

UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS - UNISINOS
UNIDADE ACADÊMICA DE EDUCAÇÃO CONTINUADA
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM NUTRIÇÃO ESPORTIVA E TREINAMENTO
FÍSICO

CAROLINA RABELLO DRUMMOND

EXERCÍCIO FÍSICO EM JEJUM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

São Leopoldo
2015

Carolina Rabello Drummond

EXERCÍCIO FÍSICO EM JEJUM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Especialista em Nutrição Esportiva e Treinamento Físico, pelo Curso de Especialização em Nutrição Esportiva de Treinamento Físico da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS

Orientador: Prof. Dr. Kleber Brum de Sá

São Leopoldo

2015

EXERCÍCIO EM JEJUM: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

Carolina Rabello Drummond*

Prof. Dr. Kleber Brum de Sá**

Resumo: **INTRODUÇÃO:** No período Paleolítico, o homem dependia da caça para obter seu alimento. Essa busca resultava em um alto nível de dispêndio energético e onde se alternavam períodos de jejum e estado alimentado. Hoje em dia esta realidade é bem diferente. Os excessos alimentares e o crescimento pronunciado do sedentarismo, característicos do mundo atual, tem resultado no aumento da massa corporal da população e contribuído significativamente no aparecimento de algumas doenças crônicas, tais como o diabetes do tipo 2 e a hipertensão. **OBJETIVO:** O presente estudo teve como objetivo identificar na literatura científica, artigos que abordassem os efeitos metabólicos dos exercícios físicos realizados em jejum e analisar a possibilidade de sua utilização desta estratégia no âmbito da promoção de saúde. **METODOLOGIA:** Através de uma busca eletrônica na literatura científica, no PubMed. **RESULTADOS:** Foram selecionados cinco artigos para inclusão na revisão sistemática. Os estudos evidenciaram a utilização da gordura durante o exercício físico realizado em jejum, além de melhorar a resposta à insulina e a atividade da UCP3. **CONCLUSÃO:** O exercício físico realizado em jejum otimizou a utilização da gordura, o que poderia auxiliar na redução da massa corporal e ser uma estratégia coadjuvante nas intervenções para promoção de saúde, juntamente com profissionais capacitados.

Palavras-chave: Jejum, excessos alimentares, sedentarismo, exercício físico, massa corporal.

* Nutricionista e estudante do Curso de Especialização em Nutrição Esportiva e Treinamento Físico. E-mail: carolrd.nutri@gmail.com.

** Professor Dr. Kleber Brum de Sá, docente da UNISINOS e orientador na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso. E-mail: kleber@unisinós.br.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, surgiram diferentes tipos de dietas com o intuito de reduzir o peso, porém essas alternativas não obtiveram resultados. Por outro lado, os conselhos médicos e nutricionais não mudaram: é preciso se alimentar com frequência e de forma equilibrada para ocorrer à redução de peso e obter uma vida saudável. (MOSLEY; SPENCER, 2013).

Há 2,6 milhões de anos atrás, os homens do período Paleolítico, mais conhecidos como hominídeos da Idade da Pedra dependiam da caça para adquirir seu alimento. (FLEURY, 2012). Naquela época não havia plantio e/ou cultivo de fontes alimentares, exigindo que os seres humanos obtivessem seu sustento através da caça animal, tornando essa prática uma atividade com alto índice de dispêndio energético. Nesse período de escassez, o homem evoluiu, alternando jejum com estado de saciedade. (MOSLEY; SPENCER, 2013).

Atualmente, o homem tem encontrado seu alimento com mais facilidade e disponibilidade, sendo que o ato de comer, se tornou um hábito frequente no seu processo de socialização. Entretanto, quando este hábito não ocorrer de forma equilibrada, os excessos alimentares contribuirão para o ganho de peso. Isto é preocupante porque segundo os dados coletados pela Organização Mundial de Saúde (OMS) (2003), existem mais de um bilhão de adultos com excesso de peso no mundo.

A redução dos níveis de atividade física também contribui para o aumento de peso, fato em que se caracteriza pela acumulação de gordura no organismo, podendo desencadear doenças cardíacas, diabetes do tipo 2, hipertensão, acidente vascular cerebral e câncer. (SHAW, Kelly A. et al., 2006).

Estudos tem demonstrado que durante o exercício físico há utilização desta gordura como fonte energética no metabolismo, sendo seus efeitos potencializados no estado de jejum. (LOON, Luc J. C. Van, et al., 2004; BOCK, K.De et al., 2005).

Desta maneira, o presente estudo teve como objetivo, identificar na literatura científica os efeitos no organismo do exercício físico realizado em jejum, bem como as alterações metabólicas que ocorrem e a mobilização de gordura. A relevância da pesquisa foi correlacionar à diminuição da gordura corporal com a prática do

exercício físico em jejum, e a possibilidade de utilizar essa estratégia na promoção da saúde da população, diminuindo os excessos alimentares e os níveis de inatividade física.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O JEJUM

2.1.1 O conceito de jejum

O jejum possui diferentes significados e interpretações, podendo ser uma prática envolvendo a saúde, cultura ou religião. Apesar disto, o conceito de jejum é definido como a privação na ingestão de comida e líquidos. (MAUGHAN et al., 2010). Na literatura científica, o jejum pode ser descrito como: jejum intermitente, restrição calórica, jejum alternado e/ou jejum noturno. (MOSLEY; SPENCER, 2013, KLEMPPEL et al., 2012, VARADY et al., 2013).

2.1.2 O funcionamento do jejum no organismo

No organismo, a estimativa de tempo para o jejum ter início, é entre duas a quatro horas após a última refeição, momento em que a glicose sanguínea se encontra diminuída, com valores que oscilam de 60 a 80 mg/dl. (CURI et al., 2002). Concomitantemente, os níveis de insulina, hormônio sintetizado nas Ilhotas do pâncreas e responsável pela captação da glicose para a célula, se apresenta diminuído. (SMITH et al., 2007).

