intake of a high-carbohydrate or high-fat diet in

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

young men: effects on nutrient balances. American Journal of Clinical Nutrition. 1997;66(3):539-45.

55- Raben, A.; Agerholm-Larsen, L.; Flint, A.; Holst, J.J.; Astrup, A. Meals With similar energy densities but rich in protein, fat, carbohydrate, or alcohol have different effects on energy expenditure and substrate metabolism but not on appetite and energy intake. The American Journal of Clinical Nutrition. Vol. 77. nº 1. p.91-100. 2003.

56- Racette, S.B.; Schoeller, D.A.; Kushner, R.F.; Neil, K.M.; Herling-Iaffaldano, K. Effects of aerobic exercise and dietary carbohydrate on energy expenditure and body composition during weight reduction in obese women. American Journal of Clinical Nutrition, Bethesda, v.61, n.3, p.486-494, 1995

57- Riella, M.G.; Martins, C. Nutrição e o Rim. Ed Guanabara Koogan S.A. Rio de Janeiro, 2001. p 337.

58- Sabia, R.V.; Santos, J.E.; Ribeiro, R.P.P. Efeito da atividade física associada à orientação alimentar em adolescentes obesos: comparação entre o exercício aeróbio e anaeróbio. Revista Brasileira de Medicina do Esporte, 2004, vol.10, no.5, p.349-355.

59- Sainsbury, A.; Cooney, G.J.; Herzog, H. Hypothalamic regulation of energy homeostasis. Best Pract Res Clin Endocrinol Metab 16(4): 623-37, 2002.

60- Saris, W.H.M. Exercise with or without dietary restriction and obesity treatment. international Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders, London, v.19, pS113-S116, 1995.

61- Sarsan, A.; Ardic, F.; Özgen, M.; Topuz, O.; Sermez, Y. The effects of aerobic and resistance exercises in obese women. Clinical rehabilitation. 2006, vol. 20, no9, pp. 773-782

62- Schwingshandl, A.J.; Sudi, K.; Eibl, B.; Wallner, S.; Borkenstein, M. Effect of an individualized training program during weight reduction on body composition: a randomized trial. In: Hauser, C. & Benetti, M. & Rebelo, F.P.V. (2004). Estratégias para o emagrecimento. Revista Brasileira de

Cineantropometria & Desempenho Humano. 6(1):72-81.

63- Schutz, Y. Macronutrient and energy balance in obesity. Metabolism: clinical and experimental. 1995; vol.44, nº 9, p. 7-11.

64- Schutz, Y.; Flatt, J.P.; Jequier, E.. Failure of dietary fat intake to promote fat oxidation: a factor favoring the development of obesity. American Journal of Clinical Nutrition. 1989; vol.50; p. 307-314.

65- Stern, L.; Iqbal, N.; Seshadri, P.; Chicano, K.L.; Daily, D.A.; McGrory, J.; Williams, M.; Gracely, E.J.; Samaha, F.F. The Effects of Low-Carbohydrate versus Conventional Weight Loss Diets in Severely Obese Adults: One-Year Follow-up of a Randomized Trial. Annals of Internal Medicine. 2004. Vol.140. p.778-785.

66- Stubbs, R.J.; Johnstone, A.M.; O'Reilly, L.M.; Barton, K.; Reid, C. The effect of covertly manipulating the energy density of mixed diets on ad libitum food intake in 'pseudo free-living' humans. International Journal of Obesity. 1998, Vol. 22, Nº 10, p.980-987.

67- Stubbs, R.J.; van Wyk, M.C.; Johnstone, A.M.; Harbron, C.G. Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. European Journal of Clinical Nutrition. 1996;50(7):409-17.

67- Suen, V.M.M.; Silva, G.A.; Tannes, A.F.; Unamuro, M.R.D.L.; Marchini, J.S. Effect of hypocaloric meals with different macronutrient compositions on energy metabolism and lung function in obese women. Nutrition, Volume 19, Issue 9, Pages 703 – 707.

68- Yancy, Jr. W.S.; Olsen, M.K.; Guyton, J.R.; Bakst, R.P.; Westman, E.C. A Low-Carbohydrate, Ketogenic Diet versus a Low-Fat Diet To Treat Obesity and Hyperlipidemia. Annals of Internal Medicine. 2004. Vol.140. p.769-777.

69- Vozzo, R.; Wittert, G.; Cocchiario, C.; Tan, W.C.; Mudge, J.; Fraser, R.; Chapman, I. Similar effects of foods high in protein, carbohydrate and fat on subsequent spontaneous food intake in healthy individuals. Appetite. Vol.40. 2003. p101-107.

Revista Brasileira de Nutrição Esportiva

ISSN 1981-9927 *versão eletrônica*

Periódico do Instituto Brasileiro de Pesquisa e Ensino em Fisiologia do Exercício

www.ibpex.com.br / www.rbne.com.br

70- Weigle, D.S.; Breen, P.A.; Matthys, C.C.; Callahan, H.S.; Meeuws, K.E.; Burden, V.R.; Purnell, J.Q. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 82, No. 1, 41-48, 2005.

71- Westerterp, K.R. Alterations in energy balance with exercise. *The American Journal of Clinical Nutrition*. Supplement. 1998; 68; 970-974.

72- Westertep-Platenga, M.S.; Rolland, C.; Wilson, S.A.J.; Westerterp, K.R. Satiety related to 24h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respirations chamber. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1999; vol.53;p. 495-502.

73- Williams, G.; Bing, C.; Cai, X.J.; Harold, J.A.; King, P.J.; Liu, X.H.- The hypothalamus and the control of energy homeostasis: different circuits, different purposes. *Physiol Behav*: 683-701, 2001.

Recebido para publicação em 07/02/2008

Aceito em 20/09/2008