Esta baixa concentração de insulina estimulará uma maior produção do hormônio glucagon, que por sua vez, irá estimular a degradação do glicogênio hepático, através do processo de glicogenólise, para liberar mais glicose na corrente sanguínea. Esta glicose é um importante substrato energético, principalmente para tecidos como o cérebro. (SMITH et al., 2007).

O glucagon, juntamente com outros hormônios contrarreguladores, Growth Hormone (GH), cortisol e adrenalina, ativam a Lipase Hormônio Sensível (LHS) no

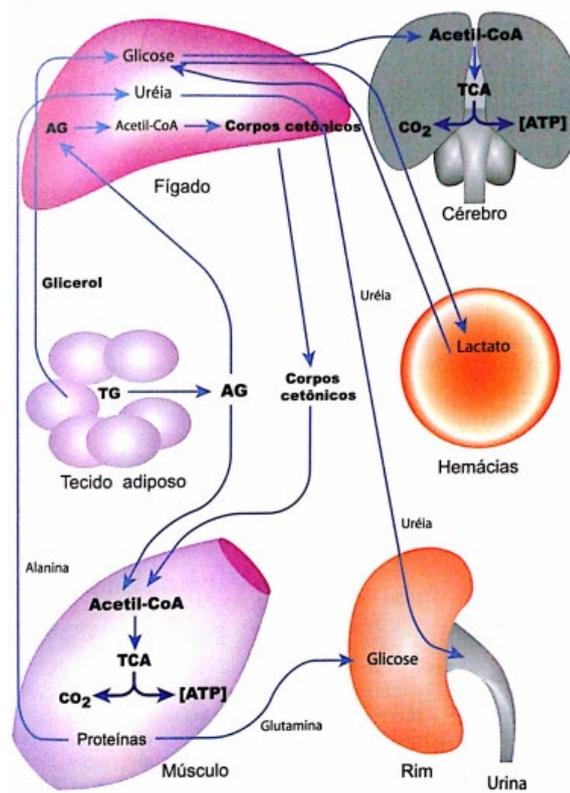
tecido adiposo, hidrolisando os triacilgliceróis (TG), liberando ácidos graxos e glicerol para o sangue. São estes ácidos graxos, que serão utilizados na duração do jejum, como principal fonte de substrato energético para liberar energia, na forma de trifosfato de adenosina (ATP) no funcionamento do organismo. (CURI et al., 2002; SMITH et al., 2007).

O glicerol liberado da hidrólise dos TG é utilizado no fígado, como precursor para a gliconeogênese, na qual consiste na produção de glicose por uma nova rota através das fontes de carbono: lactato e aminoácidos, de acordo com CHAMPE et al. (2006), contribuindo então, na manutenção da homeostasia. (GUYTON; HALL, 2003).

Durante um jejum prolongado, o glicogênio hepático pode ser reduzido em 10%, se comparado ao seu valor normalmente encontrado num organismo alimentado, devido a uma degradação aumentada dos TG. (CURI et al., 2002). Neste processo, os rins assumem a responsabilidade na produção de 40% da glicose necessária ao corpo humano. (CHAMPE et al., 2006).

Na figura 1, se observam diversas vias metabólicas encontradas no jejum e a produção e utilização da glicose em diferentes órgãos do organismo.

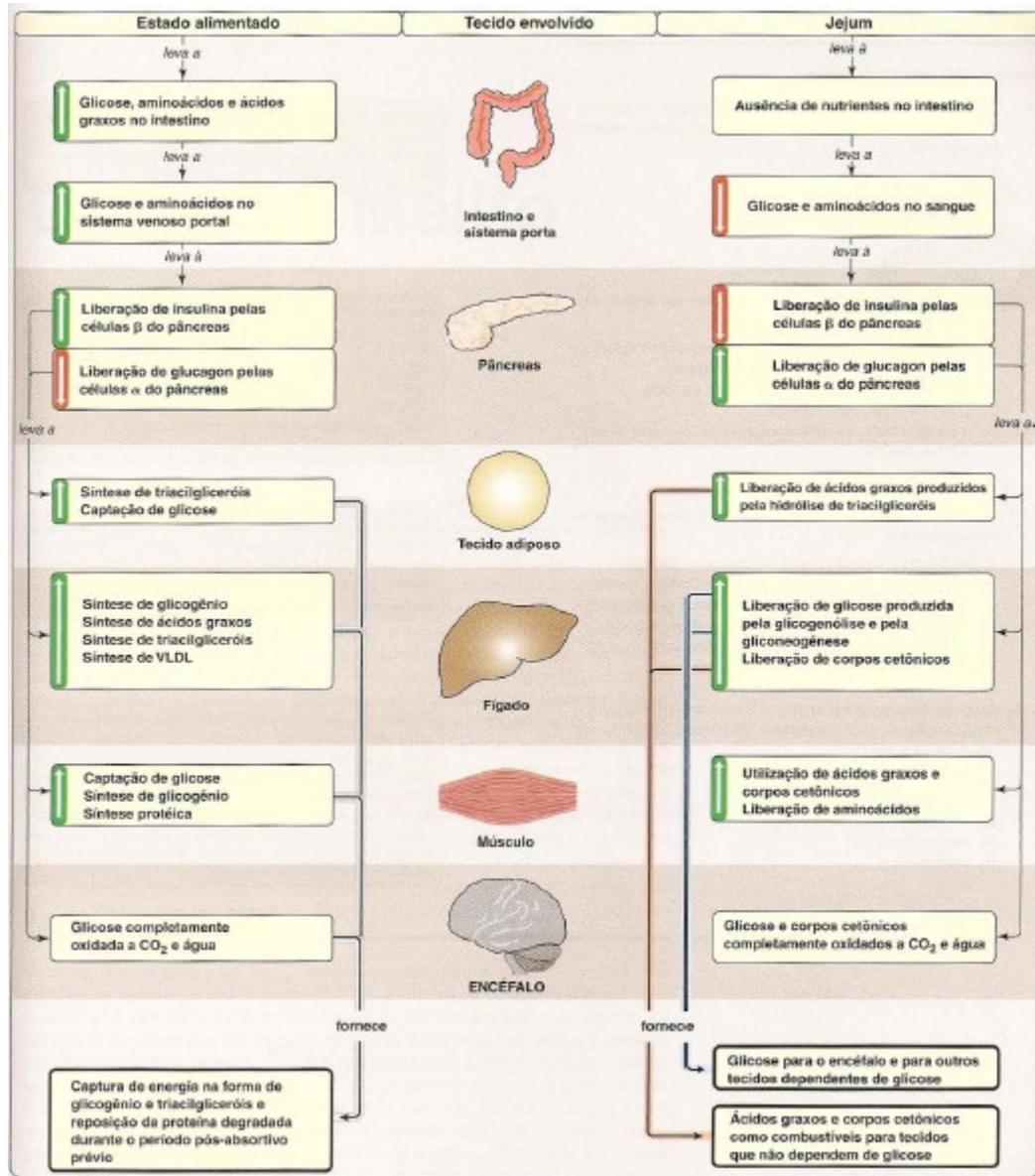
Figura 1 – Eventos metabólicos desencadeados durante o jejum indicando as inter-relações entre os órgãos



Fonte: Curi et al. (2002, p.193).

Na figura 2, se observam os efeitos do jejum nos diferentes tecidos em comparação ao estado alimentado e em jejum do organismo.

Figura 2 – Efeitos do jejum nos diferentes tecidos comparando o estado alimentado e em jejum

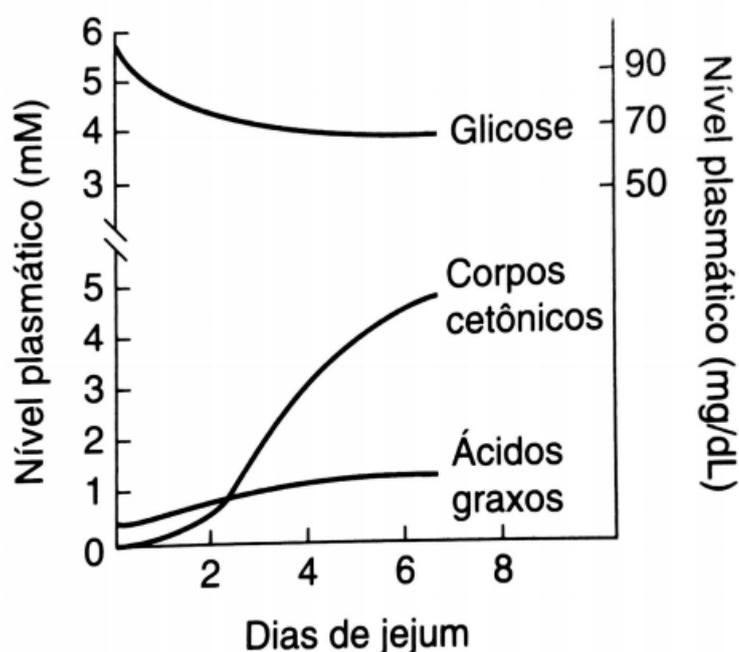


Fonte: Champe et. al. (2006, p.333).

Através de estudos sobre os efeitos do jejum prolongado, se constatou que um organismo sofre adaptações metabólicas, visando manter seu equilíbrio fisiológico, obtendo energia tanto através da degradação do glicogênio hepático como na utilização de ácidos graxos a partir do tecido adiposo. (JÚNIOR; LANCHA, 2012).

Na figura 3, segundo o autor SMITH et al. (2007), são observadas as diferentes concentrações de substratos energéticos na corrente sanguínea durante o jejum prolongado. Quanto maior o número de dias em jejum, menor os níveis de glicose sanguínea e maior a liberação de corpos cetônicos, utilizados como fonte energética.

Figura 3 – Utilização de substratos energéticos (glicose, corpos cetônicos e ácidos graxos) durante um jejum prolongado



Fonte: Smith et al. (2007, p.35).

Conforme o estudo de CHU, Xia et. al (2015), a UCP3 (proteína desacopladora 3) faz parte do grupo das UCP's (proteína desacopladora) e se localizada na membrana interna da mitocôndria, onde ocorre a metabolização da gordura no organismo. Durante o jejum e o exercício físico, a concentração de ácidos graxos e a UCP3 estão elevadas, contribuindo para utilização desta gordura ao gasto energético, gerando energia. (BOSCHINI, Renata Polessi; JÚNIOR, Jair Rodrigues Garcia, 2005).

2.1.3 Exercício físico e sua relação com jejum

No exercício físico, a demanda de energia - ATP - a ser utilizada poderá ser aumentada, conforme a duração e intensidade do esforço. (CURI et al., 2002). As gorduras e carboidratos são os substratos utilizados para fornecer energia durante o exercício físico. (MACMILLAN, 2009). No organismo, os carboidratos são armazenados na forma de glicogênio no músculo e no fígado. A gordura é armazenada na forma de TG constituída pela união de três moléculas de ácidos graxos e uma de glicerol, no tecido adiposo. Em um organismo sedentário, obeso ou de pacientes com diabetes do tipo 2, as concentrações elevadas de ácidos graxos livres na corrente sanguínea, dificulta a oxidação dos mesmos, ocasionando acumulação de TG e contribuindo para resistência insulínica. (LOON, Luc J. et al., 2004).

MCARDLE et al. (2008) verificou que o exercício aeróbio regular é indicado para pessoas com excesso de peso, pois auxilia na redução da massa e gordura corporal, além de propiciar adaptações metabólicas. Nesta modalidade de exercício, os ácidos graxos provenientes dos TG do tecido adiposo subcutâneo e visceral servirão de energia para o músculo durante o treinamento físico. (VUSSE e RENEMAN, 1996; ACHTEN e JEUKENDRUP, 2004). Na literatura científica, está claramente demonstrado que a oxidação de gordura é eliminada quando o fornecimento de carboidratos exógenos é maior. (COYLE et al., 1997).

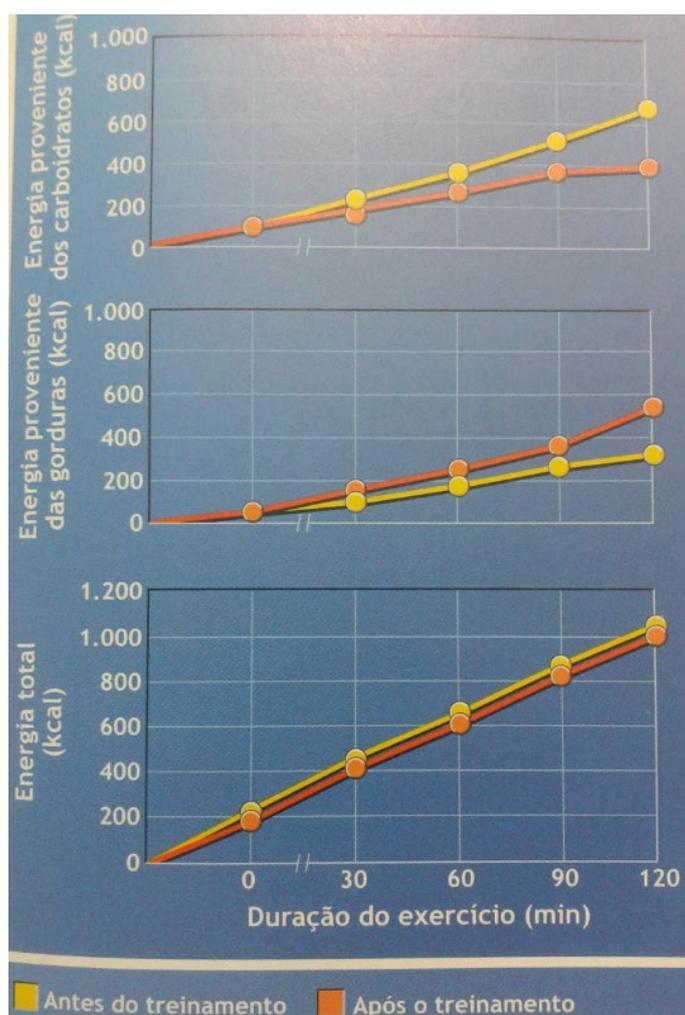
A utilização dos TG como fonte energética, como observado anteriormente, deve-se a ação da LHS e ocorrerá principalmente em exercícios de baixa intensidade. (JÚNIOR e LANCHA, 2012). Porém, a LHS, não atua de forma eficiente quando for consumido algum tipo de glicose durante o exercício físico, prejudicando na redução de gordura corporal neste caso. (WATT et al., 2004).

Segundo MCARDLE et al. (2008), o acelerado catabolismo das gorduras é evidenciado na mesma carga de trabalho absoluta do exercício sem ligação com o estado alimentado ou jejum. Em relação à utilização dos TG para oxidação da gordura, se mostrou eficaz após o exercício em jejum. (BOCK et al., 2005). Durante um exercício de intensidade moderada, a oxidação de gordura a partir dos ácidos graxos livres é mais utilizada em indivíduos treinados após um jejum noturno. Este

fato também pode ocorrer em indivíduos sedentários, mas em treinamento de baixa intensidade. (LOON, Luc J. et al., 2004).

A contribuição de triaglicerol de cadeia média (TCM) e triacilglicerol de cadeia longa (TCL) para o metabolismo energético durante o exercício em jejum é em torno de 49%. Comparado com o exercício e suplementação de carboidrato, o metabolismo energético de TCM e TCL é 37 e 39%, respectivamente. (CURI, Rui et al., 2003). Analisa-se na figura 4, de maneira ilustrativa, a utilização da energia, proveniente das gorduras e carboidratos durante o exercício. A metabolização da gordura é consideravelmente aumentada com o treinamento físico, como se observa.

Figura 4 – Utilização de substratos, gorduras e carboidratos, durante o exercício físico



Fonte: MCARDLE et al. (2008, p.481).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente artigo é um estudo de revisão sistemática na literatura científica, sem metanálise, em que foi feita uma pesquisa sobre a utilização de jejum no exercício físico e sua relação com o metabolismo lipídico em humanos.

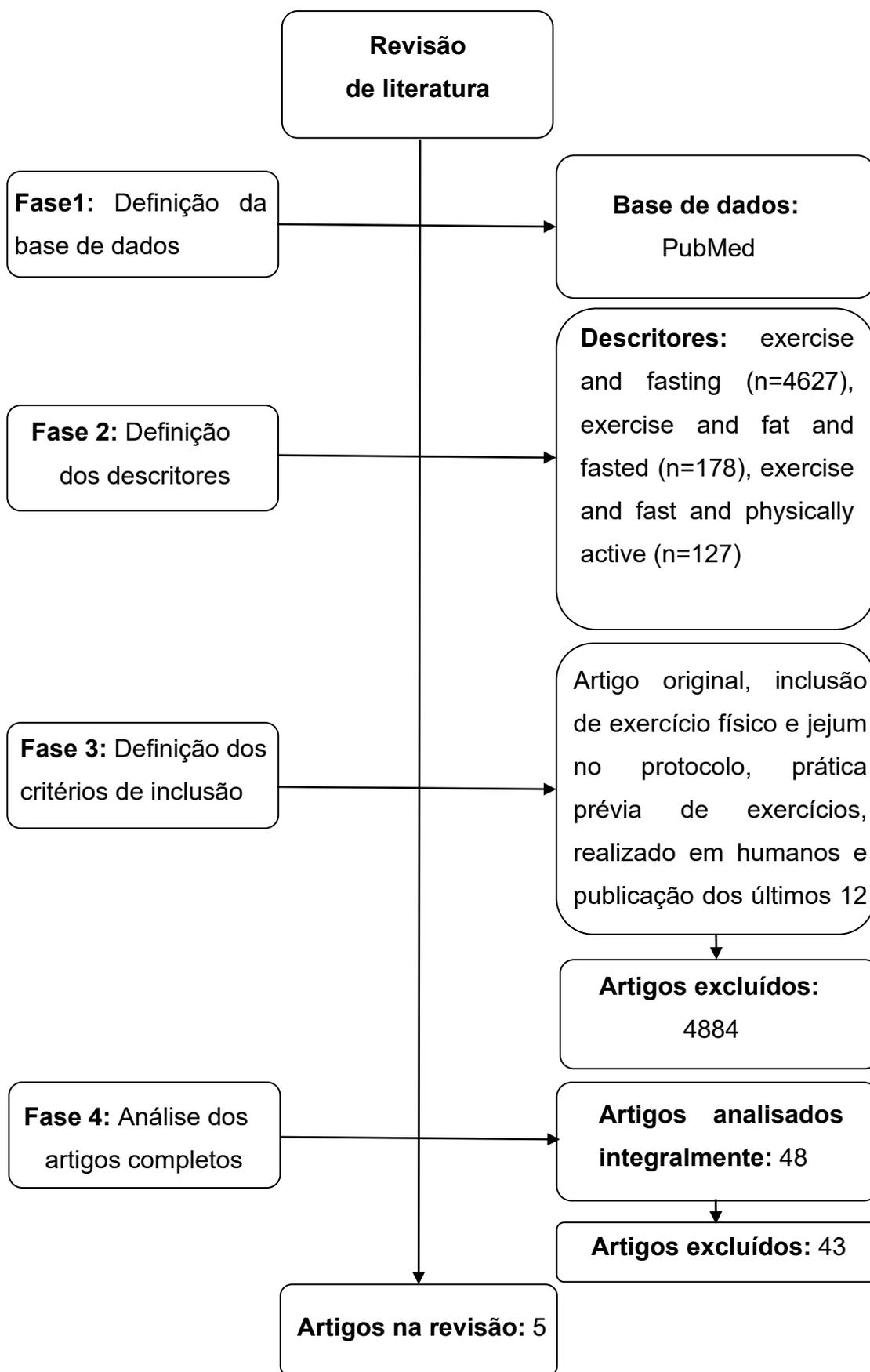
3.1 ESTRATÉGIAS DE PESQUISA

Na figura 5 estão representadas, detalhadamente, em um fluxograma as estratégias de busca para os artigos. A base de dado eletrônica utilizada foi o PubMed através da utilização dos seguintes descritores para a busca de artigos: *exercise and fasting*, *exercise and fat and fasted* e *exercise and fast and physically active*, durante os meses de junho a novembro de 2014.

3.2.1 Critérios de inclusão

Foram definidos os seguintes critérios de inclusão para seleção dos artigos: artigo original, inclusão de exercício físico e jejum no protocolo, realizado em humanos, com prática prévia de exercícios e publicação dos últimos 12 anos. Após a inclusão dos critérios de inclusão 5107 artigos foram encontrados, mas deste total, somente 48 pesquisas foram selecionadas de acordo com os requisitos determinados, para leitura integral dos mesmos.

Figura 5 – Fluxograma com esquema da metodologia utilizada na pesquisa:



4 RESULTADOS

Após a definição dos critérios de inclusão, foram selecionados 5 artigos na revisão sistemática do presente estudo. A Tabela 1, que sistematiza os artigos analisados, evidencia os seguintes aspectos: estudos, Qualis (classificação da produção intelectual), descritor utilizado na busca, protocolo e os resultados encontrados.

As publicações dos artigos selecionados foram de 2004 a 2011. Em relação ao tipo de estudo utilizado, quatro foram experimentais (LOON, Luc J.C Van et al., 2004; BOCK, K. De et al., 2008; PROEYEN, Karen Van et al., 2011; PROEYEN, Karen; BOCK, K. De; HESPEL, E., 2011) e um utilizou o método crossover randomizado.

No estudo de LOON et al. (2004), a amostra foi composta por 8 ciclistas do sexo masculino, tendo as demais pesquisas, 9 (BOCK, K. De et al., 2005) e 20 homens fisicamente ativos. (BOCK, K. De et al., 2008; PROEYEN, Karen Van et al., 2011; PROEYEN, Karen; BOCK, K. De, HESPEL, E., 2011). Nas amostras das pesquisas selecionadas, estavam incluídos indivíduos que já praticam exercícios físicos previamente. Em todos os estudos analisados, os pesquisadores incluíram o exercício aeróbio de intensidade baixa no protocolo para avaliação dos atletas na pesquisa.

Os pesquisadores ofereceram uma dieta padrão aos atletas do estudo para igualar a quantidade de calorias ingeridas entre eles, antes da realização dos exercícios físicos. No estudo de LOON et. al (2004) a refeição padronizada consistia de aproximadamente 9,84 Kcal/Kg, composta por 72% de carboidrato, 11% de gordura e 17% de proteína.

BOCK, K. De et al. (2005) utilizou uma dieta de 3000 calorias com 61% de carboidratos, 23% gordura e 15% proteína durante 3 dias antes do início de cada exercício. Concomitantemente, os atletas foram instruídos a não realizar exercício físico exaustivo durante este período.

Em outro trabalho, os participantes receberam uma dieta no café da manhã de 722 Kcal rico em carboidratos, com 85%, 4% de gordura e 11% de proteína. (BOCK, K. De et al., 2008).

Para o estudo de PROEYEN, Karen Van et al. (2011), foi realizado uma análise da dieta dos atletas antes do início da pesquisa. Conforme esse processo foi elaborado e oferecido uma dieta variando de 2500 e 3500 calorias, sendo deste total, 65% carboidratos, 20% gordura e 15% proteína.

No último artigo avaliado, a amostra da pesquisa recebeu na manhã antes da realização do experimento, uma dieta de aproximadamente 722 calorias, com 85% de carboidratos, 4% de gordura e 11% de proteína. (PROEYEN, Karen; BOCK, K. De; HESPEL, E., 2011).

Na metodologia das pesquisas avaliadas, o jejum noturno foi utilizado na maioria dos trabalhos verificados. (LOON, Luc J. C. Van et al., 2004; BOCK, K. De et al., 2005; BOCK, K. De et al., 2008; PROEYEN, Karen Van et al., 2011).

Conforme LOON et al. (2004), o triacilglicerol intramuscular (IMTG) foi rapidamente hidrolisado durante o exercício físico de intensidade moderada, naqueles atletas que realizaram o jejum noturno. Estes resultados também foram encontrados por BOCK, K. De (2005), havendo a hipótese de que o IMTG sofria redução mais rápida nos indivíduos em jejum, quando comparados aos atletas que consumiam carboidratos antes do exercício.

Durante o exercício, ocorreu um aumento na oxidação da gordura, sendo a maioria proveniente dos ácidos graxos livres séricos. (LOON, Luc J. C Van et al., 2004). BOCK, K. De (2005) verificou que a oxidação da gordura se manteve contínua durante o período do exercício físico. A utilização da gordura também foi evidenciada para a produção de energia (PROEYEN, Karen Van et al., 2011; BOCK, K. De et al., 2008) juntamente com o lipídio intramiocelular (IMCL) durante o exercício físico realizado em jejum. (PROEYEN, Karen Van et al., 2011).

PROEYEN, Karen Van et al. (2011) demonstraram no estudo que os níveis séricos de ácidos graxos livres, aumentaram em cinco vezes, durante o pré-exercício, nos grupos de jejum e alimentado.

A atividade da insulina plasmática apresentou diferentes resultados nos estudos avaliados, estando essas concentrações aumentadas durante o pré-treino em jejum e na fase de recuperação nos dois grupos avaliados. No decorrer do exercício físico as concentrações de insulina diminuíram. (BOCK, K. De et al., 2008).

BOCK, K. De et al. (2005) demonstrou que no período de recuperação, o aumento de insulina plasmática associada à ingestão de carboidratos foi maior em

relação aos atletas que realizaram exercício em jejum. A insulina também se apresentou elevada no pré e pós-exercício em atletas alimentados. Foi observado que o exercício em jejum, melhorou a resposta à insulina após o exercício e contribuiu para a estimulação da ressíntese do glicogênio muscular. O autor também concluiu que após o exercício realizado em jejum, os níveis de insulina e ácidos graxos livres estavam elevados, enquanto a diminuição da leptina poderia auxiliar na inibição da TGIM.

Outro hormônio avaliado foi a adrenalina, que se apresentou elevada no sangue durante o jejum. (BOCK, K. De et al., 2008). No pré-exercício as concentrações de adrenalina foram similares entre os grupos experimentais e seus valores aumentaram no decorrer da atividade física, não ocorrendo apenas no grupo que ingeriu carboidratos no pós-treino. Precursor da adrenalina, a noradrenalina durante o repouso antes do treinamento, se apresentou menor no estado em jejum com relação ao grupo que ingeriu carboidrato. (BOCK, K. De et al., 2008).

Os autores BOCK, K. De et al. (2005) e PROEYEN, Van et al. (2011), verificaram um glicogênio aumentado nos atletas em jejum, durante a fase de recuperação e exercício, respectivamente. No entanto, BOCK, K. De et al. (2008) concluiu que o glicogênio foi poupado e não houve o estímulo para a oxidação de gordura durante o exercício em jejum. Neste mesmo estudo, o autor não evidenciou diferença do conteúdo de glicogênio muscular durante o pré-exercício no jejum.

Para PROEYEN, Karen; BOCK, K. De; HESPEL, E., (2011), o glicogênio apresentou níveis aumentados nos dois grupos avaliados após o treinamento físico.

A atividade da UCP3 se encontrou elevada durante o jejum, porém a ingestão de carboidratos inibiu a ação desta proteína no músculo durante as fases pré, durante e pós-exercício. (BOCK, K. De et al., 2005). BOCK, K. De et al. (2008) verificou no seu trabalho que a ação da UCP3 reduziu após o exercício realizado em jejum.

A respeito da glicemia, seus níveis estavam diminuídos no pós-exercício durante o jejum. (BOCK, K. De et al., 2005). No mesmo estudo foi demonstrado que os valores de cortisol e leptina diminuiriam após a recuperação em jejum.

Na pesquisa de BOCK, K. De et al. (2008) foi evidenciado que a proteína FABPm aumentou em jejum no exercício físico.

PROEYEN, Karen; BOCK, K. De, HESPEL, E. (2011) identificou um aumento no estado de fosforilação basal eEF2 naqueles indivíduos que ingeriram carboidratos e retornou aos níveis basais no pós-teste em jejum.

Tabela 1: Descrição dos artigos incluídos na pesquisa:

Estudos	Qualis	Descritores	Tipo de estudo	Amostra	Protocolo	Resultado
LOON, Luc J.C Van et al., Intramyocellular lipids form an important substrate source during moderate intensity exercise in endurance-trained males in a fasted state, 2004	A2	Exercise and fat and fasted	Experimental	8 ciclistas do sexo masculino	Após jejum noturno, realizado um exercício em uma bicicleta ergométrica	<ul style="list-style-type: none"> * Metabolismo energético e oxidação: aumento da utilização da gordura durante o exercício. * TGIM: hidrolisado durante o exercício de intensidade moderada no jejum.
BOCK, K. De et al., Exercise in the fasted state facilitates fibre type-specific intramyocellular lipid breakdown and stimulates glycogen resynthesis in humans, 2005	A2	Exercise and fasting	Crossover randomizado	9 indivíduos saudáveis, fisicamente ativos, do sexo masculino	Após jejum noturno de 11 horas, realização de exercício em uma bicicleta de corrida.	<ul style="list-style-type: none"> * TGIM: diminuição no pré, pós-exercício e recuperação durante jejum. * Glicogênio: aumento durante a recuperação em jejum. * Atividade da UCP3: elevada durante o jejum. * Glicemia: diminuída em jejum. * Ácidos graxos séricos: elevados durante o exercício em jejum. * Pré e pós-exercício: insulina elevada no estado alimentado. * Cortisol: valores diminuídos após a recuperação durante o jejum. * Leptina: níveis baixos durante o exercício em jejum.
BOCK, K. De et al., Effect of training in the fasted state on metabolic responses during exercise with carbohydrate intake, 2008	A2	Exercise and fat and fasted	Experimental	20 indivíduos, fisicamente ativos, do sexo masculino	Treinamento realizado após jejum noturno de 11 horas comparado com um grupo que realizou exercício após a ingestão de carboidratos	<ul style="list-style-type: none"> * Proteína FABPm aumentada durante exercício em jejum. * Ação da UCP3 foi reduzida após o exercício em jejum. * Durante o pré-exercício, o conteúdo de glicogênio muscular entre os grupos foi semelhante. * Durante o exercício em jejum, o glicogênio foi poupado e não estimulou a oxidação de gordura. * No jejum houve diminuição da insulina plasmática e aumento da adrenalina no sangue e produção de ATP a partir da oxidação de ácidos graxos.
PROEYEN, Karen Van et al., Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state, 2011	A2	Exercise and fat and fasted	Experimental	20 indivíduos, fisicamente ativos, do sexo masculino	Treinamento realizado após jejum noturno de 12 horas comparado com um grupo que realizou exercício após a ingestão de carboidratos	<ul style="list-style-type: none"> * Aumento do conteúdo de glicogênio no exercício em jejum. * Contribuição do IMCL para fornecimento de energia durante o exercício realizado em jejum. * Capacidade oxidativa foi melhor no exercício em jejum. * Durante o pré-exercício houve aumento na concentração de ácidos graxos AGL no plasma em 5x nos dois grupos.
PROEYEN, Karen; BOCK, K. De, HESPEL, E. Training in the fasted state facilitates re-activation of eEF2 activity during recovery from endurance exercise, 2011	B1	Exercise and fasting	Experimental	20 indivíduos, fisicamente ativos, do sexo masculino	Treinamento realizado em jejum comparado com um grupo que realizou exercício após a ingestão de carboidratos	<ul style="list-style-type: none"> * No pré-teste, o estado de fosforilação basal eEF2 foi aumentada em indivíduos que ingeriram carboidratos. * No pós-teste, o estado de fosforilação eEF2 retornou ao normal em recuperação, durante o jejum. No grupo suplementado com carboidrato, o estado de fosforilação eEF2 permaneceu elevado. * Glicogênio: níveis aumentados em ambos os grupos, após o exercício.

Fonte: Elaborado pela autora.

5 DISCUSSÃO

O presente estudo buscou identificar os efeitos do exercício realizado durante o jejum em atletas. Através das pesquisas analisadas, foi evidenciada a utilização do IMTG durante o exercício de intensidade moderada e um aumento na oxidação de gordura, além da utilização da mesma para produção de energia.

O exercício aeróbio, protocolo utilizado em todas as pesquisas analisadas, possibilitou a mobilização das gorduras até sua conversão em energia para o músculo. Em atletas, a concentração de ácidos graxos livres aumentou tanto em jejum quanto no estado alimentado, permitindo a utilização deste substrato na oxidação da gordura. Esse fato ocorre de maneira mais eficiente nesta população, devido ao condicionamento do organismo gerado pelo exercício.

Além disso, o exercício realizado em jejum contribuiu para o estímulo da ressíntese do glicogênio muscular, possibilitando a liberação de glicose para manutenção da homeostasia, melhorou a resposta à insulina ocasionando diminuição da glicemia e aumentou a atividade da UCP3, favorecendo a utilização dos lipídios como fonte energética.

Embora as conclusões serem identificadas apenas em atletas, o que limitou esse estudo, ficou evidente os benefícios gerados através do exercício em jejum.

Atualmente, a obesidade e suas consequências juntamente com a falta da prática de exercícios físico, geraram um impacto negativo na saúde da população. Esse aumento de peso se deve principalmente a ingestão de excessos alimentares com baixo teor nutritivo e o sedentarismo, podendo ser responsável por duas vezes mais mortes comparadas à obesidade. (EKELUND, Ulf et al., 2015).

No tratamento da obesidade, é necessário que ocorra um déficit de consumo calórico para o emagrecimento, considerando as características individuais de cada indivíduo, tais como, gênero, idade, composição corporal e atividade física. Essa estratégia se torna insatisfatória em longo prazo quando ocorre a manutenção do peso.

Desta maneira, aliar a baixa ingestão calórica e a prática de exercício físico, o emagrecimento se torna presente e de maneira eficaz.

6 CONCLUSÃO

Apesar de o tema do presente trabalho ser muito amplo, no que se refere o jejum e suas diferentes interpretações e metodologias, é possível evidenciar a oxidação da gordura durante o exercício. A utilização de exercício físico com o jejum deve ser supervisionada por profissionais da educação física e nutricionistas para que ocorra redução de peso corporal de maneira apropriada e gradativa. A mudança de hábitos alimentares e a adoção da prática de exercícios são maneiras importantes para evitar o aumento de peso e diminuir as complicações geradas pela obesidade.

Sugerem-se estudos na área em diferentes populações, que não atletas, a fim de analisar e identificar o efeito do jejum no organismo e possibilitando inserir esta estratégia como coadjuvante em intervenções, promovendo a saúde e contribuir na redução da obesidade.

REFERÊNCIAS

- ACHTEN, Juul; JEUKENDRUP, Asker E. Optimizing fat oxidation through exercise and diet. *School of Sport and Exercise Sciences*. Reino Unido, v.1, n. 20, p. 716-727, 2004.
- BOSCHINI, Renata Polessi; JÚNIOR, Jair Rodrigues Garcia. Regulação da expressão gênica das UCP2 e UCP3 pela restrição energética, jejum e exercício físico. *Revista de Nutrição*. Campinas, v. 18, n. 6, p. 753-764, 2005.
- BOCK, K. De et al. Exercise in the fasted state facilitates fibre type-specific intramyocellular lipid breakdown and stimulates glycogen resynthesis in humans. *Journal of Physiology*. Bélgica, n. 564, p. 649-660, 2005.
- BOCK, K. De et al. Effect of training in the fasted state on metabolic responses during exercise with carbohydrate intake. *Journal of Applied Physiology*. Bélgica, n. 104, p. 1045-1055, 2008.
- CHAMPE, Pamela C.; HARVEY, Richard A.; FERRIER, Denise R. **Bioquímica ilustrada**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- CHU, Xia et al. Ursolic acid increases energy expenditure through enhancing free fatty acid uptake and β -oxidation via an UCP3/ AMPK-dependent pathway in skeletal muscle. *Molecular Nutrition & Food Research*. China, 2015.
- COYLE, Edward F. et al. Fatty acid oxidation is directly regulated by carbohydrate by metabolism during exercise. *American Journal of Physiology*. Texas, n. 193, p. 1849-1897, 1997.
- CURI, Rui et al. **Entendendo a gordura – Os ácidos graxos**. Manole, 2002.
- CURI, Rui et al. Uma etapa limitante para a oxidação de ácidos graxos durante o exercício aeróbio: o ciclo de Krebs. *Revista Brasileira de Ciência e Movimento*. Brasília, v. 11, n. 2, p. 87-94, 2003.
- EKELUND, Ulf et al. Physical activity and all-cause mortality across levels of overall and abdominal adiposity in European men and women: the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition Study (EPIC). *American Journal of Clinical Nutrition*. Inglaterra, p. 1-9, 2015.
- FLEURY, Caio Augusto. **A dieta dos nossos ancestrais – Guia nutricional para perda de peso e manutenção da saúde**. São Paulo: Matrix, 2012.
- GUYTON, Arthur C.; HALL, John Edward. **Tratado de fisiologia médica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2006.
- JÚNIOR, Antonio Herbert Lancha; LANCHA, Luciana Oquendo Pereira. **Nutrição e Metabolismo – Aplicados à atividade motora**. 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2012.

KLEMPPEL, Monica C. et al. Intermittent fasting combined with calorie restriction is effective for weight loss and cardio-protection in obese women. *Nutrition Journal*. Chicago, n. 11, p. 1-9, 2012.

LOON, Luc J.C Van et al. Intramyocellular lipids form an important substrate source during moderate intensity exercise in endurance-trained males in a fasted state. *The Journal of Physiology*. Holanda, n. 553, p. 611-625, 2004.

MACMILLAN, Norman K. Ejercicio y quema de grasa: ¿Comer o no comer antes de entrenar? *Revista Chilena de Nutrición*. Chile, v.36, n.1, p. 72-74, 2009.

MAUGHAN, R.J et al. The effects of fasting on metabolism and performance. *British Journal of Sports Medicine*. Texas, v. 44, p. 490-494, 2010.

MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Fisiologia do exercício – Energia, nutrição e desempenho humano**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

MOSLEY, Michael; SPENCER, Mimi. **A dieta dos 2 dias – Fique mais magro e saudável com o método do jejum intermitente**. Rio de Janeiro: Sextante, 2013.

Organização Mundial de Saúde. **Doenças crônico-degenerativas e obesidade: Estratégia mundial sobre alimentação saudável, atividade física e saúde**. Brasília, 2003.

PROEYEN, Karen Van et al. Beneficial metabolic adaptations due to endurance exercise training in the fasted state. *Journal of Applied Physiology*. Bélgica, n. 110, p. 236-245, 2011.

PROEYEN, Karen, BOCK, K. De e HESPEL, E. Training in the fasted state facilitates re-activation of eEF2 activity during recovery from endurance exercise. *European Journal of Applied Physiology*. Bélgica, n. 111, p. 1297-1305, 2011.

SHAW, Kelly A., e al. Exercise for overweight or obesity. *Cochrane Metabolic and Endocrine Disorders Group*. Tasmânia, p. 1-85, 2006.

SMITH, Colleen; MARKS, Allan D.; LIEBERMAN, Michael. **Bioquímica Médica Básica de Marks**. 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2007.

VARADY, Krista A. et al. Alternate Day fasting for weight loss in normal weight and overweight subjects: a randomized controlled trial. *Nutrition Journal*. Chicago, n. 12, p. 1-8, 2013.

VUSSE, Van Der; RENEMAN, Robert S. Lipid metabolism in muscle. *Comprehensive Physiology*. Nova Iorque, p. 952-994, 1996.

WATT, Matthew J. et al. Glucose ingestion blunts hormone-sensitive lipase activity in contracting human skeletal muscle. *American Journal of Physiology - Endocrinology and Metabolism*. n. 286, p.144-150, 2004.